

161c

TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS.

KONINKLIJKE HOGE SCHOOL
BIBLIOTHEEK
DELFT

ALGEMEEN VERSLAG

VAN DE WERKZAAMHEDEN

EN

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

INSTITUUTSJAAR

1872–1873.

TE 'S GRAVENHAGE,
BIJ GEBR. J. & H. VAN LANGENHUYSEN.
1873.

1612

BLADWIJZER.

Bladz.

Algemeen verslag van de werkzaamheden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, over het Instituutsjaar 1872—1873. I

Verslag van den waarnemend penningmeester over den financielen toestand van het Instituut, op het einde van het Instituutsjaar 1872—1873 IV

Rekening en verantwoording van de geldmiddelen van het Instituut, op den eersten Mei 1873, opgemaakt ingevolge artikel 27 van het reglement en artikel 44 der verordeningen VI

Boeken, kaarten, platen, enz., welke aan het Instituut ten geschenke zijn gegeven, benevens de namen der schenkers. 1872—1873 IX

Lijst van staats-ligchamen, wetenschappelijke genootschappen en instellingen, met welke het Instituut in betrekking staat. XIV

Alphabetische lijst der leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs XV

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

12 *Augustus* 1872 1

12 *November* 1872 17

11 *Februarij* 1873 29

8 *April* 1873 73

12 *Junij* 1873 91

Bladz.

BIJLAGEN.

1. Waarnemingen aan den Helder, gedurende de maanden Mei, Junij en Julij 1872, door het lid W. Ph. de Kruyff 10
2. Brief van den minister van binnenlandsche zaken, ten geleide van stukken betreffende een scheikundig onderzoek naar het zoutgehalte der verschillende wateren in Zeeland 21
3. Waarnemingen aan den Helder, gedurende de maanden Augustus en September 1872, door het lid W. Ph. de Kruyff 22
4. Over den doelmatigsten vorm van stoomketels, door den belgischen ingenieur A. Stévart. (Plaat I.) 26
5. Brief van het lid C. Wagtho, ten geleide van eene vertaling 27
6. Uittreksel uit het programma van de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid 27
7. Waarnemingen aan den Helder, gedurende de maanden October, November en December 1872, door het lid W. Ph. de Kruyff 36
8. Een oud plan voor doorgraving van Holland op zijn Smalst, door het lid mr. J. P. Amersfoordt. (Plaat II.) . 42
9. Bijdragen tot de levensbeschrijving van Jan Pieterszn. Dou, zijn zoon Johannes, zijn kleinzoon Jan Johanneszn., alle drie landmeters van Rijnland. (Plaat III.) 48

		Bladz.
10.	Uittreksel uit het programma van het Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte, 1872 . .	68
11.	Staat van schepen te Nieuwediep binnengekomen met 60 en meer decimeters diepgang, gedurende het jaar 1872	69
12.	Waarnemingen aan den Helder, gedurende de maanden Januarij en Februarij 1873, door het lid W. Ph. de Kruyff	82
13.	Gemiddelde uitkomsten van de waarnemingen gedaan aan den Helder, gedurende het jaar 1872 en algemeene gemiddelde uitkomsten van de waarnemingen gedurende de jaren 1851 tot en met 1872, door denzelfde . . .	86
14.	Mededeeling van het lid jhr. E. J. de Savornin Lohman, betreffende proeven omtrent den wederstand tegen druk van getrokken ijzer	88
15.	Waarnemingen aan den Helder, gedurende de maanden Maart en April 1873, door het lid W. Ph. de Kruyff .	100
16.	Hoogte van opzetting der draaibruggen, door het lid N. T. Michaëlis.	104
17.	Brief van het lid ft. T. Hora Siccama, ten geleide van een model van een vlot, Catamaran genaamd. . . .	109

PLATEN.

I. Doelmatigste vorm van stoomketels.
II. Fac simile van eene teekening van J. Pz. Dou.
III. Chaerte ofte Ruygh bewerp der landen gelegen tusschen de Noort Zee ende de Wycker Meer, door J. Pz. Dou. 1634.

ERRATA.

Notulen blz. 30, kol. 2, reg. 13 v. o. *staat:* Emigratie uit Nederlandsch Oost-Indie, *lees:* Emigratie uit Nederland naar Nederlandsch Oostindie.

Blz. 34, kol. 2, reg. 5 v. o. *achter* S. Karsten, *bij te voegen:* J. C. Ramaer.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

ALGEMEEN VERSLAG

VAN DE

WERKZAAMHEDEN, REKENING en VERANTWOORDING, LIJST VAN GESCHENKEN en NAAMLIJST DER LEDEN

OVER HET

INSTITUUTSJAAR

1872-1873.

TE 'S GRAVENHAGE,
BIJ GEBR. J. & H. VAN LANGENHUYSEN.
1873.

ALGEMEEN VERSLAG DER WERKZAAMHEDEN

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS,

OVER HET

INSTITUUTSJAAR 1872—1873.

Mijne Heeren!

Ingevolge het bepaalde in artikel 28 van het reglement zullen wij wederom verslag aan u uitbrengen omtrent de lotgevallen van het Instituut gedurende het afgeloopen Instituutsjaar. Dat jaar ontleende een bijzonder belang aan de omstandigheid, dat daarin het vijf-en-twintig-jarig bestaan van onze instelling werd herdacht, bij welke gelegenheid wij terug mogten zien op een tijdperk van voortdurenden bloei en gestadige ontwikkeling. Ook wat het thans geëindigd jaar in het bijzonder betreft, bleef het Instituut aan zijne roeping beantwoorden.

Ten aanzien van den financieelen toestand verwijzen wij naar het hierachter gevoegd verslag van den penningmeester en de daarbij behoorende balans, met de rekening en verantwoording, over het Instituutsjaar 1872—1873.

De werkzaamheden rangschikken wij weder onder drie rubrieken.

A. *Waterstaat en waterbouwkunde, burgerlijke bouwkunde.*

Ten vervolge op vroegere mededeelingen ontvingen wij van den hoofd-ingenieur van den waterstaat in Noordholland, ons medelid jhr. J. R. T. Ortt, eene bij de notulen afgedrukte opgave van zeeschepen van 60 en meer decimeters diepgang, welke gedurende het jaar 1872 door de Texelsche zeegaten in de rijkszeehaven het Nieuwediep zijn binnengekomen.

Van de hoofd-ingenieurs van den waterstaat in het 9de en 10de district werden de gewone aanteekeningen ontvangen van de in het jaar 1872 gedane meting van het strand langs de Noordzee in de provinciën Noordholland en Zuidholland. Het register der verkenningspalen werd daarmede aangevuld.

Het in het vorig verslag bedoelde eerste vervolg op de memorie betrekkelijk de waterstanden op de Nederlandsche rivieren van ons medelid dr. C. H. D. Buys Ballot werd in het *Tijdschrift* opgenomen.

Van het lid J. J. Roelants, te Roermond, ontvingen wij eene beschouwing over waterstanden, toegepast op dien van de Maas te Roermond, waaraan mede eene plaats in het *Tijdschrift* werd verleend.

Het lid mr. J. P. Amersfoordt leverde eene bijdrage over een oud plan tot doorgraving van Holland op zijn Smalst, door den landmeter Jan Pieterszoon Dou, welke als bijlage tot de *Notulen* is medegedeeld.

Eene door het lid P. J. Neyt aangeboden verhandeling over de afdamming van het Sloe werd in het *Tijdschrift* geplaatst.

Een uittreksel uit de in een vorig verslag vermelde beschrijving van eene door het lid J. Swets Az. te Kampen in toepassing gebragte schuivende sluisdeur van nieuwe vinding werd in het *Tijdschrift* opgenomen. Eene meer uitvoerige beschrijving werd later door den ontwerper openbaar gemaakt en aan het Instituut aangeboden.

In het *Tijdschrift* verscheen mede het slot der beschrijving van de brug over de Lek bij Kuilenburg, door de leden G. van Diesen, J. D. Evers, J. Rouppe van der Voort en J. M. Giesbers. De minister van binnenlandsche zaken gaf door geldelijke ondersteuning blijk van belangstelling in dezen arbeid, als eerste bijdrage betreffende de in de laatste jaren hier te lande uitgevoerde groote spoorwegwerken.

In eene van de vergaderingen sprak het raadslid N. T. Michaëlis over het funderen van pijlers door behulp van zamengeperste lucht

en de toepassing daarvan bij de brug over de Nieuwe Maas te Rotterdam. Over dit onderwerp zien wij meer uitvoerige mededeelingen te gemoet.

In eene andere vergadering voerde het lid A. K. P. F. R. van Hasselt het woord over eene nieuwe constructie van ophangen en opzetten van eene draaibrug, wat het eerste betreft in hoofdzaak overeenkomende met die, welke bij de spoorwegbrug te Dordrecht is gevolgd, waaromtrent door hem eene verhandeling werd toegezegd.

Door het lid jhr. L. A. Sandberg werd eene beschrijving aangeboden van de waterbezorging met toebehooren op het station van de staatsspoorwegen te Dordrecht. Omtrent het van dit stuk te maken gebruik zal nader door den raad van bestuur worden beslist.

B. *Bouwstoffen en hare bereiding.*

Van het lid jhr. E. J. de Savornin Lohman ontvingen wij eene mededeeling betreffende eenige proeven omtrent den wederstand tegen druk van gegoten ijzer, die als bijlage tot de *Notulen* is afgedrukt.

Door den heer J. L. Terneden, opzigter bij den aanleg van staatsspoorwegen, werd eene nota aangeboden over puddelen van ijzer met uit de hand bewogen gereedschappen, waaromtrent nader door den raad eene beslissing zal worden genomen.

Het lid dr. E. F. van Dissel deelde in eene van de vergaderingen de uitkomsten mede van eenige met cement genomen proeven, waaruit zou schijnen te volgen, dat cement reeds na eenige weken verharding haar grootsten zamenhang heeft verkregen en daarna aan zamenhang verliest, en waaromtrent eene wisseling van gedachten plaats had.

C. *Onderwerpen van verschillenden aard.*

De in het vorig verslag vermelde mededeeling van het raadslid N. T. Michaëlis over spanningen in de zamenstellende deelen van een balk van de tweede orde met gebogen bovenrand werd in het *Tijdschrift* opgenomen.

Hetzelfde was het geval met de mede in het vorig verslag reeds vermelde verhandeling van het lid A. C. Broekman over de theorie der in de rigting van de lengte gedrukte en getrokken staaf.

Door het lid F. J. van den Berg werden eenige mededeelingen aangeboden over de berekening van liggers, doorgaande over meer dan twee steunpunten. Aan dat stuk zal eene plaats in het *Tijdschrift* worden verleend.

Het lid dr. E. F. van Dissel leverde in eene van de vergaderingen eenige beschouwingen over de formule voor het berekenen van het draagvermogen van een heipaal, naar aanleiding van hetgeen de ondervinding bij het gebruik van verschillende heitoestellen heeft geleerd.

Het honorair lid dr. I. P. Delprat gaf eene aanteekening op eene door hem bewerkte en in het *Tijdschrift* opgenomen vertaling over eene nieuwe theorie der aarddrukking.

Hetzelfde lid leverde eene in het *Tijdschrift* geplaatste vertaling over proeven omtrent den afvoer door schutopeningen onder water, mede van eene aanteekening voorzien.

Door tusschenkomst van den hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland ontvingen wij als naar gewoonte de gewone waarnemingen aan den Helder, en wel over de maanden Maart 1872 toc Februarij 1873, alsmede de gemiddelde uitkomsten van die waarnemingen over het jaar 1872 en de algemeene gemiddelde uitkomsten gedurende de jaren 1851 tot en met 1872, een en ander opgemaakt door het lid W. Ph. de Kruyff. Al die opgaven werden als bijlagen achter de *Notulen* van verschillende vergaderingen opgenomen.

Eene verhandeling van den luitenant-ingenieur G. J. Blaauw over opruiming van ijsbezettingen werd in het *Tijdschrift* geplaatst.

Omtrent het stadsreinigingstelsel van ons medelid Ch. T. Liernur werd door het lid P. Maas Geesteranus in eene van de vergaderingen eene uitvoerige voordragt gehouden, door teekeningen enz. toegelicht, welke met de daarover gevoerde beraadslaging in de *Notulen* aan u is medegedeeld.

Door het honorair lid dr. I. P. Delprat werd op verzoek van het lid S. E. W. Roorda van Eysinga de aandacht gevestigd op eene nota van den Belgischen ingenieur A. Stévart betrekkelijk de rationele gedaante van stoomketels, welke vertaald als bijlage tot de *Notulen* is opgenomen.

Door den minister van binnenlandsche zaken werden onderscheidene rapporten van ingenieurs voor het stoomwezen ingezonden betrekkelijk het springen van den stoomketel in de stoomboot «Stad Gorinchem» op 28 Augustus 1872 aan den Omval in de gemeente Ouder-Amstel. Een uit die stukken bewerkt overzigt werd in het *Tijdschrift* te uwer kennis gebragt.

Het lid dr. L. Cohen Stuart vertoonde in eene van de vergaderingen een tachéometer, werktuig voor het opnemen van terreinen, en hield daarover eene uitvoerige voordragt.

De in het vorig verslag vermelde mededeeling van het lid A. N. J. van Hees over het gebruik van niveaux werd in het *Tijdschrift* geplaatst.

Daarin werd mede opgenomen de insgelijks in het vorig verslag reeds vermelde mededeeling van het lid M. van Ruth over een seintoestel voor spoorwegen.

Nog werd daarin afgedrukt eene beschouwing van de leden J. G. van den Bergh en J. M. Telders over veerende wielen.

Van het lid F. W. Mondriaan werd een brief ontvangen betreffende een door hem uitgedachten toestel, door hem «hoepelstoomer» genoemd. De brief is als bijlage tot de *Notulen* aan u medegedeeld.

Het lid A. Huët besprak eene door hem ontworpen inrigting om bij het vervoer te water dezelfde snelheden bereikbaar te maken als bij het vervoer per spoorweg.

Van den minister van binnennenlandsche zaken ontvingen wij rapporten over het zoutgehalte der verschillende wateren in Zeeland. Omtrent dat stuk moet nog door den raad van bestuur eene beslissing genomen worden.

Door het lid C. de Groot werd eene uitvoerige voordragt gehouden, bevattende aanwijzingen en mededeelingen op het gebied der mijnontginning in Nederlandsch Indië, welke in de *Notulen* te uwer kennis is gebragt.

Het lid J. Boelen JRz. leverde in eene der vergaderingen eene mededeeling over eenige reddingsmiddelen, ten dienste van de buitenlandsche of groote scheepvaart, als inleiding tot eene bespreking van de reddingsmiddelen bij doorbraken van dijken langs onze rivieren, op welk onderwerp reeds vroeger de aandacht door hem was gevestigd. Een en ander werd in de *Notulen* medegedeeld.

In verband met de bovenvermelde bijdrage over een oud plan tot doorgraving van Holland op zijn Smalst deelde het lid mr. J. P. Amersfoordt uitvoerige berigten mede omtrent de landmetersfamilie Dou, welke almede in de *Notulen* zijn opgenomen.

D. *Werken van het Instituut.*

In den loop van het Instituutsjaar werden u toegezonden:
Tijdschrift van het Instituut, vijf afleveringen, waarin met afzonderlijke paginering de *Notulen* der vergaderingen van den 13den Junij, den 31sten Augustus, den 12den November 1872, den 11den Februarij en den 8sten April 1873, benevens een register over den jaargang 1871—1872.
Algemeen verslag 1872—1873.
Jaarboekje voor 1873.

E. *Personeel der leden*, enz.

Van de leden van den raad van bestuur moesten met het einde van het vorig Instituutsjaar aftreden de raadsleden W. C. A. Staring, P. Caland en E. A. Haitink. Uwe keuze te hunner vervanging vestigde zich op de leden J. G. W. Fijnje, N. H. Henket en P. I. G. Beijerinck. Beide eerstgemelden namen die benoeming aan, maar laatstgenoemde meende daarvoor te moeten bedanken. In de daardoor opengebleven vacature werd later door de keuze van het lid L C. van Kerkwijk voorzien, die de op hem uitgebragte benoeming aannam.

Door den raad van bestuur werd tot president benoemd het raadslid jhr. G. J. G. Klerck, tot vice-president het raadslid C. Brunings, tot penningmeester het raadslid J. A. Kool. (*)

Wij hadden het afsterven te betreuren van het honorair lid W. A. baron Schimmelpenninck van der Oye, en van de gewone leden D. van den Bosch, G. C. Buyskes, S. Tate Freeman, W. H. de Greve, W. A. Hartog, A. N. van Munster, J. S. Noordendorp, J. C. Schumm, A. T. Sorillon, F. Vos, W. M. Westerman en mr. H. F. baron van Zuylen van Nyevelt.

(*) Wegens voortdurende ernstige ongesteldheid van het raadslid Kool heeft het raadslid van Kerkwijk de werkzaamheden van penningmeester tijdelijk op zich genomen.

Als gewone leden werden overgeschreven de buitengewone leden C. A. Besier, W. F. Heskes, I. A. Lindo, J. Mulder, W. A. M. Piepers, C. J. Polvliet, jhr. A. W. Quarles van Ufford, J. D. C. M. de Roos, C. van der Sterr Pz. en W. Verwey Az.

Gelijk de volgende staat meer in bijzonderheden aantoont is het aantal leden met 35 toegenomen en bedraagt het thans 748.

OVERZIGT

van het aantal leden, sedert de oprigting van het Instituut.

	Beschermheer.	Leden. Honoraire.	Gewone.	Buitengewone.	Totaal.
Oprigters in 1847	1	"	181	20	202
Bijgekomen in 1847—1857 .	"	9	158	56	223
" " 1857—1867 .	"	—1	193	13	222
" " 1867—1868 .	"	7	8	— 3	12
" " 1868—1869 .	"	"	18	—19	—1
" " 1869—1870 .	"	—1	14	— 2	11
" " 1870—1871 .	"	1	43	—16	28
" " 1871—1872 .	"	—1	7	10	16
Sterkte bij het einde van het Instituutsjaar 1871—1872 .	1	14	622	76	713
Bijgekomen in 1872—1873 (*a*) .	"	"	46	44	90
Afgevoerd in 1872—1873 (*b*) .	"	"	—30	—25	—55
Sterkte bij het einde van het Instituutsjaar 1872—1873 .	1	14	638	94	748
(*a*) De in 1872—1873 bijgekomen leden zijn:					
Nieuw aangenomen	"	24	44		68
Overgeschreven volgens art. 13 van het reglement	"	21	"		21
Het lid C. A. Rombouts, als verkeerdelijk afgevoerd, hersteld . .	"	1	"		1
Te zamen . . .	"	46	44		90
(*b*) De in 1872—1873 afgevoerde leden zijn:					
D. v. d. Bosch, G. C. Buyskes, S. Tate Freeman, W. H. de Greve, W. A. Hartog, A. N. v. Munster, J. S. Noordendorp, W. A. baron Schimmelpenninck v. d. Oije, J. C. Schumm, A. T. Sorillon, F. Vos, W. M. Westerman, mr. H. F. baron van Zuylen van Nyevelt, overleden	1	12	"		13
J. A. Besier, F. Brand, D. J. Buysman, G. Deketh, C. G. von Dentzsch, jhr. mr. H. J. v. d. Heim, J. W. de Koster, A. W. Olivier, C. J. Polvliet, H. J. Rink, S. E. W. Roorda van Eysinga, E. J. Sillem, C. Spoon Az., W. F. G. L. Suringar, P. J. Troost, J. Verhey, E. F. van Vloten, J. S. C. v. d. Wall, H. J. Wennekers en G. Witteveen, bedankt	"	16	4		20
Overgeschreven volgens art. 13 van het reglement	"	"	21		21
C. P. M. M. baron von Weber, afgeschreven	"	1	"		1
Te zamen . . .	1	29	25		55

Van het bestuur der afdeeling Oostelijk Java ontvingen wij het twintigste en een en twintigste jaarlijksch verslag (1870—1871 en 1871—1872), hetwelk als bijlage tot de *Notulen* is afgedrukt.

Het album der photographische portretten werd wederom niet vermeerderd.

Met de binnen- en buitenlandsche wetenschappelijke genootschappen en andere ligchamen, waarvan de lijst achter dit verslag is gevoegd, bleven wij in gewenschte verstandhouding, ook door onderlinge ruiling van werken. Van de door de maatschappij ter bevordering van nijverheid en het Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte uitgeschreven prijsvragen werden die, welke tot de door u beoefende vakken in betrekking staan, in de *Notulen* te uwer kennis gebragt.

Door tusschenkomst van den minister van binnenlandsche zaken ontvingen wij eene herinneringsmedaille met diploma, namens het bestuur van het in 1871 te Antwerpen gehouden aardrijkskundig congres toegekend, alwaar, naar aanleiding van eene daartoe strekkende uitnoodiging, het Instituut door het toenmalig raadslid J. A. Besier is vertegenwoordigd geweest.

Zoo werd ook bij gelegenheid dat de *Association des ingénieurs sortis de l'école des arts et manufactures et des mines*, te Luik, onlangs haar vijf-en-twintigjarig bestaan vierde, het Instituut, op daartoe ontvangen uitnoodiging, door het lid J. G. van den Bergh vertegenwoordigd.

De vergadering van 31 Augustus 1872 was bestemd tot feestelijke viering van het vijf-en-twintigjarig bestaan van onze eigene instelling, die op 31 Augustus 1847 te Delft werd gesticht.

Nadat reeds op den vorigen dag een bezoek was gebragt aan de werken van de Amsterdamsche Kanaalmaatschappij te Velzen, werd het feest te 's Gravenhage zelf, den tegenwoordigen zetel van het Instituut, gevierd. Die feestviering is gewis nog in levendige herinnering bij allen, die haar bijwoonden. Hier ter plaatse zij herinnerd dat de vergadering door den president werd geopend met eene rede, die, zich aansluitende aan de toespraak, welke vijf jaren te voren door den toenmaligen voorzitter F. W. Conrad bij gelegenheid van de viering van het twintigjarig bestaan van het Instituut was gehouden, in groote trekken een overzigt gaf van hetgeen sedert dien tijd op het gebied van de door u beoefende vakken hier te lande werd verrigt.

Een uitvoerig verslag omtrent het feest is in de *Notulen* der vergadering te vinden.

F. *Geschenken, bibliotheek, enz.*

De boekerij werd op de gewone wijze vermeerderd zoo door verschillende geschenken, als door ruiling en aankoop van werken.

Het lokaal van het Instituut, als naar gewoonte gedurende den winter op sommige avonden voor de leden toegankelijk gesteld, werd bij die gelegenheden slechts schaars bezocht.

Wij eindigen ons verslag met een vernieuwd beroep op uw aller belangstelling die vooral moge blijken door het leveren van talrijke wetenschappelijke bijdragen, opdat ons *Tijdschrift* meer en meer beantwoorde aan hetgeen bij de vestiging daarvan werd beoogd.

's Gravenhage, 13 Mei 1873.

VERSLAG VAN DEN WAARNEMEND PENNINGMEESTER OVER DEN FINANCIEELEN TOESTAND VAN HET INSTITUUT, OP HET EINDE VAN HET INSTITUUTSJAAR 1872—73.

INKOMSTEN.

De in Nederland in te vorderen bijdragen en intreden over het afgeloopen Instituutsjaar bedroegen *f* 11 765, waarvan is ontvangen *f* 11 400. Van de achterstallige *f* 365 is alsnog in te vorderen, van de zeven, in April aangenomen, leden *f* 135 en van elf leden, die deels niet op te sporen zijn, deels in gebreke bleven te betalen, *f* 190, van welke som *f* 60 in Junij zal worden voldaan, terwijl de overige *f* 40 door den Raad van bestuur niet meer invorderbaar verklaard is en het betrekkelijke lid van de lijst der leden werd afgevoerd.

De afdeeling Oostelijk Java heeft aan het Instituut af te dragen voor vracht *f* 271.97 en voor 150 exemplaren der werken van het Instituut *f* 1500.00, te zamen *f* 1751.52, waarbij te voegen de saldo schuld op den 1sten Mei 1872 ten bedrage van *f* 1124.08, geeft *f* 2896.05.

Hiervoor is ontvangen een wissel groot *f* 1500 en aan contributiën van een tot die afdeeling behoorend lid *f* 45, zoodat een passief blijft van *f* 1351.05.

Aan rente van op het Grootboek ingeschreven en in schuldbrieven belegde gelden, benevens aan de bijdrage van het Rijk, is ontvangen *f* 951 30.

De verkoop van door het Instituut uitgegeven werken bragt onzuiver op *f* 1670.39, waarvan *f* 1045.39 voor jaargangen en afzonderlijke afleveringen van het Tijdschrift en *f* 625 voor Jaarboekjes. Na aftrek van *f* 491.48 boekverkoopers-honorarium was de opbrengst alzoo zuiver *f* 1178.91.

Aankondigingen, ter plaatsing in het Tijdschrift, zijn er niet aangeboden, zoodat te dier zake niets is ontvangen.

UITGAVEN.

De kosten aan het uitgeven van het Tijdschrift en aan ander drukwerk besteed, verschillen weinig van die van het vorige jaar. Zij bedroegen nu:

Aan zet- en drukkosten	*f* 3871.77
» papier, voor tekst en platen	» 2076.18⁵
» teeken-, graveer-, autografie- en steendrukwerk, alsmede houtsneden in den tekst	» 1976.56⁵
» pletten, vouwen en innaaijen	» 327.00
	f 8251.52

en, verdeeld naar de verschillende drukwerken:

Aan het Tijdschrift en Algemeen Verslag	» 5603.44⁵
» » Jaarboekje	» 1839.65
» afzonderlijke afdrukken van verhandelingen	» 547.77⁵
» circulaires en kennisgevingen	» 85.65
» andere stukken	» 175.00
	f 8251.52

Aan de verzending van de werken en andere vrachten is besteed:

Voor het Tijdschrift en Algemeen Verslag	*f* 1167.70
» » Jaarboekje	» 130.40
» circulaires en andere vrachten	» 119.53
	f 1317.63

De kosten der vergaderingen hebben bedragen *f* 821.28, waarvan *f* 477.83 is besteed voor de feestviering van het 25jarig bestaan van het Instituut.

De gezamenlijke uitgaven bedroegen *f* 14 887.35⁵, dat is *f* 380.26⁵ minder dan over 1871/72. De ontvangsten bedroegen *f* 16 808.76⁵, derhalve *f* 1088.84⁵ meer dan over 1871/72; zoodat de financieele toestand in het afgeloopen jaar belangrijk is verbeterd.

1872—1873.

BALANS

van den staat der lasten en baten van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, op den eersten Mei 1873.

PASSIEF.		ACTIEF.	
Nog te betalen kosten van drukwerk, lithographie, papier en verzending van reeds ter perse gelegd werk.	*f* 2000.00	Gereed geld, blijkens rekening en verantwoording 1 Mei 1873.	*f* 1921.41
Verzendingskosten van dit werk naar Indië	170.00	Nog te ontvangen intreden en bijdragen van leden, in Nederland gevestigd of betalende over 1872/73	305.00
Huishuur	150.00	Van een lid 1870/71 en 1871/72	40.00
Concierge en bediening	42.00	Saldo rekening afdeeling Oostelijk Java	1351.05
Kleine uitgaven	100.00	Inschrijving op het Grootboek, rentende 2½ pCt., groot *f* 3000, berekend tegen 56 pCt., met vier maanden rente	1705.00
Redactie- en schrijfloonen	70.00	Twee certificaten der vier percents Nederlandsche schuld, berekend tegen 89 pCt., met ééne maand rente	1786.66⁵
Totaal passief	*f* 2532.00	Rijks bijdrage eerste kwartaal 1873	199.59
Zoodat het actief van het Instituut, bij het einde van het Instituutsjaar 1872/73, het passief overtreft met	*f* 8776.71⁵	Bibliotheek en verdere eigendommen	4000.00
	f 11 308.71⁵	Totaal actief	*f* 11 308.71⁵

Opgemaakt door mij, waarnemend penningmeester van het Instituut.

's Gravenhage, den 1sten Mei 1873.

VAN KERKWIJK.

Uit de rekening van het fonds F. W. CONRAD, hierachter in uittreksel medegedeeld, blijkt, dat er aan gereed geld in kas is *f* 51.32. Schat men de inschrijving van *f* 900.00, tegen 56 percent, met de verschenen vier maanden rente, op *f* 511.50, zoo is de stand van het fonds op heden *f* 562.82.

's Gravenhage, den 1sten Mei 1873.

De waarnemende penningmeester,

VAN KERKWIJK.

26ste JAAR.

1872—1873.

REKENING EN VERANTWOORDING

van de geldmiddelen van het Instituut, op den eersten Mei 1873, opgemaakt ingevolge art. 27 van het Reglement en art. 44 der Verordeningen.

ONTVANG.

1. *Intrede en bijdragen van leden, in Nederland gevestigd of betalende.*		
Intreden van 57 in 1872—1873 aangenomen leden	f 285.00	
Bijdragen van de leden over 1871—1872	10 995.00	
Bijdragen van vorige jaren	120.00	
		f 11 400.00
2. *Bijdrage van de afdeeling Oostelijk Java.*		
Door de afdeeling Oostelijk Java overgemaakt, tot aanzuivering der rekening, wegens naar Indië gezonden werken, en de kosten der verzending	f 1 500.00	
Id. van een lid O.-Indie	45.00	
		1 545.00
3. *Renten van ingeschreven kapitaal op het Grootboek en van in schuldbrieven belegde gelden.*		
Een jaar rente van f 3000.00, inschrijving op het Grootboek, rentende 2.5 ten honderd, na aftrek der kosten	f 73.74	
Een jaar rente van twee certificaten Nederlandsche schuld, rentende 4 ten honderd	79.20	
		152.94
4. *Bijdrage van het Rijk.*		
Jaarlijksche bijdrage van het Rijk, na aftrek der kosten van het zegel, van 1 Januarij tot 31 December 1872		798.36
Breng over		f 13 896.30
Overgebragt		f 13 896.30
5. *Verkoop van werken, door het Instituut uitgegeven.*		
Jaargangen en afzonderlijke afleveringen	f 1 045.39	
Jaarboekjes	625.00	
	f 1 670.39	
Boekverkoopers honorarium	491.48	
		1 178.91
Geleverde afdrukken		1 281.25
		f 16 356.46

De ontvang heeft bedragen *zestien duizend drie honderd zes en vijftig gulden, zes en veertig cents.*

UITGAAF.

1. *Tekst.*		
Tijdschrift	f 2 050.18	
Jaarboekje	1 770.15	
		f 3 820.33
2. *Teeken-, graveer-, autographie- en steendrukwerk, alsmede houtsneden in den tekst.*		
Tijdschrift	f 3 226.26⅝	
Jaarboekje	69.50	
		3 295.76⅝
3. *Platten, vouwen en innaaijen*		327.00
4. *Afzonderlijke afdrukken*		547.77⅝
5. *Verzending van gedrukte stukken, briefvrachten en pakkosten*		
Tijdschrift en algemeen verslag	f 1 167.70	
Jaarboekje	130.44	
Overlandmail	271.97	
		1 570.11
6. *Onderscheidene uitgaven.*		
Huishuur en belasting	f 604.00	
Meubelen en schoonhouden	183.90	
Vuur en licht	46.10	
		834.00
Bezoldiging en toelage Secretaris	1 200.00	
Amanuënsis	580.66	
Concierge en bediening	150.00	
		1 930.66
Redactie en schrijfloonen	265.65	
Bureaubehoeften	46.01	
Boeken en tijdschriften	308.49	
Boekbinderswerk	55.30	
Invordering van bijdragen	213.07⅝	
		888.52⅝
Reiskosten	9.80	
Kosten der vergaderingen	821.28	
Briefvrachten	254.53⅝	
Allerhande uitgaven	587.57⅝	
		1 673.19
		f 14 887.35⅝

De uitgaaf heeft bedragen *veertien duizend acht honderd zeven en tachtig gulden, vijf en dertig en een halve cent.*

Gezamenlijke ontvangst	f 16 356.46
Gezamenlijke uitgaaf	14 887.35⅝
Meer ontvangen dan uitgegeven	f 1 469.10⅝
Blijkens rekening en verantwoording over 1871—1872 in kas	452.30⅝
Alzoo blijft op 1 Mei 1873 in kas	f 1 921.41

Opgemaakt met een saldo in kas van *negentien honderd een en twintig gulden, een en veertig cent.*

's Gravenhage, 1 Mei 1873.

VAN KERKWIJK.

Goedgekeurd namens den raad van bestuur,

J. G. W. FIJNJE.

KOSTER.

FONDS F. W. CONRAD.

Kapitaal-rekening.

1872	ONTVANGSTEN.		1873	UITGAVEN.	
Mei 1	Aan saldo van vorige rekening	ƒ 2.75	Mei 1	Per saldo op volgende rekening	ƒ 2.75
		ƒ 2.75			ƒ 2.75

Interest-rekening.

1872	ONTVANGSTEN.		1872	UITGAVEN.	
Mei 1	Aan saldo van vorige rekening	ƒ 26.81	Julij 1	Per saldo-biljet en provisie.	ƒ 0.22
Julij 1	» zes maanden rente van ƒ 900. Inschrijving 2½ p. c. werkelijke schuld . .	11.25			
1873			1873		
Januarij 1	» zes maanden rente, als boven . . .	11.25	Januarij 1	» saldo-biljet en provisie.	0.52
			Mei 1	» saldo op volgende rekening	48.57
		ƒ 49.31			ƒ 49.31

Voordeelig slot der kapitaal-rekening . . . . ƒ 2.75
» » » interest-rekening . . . . » 48.57

Te zamen . . . ƒ 51.32

Opgemaakt door mij, waarnemend penningmeester van het Instituut, met een voordeelig slot der kapitaal- en interestrekening van te zamen *een en vijftig gulden, twee en dertig cent.*

's Gravenhage, den 1sten Mei 1873.

VAN KERKWIJK.

Goedgekeurd namens den Raad van Bestuur:
J. G. W. FIJNJE.
KOSTER.

BOEKEN, KAARTEN, PLATEN, ENZ.,

WELKE AAN

HET INSTITUUT TEN GESCHENKE ZIJN GEGEVEN,

BENEVENS DE

NAMEN DER SCHENKERS.

1872—1873.

Boeken.		
Statistiek van den handel en de scheepvaart van het koningrijk der Nederlanden, over het jaar 1871. Uitgegeven door het departement van financiën. Twee gedeelten. folio.	Z. M. de beschermheer.	
Verslag aan den koning over de openbare werken in het jaar 1871. 4to.	Minister van binnenlandsche zaken.	
Recapitulatie-tabellen der waterhoogten langs de nederlandsche rivieren, waargenomen in het jaar 1871. folio.	»	
Waarnemingen van waterstanden langs de kusten der Noordzee van 5—20 October 1871. folio.	»	
Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de nederlandsche rivieren, waargenomen gedurende de maanden Januarij tot en met December 1872, met bijvoegsels. folio.	»	
Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Zuiderzee en de Wadden waargenomen in de maanden Julij, Augustus, September, October, November en December 1872. folio.	»	
Tienjarig overzigt der waargenomen waterhoogten langs de nederlandsche hoofdrivieren, de Zeeuwsche stroomen, de Noordzee, de Zuiderzee, de Wadden enz., met vervolg. folio.	»	
Rapport der commissie belast met het onderzoek naar den toestand der kinderen in fabrieken arbeidende. 5de afl. 1ste en 2de gedeelte. 4to.	»	
Détermination télégraphique de la différence de longitude entre des stations Suisses par E. Plantamour et A. Hirsch. 4to.	»	
Der Donau-Oder-Canal als Actiën-Unternehmung von A. Mayer, Ingenieur. 8vo.	»	
Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia. Published by order of the Government of Netherlands India. Volume I. 4to.	Minister van binnenlandsche zaken.	
Mededeelingen betreffende het zeewezen. Uitgegeven door de zorg van het departement van marine. 15de deel. 8vo. met platen.	Minister van marine.	
Verslag aan den koning over den toestand der telegrafen in Nederland, in het jaar 1871. 4to.	Minister van financiën.	
Algemeene voorwaarden voor de uitvoering van werken en leveringen voor den dienst der genie, vastgesteld bij beschikking van den minister van oorlog van 13 Augustus 1872, n°. 58 G. 8vo.	Minister van oorlog.	
Vier lijsten van boekwerken enz., welke voor de bibliotheek van het ministerie van oorlog zijn aangekocht of ontvangen in het jaar 1872. 8vo.	»	
Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Uitgegeven op last van zijne excellentie den minister van koloniën. 1ste jaargang, 1ste en 2de deel. 1872. 8vo.	Minister van koloniën.	
Rapport sur le sondage à vapeur pour la recherche d'eau potable à Grisée, île de Java. 4to. Met atlas in groot folio.	»	
Verhandelingen der koninklijke akademie van wetenschappen. Afd. letterkunde. Deel VII. 4to. Met atlas.	De akademie.	
Jaarboek voor 1871.	»	
Verslagen en mededeelingen der koninklijke akademie van wetenschappen. Afdeeling natuurkunde. 2de reeks, 6de deel, 2de en 3de stuk, 7de deel, 1ste stuk. Afdeeling letterkunde. 2de reeks, 2de deel, 2de en 3de stuk, 3de deel, 1ste stuk. 8vo.	»	

Processen-verbaal van de gewone vergaderingen der koninklijke akademie van wetenschappen, afdeeling natuurkunde van Mei 1871 tot en met April 1872. 8vo.	De akademie.
Verslag van de commissie der koninklijke akademie van wetenschappen, tot het opsporen, het behoud en het bekend maken van overblijfsels der vaderlandsche kunst uit vroegere tijden. (Overgedrukt uit het Jaarboek voor 1872.) 8vo.	De commissie.
Een en zeventigste verslag van het natuurkundig genootschap te Groningen gedurende het jaar 1871. 8vo.	Het genootschap.
Veaslag van het verhandelde in de algemeene vergadering 1872 van het provinciaal Utrechtsch genootschap van kunsten en wetenschappen. 8vo.	»
Aanteekeningen van het verhandelde in de sectievergaderingen 1871 en 1872. 8vo.	»
De Spectatoriale geschriften van 1741—1800. Bijdrage tot de kennis van het huisselijk-, maatschappelijk- en kerkelijk leven onder ons volk, in de tweede helft der achttiende eeuw, door J. Hartog. 8vo.	»
Verslag, 1872. 8vo.	»
Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. Uitgegeven door het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen. Deel XVIII, afl. 3—6, deel XIX, afl. 1—6, deel XX, afl. 3. 8vo.	»
Notulen van de algemeene en bestuursvergaderingen. Deel IX, nº. 1, 2 en 3. 8vo.	»
Eerste vervolg catalogus der bibliotheek en catalogus der Maleische-, Javaansche- en Kawihandschriften van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen. 8vo.	»
Eene zeehaven voor Batavia. Verzameling van officieële bescheiden, uitgegeven door de kamer van koophandel en nijverheid te Batavia. 8vo. Met kaart.	De kamer.
Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la société hollandaise des sciences à Harlem. Tome VII, livr. 1, 2 en 3. 8vo.	De hollandsche maatschappij der wetenschappen.
Programma voor het jaar 1872. 8vo.	»
Tijdschrift uitgegeven door de nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid. Derde reeks, deel XIII, 5de—8ste stuk en deel XIV, 1ste stuk. 8vo.	De maatschappij.
Handelingen der vijf en negentigste algemeene vergadering en van het zestiende nijverheidscongres, gehouden te Sneek, op den 9den, 10den en 11den Julij 1872. 8vo.	De maatschappij.
Programma voor 1872. 8vo.	»
Handelingen en mededeelingen 1872 en 1873, 1ste en 2de stuk. 8vo.	»
Algemeene beschrijvende catalogus der houtsoorten van Nederlandsch Oost-Indië aanwezig in het koloniaal museum op het paviljoen te Haarlem, door F. W. van Eeden. 8vo.	»
Bouwkundige bijdragen, uitgegeven door de maatschappij tot bevordering der bouwkunst. Deel 19, 1ste, 2de en 3de stuk. 4to.	»
Afbeeldingen van oude bestaande gebouwen. 16de afl. Stadhuis te Leyden, 3de gedeelte platen nº. LXXIV—LXXVIII. folio.	»
Verslag van den toestand en de werkzaamheden van de afdeeling 's Gravenhage der maatschappij tot bevordering der bouwkunst over 1871—1872. 8vo.	De afdeeling.
Verslag van den toestand en de werkzaamheden der afdeeling Rotterdam van de maatschappij tot bevordering der bouwkunst 1871—1872. 8vo.	»
Bijdragen tot de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsche Indië. Derde volgreeks. Zesde deel, 3de stuk, zevende deel, 1ste en 2de stuk. 8vo.	Het instituut.
Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch Indië, uitgegeven door de Nederlandsch Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Deel XVII afl. 1—4. Deel XVIII afl. 1. 8vo.	De maatschappij.
Nederlandsch meteorologisch jaarboek. Uitgegeven door het koninklijk nederlandsch meteorologisch Instituut. 1868, 2de deel en 1872, 1ste deel. 4to.	Het instituut.
Verslag van de aanwinsten der Koninklijke bibliotheek gedurende het jaar 1871. 8vo.	De bibliothekaris.
Algemeen verslag van den toestand der gemeente 's Gravenhage over het jaar 1871. 8vo.	Burgemeester en wethouders.
Veertiende jaarlijksch verslag door de hoofdcommissie aan de leden van de vereeniging tot daarstelling van een algemeene openbare bibliotheek en van een daaraan verbonden leeskabinet te Rotterdam, medegedeeld in de algemeene vergadering van 22 Februarij 1873. 8vo.	Rotterdamsch leeskabinet.

De Volksvlijt. Tijdschrift voor nijverheid, handel, landbouw en scheepvaart. Uitgegeven door het «Paleis voor Volksvlijt» te Amsterdam. 1872, nº. 3—12. 8vo	De directie.
Verslag van de maatschappij voor den werkenden stand over het jaar 1871. 8vo.	De maatschappij.
Verslag der vereeniging: «de ambachtschool», gevestigd te Rotterdam, over het jaar 1871/72 medegedeeld in de algemeene vergadering van 30 Mei 1872. 8vo.	De vereeniging.
Verslag van de maatschappij tot exploitatie van staatsspoorwegen over het jaar 1871. 8vo.	De maatschappij.
Verslag van den raad vau toezigt op de spoorwegdiensten over bet jaar 1871. 8vo.	De raad.
Nadere adviezen, uitgebragt aan dijkgraaf en hoogheemraden van Rijnland, door de ingenieurs J. F. W. Conrad, L. A. Reuvens en T. J. Stieltjes in commissie vereenigd met den ingenieur hoofdopzigter van Rijnland P. Maas Geesteranus. 1871—1872. 4to.	Dijkgraaf en hoogheemraden van Rijnland.
Compte-rendu du congrès des sciences géographiques, cosmographiques et commerciales tenu à Anvers, du 14 au 22 Août 1871. 2 dln. 8vo. Met kaarten.	Het bestuur.
Catalogue de l'exposition ouverte du 14 au 27 Août 1871. 8vo.	»
Zeitschrift für Bauwesen, 1870 en 1871, 2dln. 4to., met atlas folio.	Ministerium des Handels, Berlijn.
Protokolle der 76. und 77. ordentliche Hauptversammlung des Sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. 8vo.	Der Verein.
Minutes of proceedings of the Institution of civil Engineers, with abstracts of the discussions. Vol. XXXIII and XXXIV, session 1871—72. part I and II. 8vo.	The institution.
Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the institution for the year 1870. 8vo.	Smithsonian Institution.
An essay on the steam-boiler, read before the Franklin Institute, Philadelphia, Januarij 16, 1867, by Joseph Harrison Jr. 8vo.	»
Over de drukking van aarde tegen bekleedingsmuren, benevens ontwikkeling der voornaamste formulen, voor de afmetingen dezer muren, door dr. I. P. Delprat. 8vo. Met platen.	Honorair lid dr. I. P. Delprat.
Handbuch der Wasserbaukunst von G. Hagen. 3. Aufl. Zweiter Theil «Die Ströme,» Zweiter Band. 8vo. Met atlas in langw. 4to.	Honorair lid dr. G. Hagen.
Note sur le second principe de la thermodynamique par Th. Belpaire (Extrait des bulletins de l'Académie royale de Belgique. 2e série, tome XXXIV, nº. 12.) 8vo.	Lid Th. Belpaire.
Verslag van de uitkomsten der beproeving van de brug over het Hollandsch Diep bij Moerdijk op den 27sten December 1871.	Lid J. G. van den Bergh.
Beschouwingen over lokale spoorwegen, door H. C. Bosscha. 8vo.	Lid H. C. Bosscha.
De overbrugging van het Hollandsch Diep, door J. L. Cluysenaer. (Overdruk uit «Onze tijd») 8vo.	Lid J. L. Cluysenaer.
Lokale spoorwegen, door G. van Diesen 1872. (Overdruk uit de Gids.) 8vo.	Lid G. van Diesen.
Bijdrage over «Emigratie uit Nederland naar Nederlandsch Oost-Indie met het oog op de mogelijkheid eener kolonisatie» (Werken van het Indisch genootschap.) 8vo.	Lid C. de Groot.
Tabellen van waargenomen waterstanden van de Zuiderzee en de Vecht te Muiden, opgemaakt uit de dagelijksche waarnemingen gedaan door de directie der militaire genie en van de Vecht aan de Weerdsluis te Utrecht 1854—71. fol.	Lid W. H. H brecht.
De nieuwe waterweg van Rotterdam naar zee met eene kaart van het nieuwe zeegat aan den Hoek van Holland, door den schrijver van «De Noordzee voor Amsterdam». 4to.	Lid A. Huët.
«De Waterlocomotief.» Eene mededeeling in het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. 8vo.	»
Een exemplaar van het rapport van den chef der hydrographie behelzende een overzigt der hydrographische opnemingen van den Nieuwen Rotterdamschen Waterweg, door den minister van marine aan de tweede kamer der staten-generaal ingezonden. folio.	Lid J. J. van Kerkwijk.
Bibliothèque des professions industrielles et agricoles fondée par E. Lacroix. 8vo.	Lid. E. Lacroix.
Traité pratique de la construction des tramways, chemins de fer à chevaux, dits chemins de fer Américains etc., par M. le Cte d'Adhémar. 8vo.	»
Etudes sur les boissons fermentées etc., par Maurice Boucherie. 8vo.	»
Carbonisation du bois, emploi du combustible dans la métallurgie du fer, par A. Gillot. 8vo. Met tabel.	»

La science de la construction du navire considérée dans ses rapports avec les lois de la nature, par Cavelier de Cuverville. 8°. Met platen.	Lid E. Lacroix.
Théorie et applications des dynamoteurs, par P. Guzman. 8vo. Met platen.	»
Liernur's stads reinigingstelsel. Waarin bestaat dit? en welke bezwaren zijn er tegen? door den uitvinder. 8vo.	Lid Ch. T. Liernur.
De Noordhollandsch-Friesche spoorweg, door H. Linse (Overgedrukt uit het weekblad « de Opmerker ».) 8vo.	Lid H. Linse.
Eenige waarnemingen en opmerkingen over het opwaaijen van water, door J. R. T. Ortt. 8vo.	Lid jhr. J. R. T. Ortt.
Statistisch topographische Tabellen n°. 1 und 2, von dem Grossherzogthum Baden, bearbeitet auf dem Karten-Büreau des Gr. General-quartiermeisterstabs 1844.	Lid W. C. A. Staring.
Bijdrage tot de kennis der gothische bouwkunst of spitsbogenstijl in Nederland, door Servaas de Jong. Amsterdam, 1847—1851. Met 12 platen.	»
Trésor de l'art ancien, sculptures, architectures, émaux, mosaïques et peintures recueillis en Belgique et dans les provinces limitrophes. Monuments artistiques et archéologiques la plupart inédits, dessinés d'après nature et gravés par Arnaud Schaepkens, 30 planches grand in folio, avec texte explicatif. Bruxelles 1846.	»
Verslag over den tegenwoordigen toestand der afwatering in Twenthe en over de middelen om die te verbeteren, opgemaakt naar de metingen van 1869—1871, die op last van de staten van Overijssel zijn geschied, door T. J. Stieltjes. 8vo. Met kaart.	Lid T. J. Stieltjes.
Mededeeling over de in aanleg zijnde drinkwaterleiding te Rotterdam, door C. B. van der Tak. 4to.	Lid C. B. van der Tak.
Memoir of Frederik Willem Conrad M. Inst. C. E. 8vo.	Lid J. M. Telders.
Reports bij Her Majesty's secretaries of embassy and legation on the manufactures, commerce, etc., of the countries in which they reside, with appendice relating to coal and flax. 8vo.	Lid J. Tideman.
Wisconsin, its natural resources and industrial progress, being a portion of the transactions of the Wisconsin state agricultural society, for the year 1860. 8vo.	»
Fibrous substances, indigenous and exotic. Their nature, varieties and treatment considered with a view, to render them further useful for textile and other purposes bij S. L. Swaab. 8vo.	Lid J. Tideman.
Canada, at the Universal exhibition of 1855. 8vo. Met fig. en kaart.	»
Catalogus der tentoonstelling van provinciale nijverheid en kunst te Amsterdam 1859. 8vo.	
Mittheilungen, aus dem Gebiete der Statistik. Herausgegeben von der Direction der administrativen Statistik im K. K. Handels-Ministerium. Fünfter Jahrgang, 1. Heft. 8vo. Met kaarten.	»
Staatsalmanak voor het Koningrijk der Nederlanden, 1872. 8vo.	»
Ontwerp-reglement voor het Hoogheemraadschap van Schieland. 8vo.	»
Eenige bemerkingen betreffende de indijking en inpoldering van een gedeelte der Zuiderzee. 4to. Met platen.	Jhr. P. Opperdoes Alewijn.
Annalen der Sternwarte in Leiden. Herausgegeben von dr. F. Kaiser, Dritter Band. 1872 fol.	Dr. H. G. van de Sande Bakhuyzen.
Verslagen van den staat der sterrenwacht te Leyden 1871/72. 8vo.	»
Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia, etc. Vol. I. 4to.	Dr. P. A. Bergsma.
Van Gendt en Brinkman's technische bibliotheek N°. 1 en 2. 8vo.	C. L. Brinkman,
Les oscillations des côtes de France par Delesse (Extrait du bulletin de la société de géographie. Janvier 1872). 8vo. Met kaart.	Delesse.
Het electro-magnetismus toegepast op de vervaardiging van tijdwijzers of uurwerken, door jhr. A. Everts. 8vo. Met pl.	Jhr. A. Everts.
De afscheiding der Banne Landsmeer in het Hoogheemraadschap Waterland van het Noordhollandsche Kanaal. 4to. Met 2 kaartjes.	Mr. J. G. A. Faber.
Chemin de fer grand central Belge. Direction des voies et travaux, compte rendu de l'exercice 1867, 1868, 1869, 1871. — Traction et matériel, compte-rendu 1867—1871. 4to.	C. J. Geade.
Théorie complète des nombres complexes dans les diverses fonctions suivie d'un complément par G. C. Louwenrier. 8vo.	H. J. van de Garde.
Cherbourg, sa ville, son port et son commerce. 8vo.	Eug. Liais.
De Landbouwcourant 1872 n°. 15—53 en 1873 n°. 1—14. fol.	Dr. L. Mulder.

Nieuwe Boeren-goudmijn 1872 vel 7—24 en 1873 vel 1—6. 4o.	Dr. L. Mulder.
Der kartographische Standpunkt Europa's vom Jahre 1869 bis 1871 von Emil von Sydow. 4to.	E. von Sydow.
Over het vermeerderen der duurzaamheid van hout, voor spoorweg- en waterbouw, telegraphie, scheeps- en burgerlijke bouwkunde door J. L. Terneden. 8vo. Met plaat.	J. L. Terneden.
Opmerker 1873, n°. 9 en 10. fol.	»
Notice nécrologique sur M. Avril, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite par Léonce Reynaud. 8vo.	De Villiers du Terrage.
Mémoire sur le pont-viaduc du Point du Jour et sur les ouvrages d'art de la section du chemin de fer de ceinture par Bassompierre-Swérin et de Villiers du Terrage. 8vo. Met pl.	»
Notices sur de Villiers du Terrage par Mary, Maury et Jomard. 8vo.	»
Kaarten, Platen, enz.	
Waterstaatskaart van Nederland, Willemstad, blad 1, 2, 3 en 4, Middelburg, blad 1, 2, 3 en 4, Zierikzee, blad 1 en 2 en blad Goedereede.	Minister van binnenlandsche zaken.
Kaart der residentie Semarang in 6 bladen.	Minister van kolonien.
Kaart der residentie Soerakarta in 6 bladen.	»
Achttien photographische afbeeldingen der overbrugging van het Hollandsch Diep bij Moerdijk.	Lid J. G. van den Bergh.
Vier photographische afbeeldingen der havenwerken te Harlingen.	Lid P. J. H. Hayward.
Vier photographische afbeeldingen van de werken aan den Roodvoet.	Lid W. C. P. baron van Reede van Oudshoorn.
Photographische afbeelding van den viaduct langs de houttuinen, te Amsterdam. 2 exc.	Lid A. J. van Prehn.
Topographische Karte in XXII Blättern, den grössten Theil van Westphalen enthaltend, so wie auch das Herzogthum Westphalen und einen Theil der Hannövrischen, Braunsweichischen, und Hessischen Länder, nach astronomischen und trigonometrischen Ortsbestimmungen auf Befehl Seiner Majestät Friedrich Wilhelm III Königs von Preussen, herausgegeben vom General Major von Le Coq, im Jahre 1805 Masstab 1 : 86 400 (600 Ruthen auf einen Zoll).	Lid W. C. A. Staring.
Karte von dem Grossherzogthum Baden, bearbeitet auf dem Karten-Büreau des Gr. General-quartiermeisterstabs 1843. Masstab 1 : 400 000. 1 Blatt.	»
Topographischer Atlas über das Grossherzogthum Baden auf Befehl Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs Leopold, nach den Original-Aufnahmen des militairischen Topographischen Büreau's im 55 Blättern. Bearbeitet und gestochen im Masstabe von 1 : 50 000. Verjüngung auf dem Karten-Büreau des Gr. General-quartiermeisterstabs 1838—1849.	»
't Hooge Heemraedschap van Rijnland 1687—1746 in 12 bladen en een titelblad, schaal van 1 : 28 800.	»
Vijf platen van het geneeskundig gesticht voor krankzinnigen te Meerenberg bij Haarlem.	Lid J. Tideman.
Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz.	»
New railwaybridge over the Rhine near Mayence.	»
Herinneringsmedaille aan het in 1871 te Antwerpen gehouden aardrijkskundig congres, met diploma.	Het bestuur.

LIJST

VAN

STAATS-LIGCHAMEN, WETENSCHAPPELIJKE GENOOTSCHAPPEN EN INSTELLINGEN,

MET WELKE HET INSTITUUT IN BETREKKING STAAT.

NEDERLAND EN KOLONIEN.

Tweede kamer der staten-generaal.
Departement van justitie.
» » binnenlandsche zaken.
» » marine.
» » financiën.
» » oorlog.
» » koloniën.
Koninklijke akademie van wetenschappen, te Amsterdam.
Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte, te Rotterdam.
Hollandsche maatschappij der wetenschappen, te Haarlem.
Provinciaal utrechtsch genootschap van kunsten en wetenschappen, te Utrecht.
Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid, te Haarlem.
Departement van die maatschappij, te Amsterdam.
Teyler's tweede genootschap, te Haarlem.
Maatschappij tot bevordering der bouwkunst, te Amsterdam.
Afdeeling van die maatschappij, te 's Gravenhage.
» » » » » Arnhem.
Koninklijk instituut voor de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indie, te 's Gravenhage.
Koninklijk nederlandsch meteoroligisch instituut, te Utrecht.
Wiskundig genootschap: «een onvermoeide arbeid komt alles te boven», te Amsterdam.
Paleis voor volksvlijt, te Amsterdam.
Rotterdamsch leeskabinet.
Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen, te Batavia.
Natuurkundige vereeniging in Nederlandsch Indië, te Batavia.
Nederlandsch-Indische maatschappij van nijverheid en landbouw, te Batavia.
Hoogeschool te Utrecht.
Koninklijk instituut voor de marine, te Willemsoord.
Koninklijke militaire akademie, te Breda.
Polytechnische school, te Delft.
Koninklijke bibliotheek, te 's Gravenhage.
Bibliotheek der stad Amsterdam.

BUITENLAND.

Commission des Annales des travaux publics, à Bruxelles.
Comité du Cercle indnstriel, à Liége.
École impériale des ponts et chaussées, à Paris.
Institution of Civil Engineers, London.
Literary and Philosophical Society of Manchester.
Königl. technische Bau-Deputation (Ministerium des Handels), zu Berlin.
Sächsischer Ingenieur- und Architekten-Verein, zu Dresden.
Architecten- und Ingenieur-Verein, zu Hannover.
Technischer Verein, zu Oldenburg.
Oesterreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein, zu Wien.
Université royale de Norvège, à Christiania.
Société impériale géographique de Russie, à St. Petersbourg.
Smithsonian Institution, Washington.
Public Library, Melbourne.

ALPHABETISCHE LIJST DER LEDEN

VAN

HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

1873.

OPRIGTERS.

F. W. Conrad, Dr. G. Simons, L. J. A. van der Kun.

RAAD VAN BESTUUR

in Mei 1873.

DE BESCHERMHEER, honorair president.

Roosternommer.	Jaar van aftreding.	Rangorde naar ouderdom van dienst ala raadsleden.	Benoemd tot:
6	1874	T. J. Stieltjes.	Raadslid 8 Junij 1865.
			" 8 Junij 1871.
1	1873	W. T. Koster.	Raadslid 14 Junij 1866.
			" 9 Junij 1870.
5	1873	Jhr. G. J. G. Klerck, president.	Raadslid 13 Junij 1867.
			" 8 Junij 1871.
			President 22 Junij 1871.
7	1875	J. G. W. Fijnje.	Raadslid 13 Junij 1867.
			" 13 Junij 1872.
2	1873	J. A. Kool. penningmeester.	Raadslid 9 Junij 1870.
			Penningmeester 2 Julij 1873.
3	1873	C. Brunings. vice-president.	Raadslid 9 Junij 1870.
			Vice-president 2 Julij 1872.
4	1874	N. T. Michaëlis.	Raadslid 8 Junij 1871.
8	1875	N. H. Henket.	Raadslid 13 Junij 1872.
9	1875	L. C. van Kerkwijk.	Raadslid 31 Augustus 1872.
	1875	J. Tideman.	Secretaris 26 Junij 1860.

BESCHERMHEER.

	Beschermheer. Instituutsjaar waarin geworden. H. L.	Lid.
1 Z. M. de Koning.		

HONORAIRE LEDEN.

2 Z. K. H. de Prins van Oranje.	21	»	's Gravenhage.
3 Z. K. H. Frederik, Prins der Nederlanden.	2	»	's Gravenhage.
4 Z. K. H. Hendrik, Prins der Nederlanden.	2	»	's Gravenhage.
5 Dr. I. P. Delprat.	21	2	's Gravenhage.
6 J. Fowler.	21	»	Londen.
7 Dr. G. Hagen.	21	»	Berlijn.
8 Mr. J. Heemskerk Az.	21	»	's Gravenhage.
9 F. De Lesseps.	12	»	Parijs.
10 C. Manby.	21	»	Londen.
11 Mr. P. Mijer.	24	»	Utrecht.
12 Ch. F. Pahud.	11	»	's Gravenhage.
13 Mr. G. C. J. van Reenen.	9	»	's Gravenhage.
14 Mr. A. J. Duymaer van Twist.	6	»	Diepenveen.

GEWONE EN BUITENGEWONE LEDEN.

	Lid. B.	L.	
15 H. P. van den Aardweg.	20	15	Purmerend.
16 J. D. C. W. baron d'Ablaing van Giessenburg.	18	13	Siegen (Westphalen.)
17 J. Adam.	23	18	Antwerpen.
18 D. Akamats (Nori Kats).	19	»	Japan.
19 P. A. van Aken.	4	»	Nieuwediep.
20 A. B. Albers.	»	23	Zutphen.
21 Mr. J. P. Amersfoordt.	21	»	Haarlemmermeer.
22 F. H. Ampt.	12	7	Nijmegen.
23 A. E. André de la Porte.	22	17	's Hertogenbosch.
24 G. A. Andriesse.	»	26	Oostindie.
25 L. Antenne.	23	»	's Gravenhage.
26 J. E. van den Arend.	7	»	Haarlem.
27 J. van Asperen.	23	18	Amsterdam.
28 J. F. Augier.	1	»	's Gravenhage.

29	Jhr. F. Backer.	17	» Breda.
30	W. J. Backer.	10	5 Rotterdam.
31	W. Badon Ghijben.	1	» Arnhem.
32	F. C. Bake.	17	12 Almelo.
33	J. W. Bake.	1	» Amsterdam.
34	H. A. van den Wall Bake.	17	» Utrecht.
35	R. W. J. C. van den Wall Bake.	1	» Amsterdam.
36	W. J. van Bakel.	24	» Oostindie.
37	P. K. Bakker Korff.	6	1 Haarlem.
38	F. C. de Bas.	»	26 Standdaarbuiten.
39	W. B. C. de Bas.	23	18 Oostindie.
40	A. Baud.	9	4 Delft.
41	Dr. E. H. von Baumhauer.	1	» Haarlem.
42	F. J. H. Bayer Jr.	23	» Oostindie.
43	H. F. W. Becking.	27	22 Utrecht.
44	H. Begeman.	»	23 Oostindie.
45	J. F. Beijen.	13	8 Ermelo.
46	J. Beijerinck.	25	» Oostindie.
47	J. A. Beijerinck.	1	» 's Gravenhage.
48	M. G. Beijerinck.	16	11 Rotterdam.
49	P. I. G. Beijerinck.	7	» 's Gravenhage.
50	W. F. A. Beijerinck.	7	2 Amsterdam.
51	H. F. Beijerman.	»	26 Delft.
52	A. A. Bekaar.	27	22 Sluis.
53	Th. Belpaire.	26	» Antwerpen.
54	H. E. van Berckel.	23	18 Oostindie.
55	C. P. J. van den Berg.	24	» Utrecht.
56	F. J. van den Berg.	12	7 Delft.
57	J. P. van den Berg Jz.	1	» Delft.
58	J. I. E. van Bergen.	»	23 Oostindie.
59	J. G. van den Bergh.	7	2 Breda.
60	E. H. Bergsma.	7	» Arnhem.
61	D. P. Berkhout.	17	12 's Gravenhage.
62	Mr. J. J. Teding van Berkhout.	7	» Amsterdam.
63	Jhr. W. H. Teding van Berkhout.	15	» Oostindie.
64	C. A. Besier.	26	21 Wiesbaden.
65	C. Beth.	12	» Oostindie.
66	N. J. Beversen Jr.	»	25 Amsterdam.
67	H. J. Bijleveld.	»	25 Breda.
68	A. van der Bijll.	»	24 Oostindie.
69	IJ. Bijvoets Gz.	23	» Amsterdam.
70	J. H. Bik.	27	22 Oostindie.
71	B. P. Bilheimer.	»	26 Delft.
72	P. S. Blanchemanche.	14	» Brussel.
73	J. van Lakerveld Blanken.	1	» Gouda.
74	Th. Bleckmann.	11	6 's Gravenhage.
75	W. C. A. de Bloeme.	24	» 's Gravenhage.
76	W. J. S. J. Blom.	16	11 Zierikzee.
77	A. R. Blommendal.	21	» 's Gravenhage.
78	J. Boelen JRz.	17	» Amsterdam.
79	P. J. J. Bogaert.	1	» Maastricht.
80	C. J. Bolten.	1	» 's Gravenhage.
81	J. F. Boogaard.	22	» 's Gravenhage.
82	Th. Boom.	»	26 Luik.
83	J. P. de Bordes.	14	» 's Gravenhage.
84	Mr. Ch. Bosch Reitz.	16	» de Helder.
85	H. C. Bosscha.	7	» Groningen.
86	M. J. van Bosse.	23	18 Oostindie.
87	H. G. Boumeester.	8	» Oostindie.
88	L. J. Bour.	26	» Amsterdam.
89	L. G. B. Bouricius.	23	18 Oostindie.
90	W. J. Brade.	22	17 Rotterdam.
91	J. I. Brants.	24	19 Arnhem.
92	K. H. van Brederode.	6	1 Rotterdam.
93	J. P. Bredius.	23	» Dordrecht.
94	W. J. Brender à Brandis.	27	22 's Gravenhage.
95	S. J. H. Breukel.	21	16 Avereest.
96	A. J. Brevet.	10	5 Leeuwarden.
97	I. J. Brevet.	25	20 Hees.
98	J. S. Broedelet.	21	16 Oostindie.
99	A. C. Broekman.	18	13 Vlissingen.
100	L. A. Brouwer.	22	17 's Gravenhage.
101	G. Brown.	21	» Velsen.
102	P. de Bruin.	»	25 Utrecht.
103	C. Brunings.	1	» 's Gravenhage.
104	J. J. Brutel de la Riviére.	»	24 's Gravenhage.
105	P. H. Bruyn.	21	» Amsterdam.
106	C. de Bruyn.	25	20 Zwolle.
107	H. de Bruyn.	6	» Oostindie.
108	P. H. de Bruyn.	27	22 Oostindie.
109	B. Cost Budde.	21	16 Deventer.
110	J. J. Buddingh.	12	» Arnhem.
111	Dr. C. P. Burger.	13	» Leeuwarden.
112	L. Burgersdijk.	23	18 Gouda.
113	Jhr. P. H. A. Martini Buys.	16	11 Rotterdam.
114	C. Storm Buysing.	23	18 Rotterdam.
115	P. Caland.	1	» 's Gravenhage.
116	H. F. G. N. Camp.	1	» 's Gravenhage.
117	G. W. Camphuis.	26	» Oostindie.
118	C. P. del Campo, gen. Camp.	1	» 's Gravenhage.
119	W. F. del Campo, gen. Camp.	1	» 's Gravenhage.
120	Jhr. H. van Capellen.	27	22 Leeuwarden.

121	J. G. M. A. Carlier.	15	10 Oostindie.
122	C. J Carlsen.	22	» Kopenhagen.
123	C. A. Carpreau.	21	16 IJzendijke.
124	Jhr. F. de Casembroot.	21	» 's Gravenhage.
125	K. F. Caspersz.	24	» Oostindie.
126	R. J. Castendijk.	»	25 's Hertogenbosch.
127	J. A. Ceulen.	22	» Oostindie.
128	D. C. Christie.	4	» Rotterdam.
129	Jhr. A. van Citters.	18	13 Oostindie.
130	S. de Clercq Wz.	25	» Leiden.
131	J. A. le Clercq.	11	» 's Gravenhage.
132	J. L. Cluysenaer.	21	16 Oostindie.
133	C. A. Coenraad.	»	24 Oostindie.
134	J. J. van Coeverden.	15	» 's Gravenhage.
135	Dr. J. Cohen.	16	» Amsterdam.
136	J. M. Collette.	25	» 's Gravenhage.
137	J. W. le Comte.	24	» Oostindie.
138	H. van Assendelft de Coningh.	1	» Vlissingen.
139	J. F. W. Conrad.	1	» Middelburg.
140	J. W. H. Conrad.	8	3 Utrecht.
141	J. G. Cook.	20	» Oostindie.
142	M. Couvée DJzn.	»	23 Oostindie.
143	G. G. G. Canter Cremers.	17	12 Gorinchem.
144	A. J. Crommelin.	21	16 Oostindie.
145	C. A. Crommelin.	23	» Amsterdam.
446	A. van Cuylenburgh Junr.	22	17 Arnhem.
147	W. H. J. Dates.	»	26 's Gravenhage.
148	A. Debeil.	26	» Luik.
149	C. W. baron van Dedem.	16	11 Zwolle.
150	B. A. A. Deenik.	18	» Middelburg.
151	A. Deking Dura.	»	23 Dordrecht.
152	F. Dekker.	23	» Rotterdam.
153	Th. F. A. Delprat.	»	26 Newport-Trife.
154	H. A. G. von Dentsch.	»	25 Oostindie.
155	J. G. C. von Dentzsch.	21	16 Oostindie.
156	H. G. Derx.	19	14 's Gravenhage.
157	M. Deutekom.	7	» Amsterdam.
158	A. M. E. van Deventer.	6	» Utrecht.
159	F. D. N. van Deventer.	11	6 Almelo.
160	H. M. Dibbetz.	16	11 Oostindie.
161	G. van Diesen.	8	3 Utrecht.
162	S. P. H. van Diggelen.	»	26 Delft.
163	P. van Dijk.	21	» Oostindie.
164	J. J. Dijkstra.	23	» Oostindie.
165	L. V. Dingemans.	24	19 Oostindie.
166	J. Dirks.	4	» Amsterdam.
167	Dr. E. F. van Dissel.	19	14 Rotterdam.
168	Dr. T. van Doesburgh.	12	» Kralingen.
169	J. W. van Dolder.	24	» Oostindie.
170	J. G. van Dongen.	25	» Oostindie.
171	C. J. van Doorn.	18	13 Japan.
172	J. Drabbe.	18	» Nijmegen.
173	I. B. Drossaers.	8	» Oostindie.
174	W. L. C. Drossaers.	26	» Oostindie.
175	J. Drost Jr.	»	26 Rotterdam.
176	P. L. Dumoulin.	21	16 Oostindie.
177	M. J. van Duyl.	14	9 Zutphen.
178	F. M. baron van Eck.	16	» Utrecht.
179	F. W. van Eeden.	26	» Haarlem.
180	C W. Eekhout.	17	12 Ubbergen.
181	A. R. Egeler.	2	» Amsterdam.
182	F. H. van Egmond.	16	11 Oostindie.
183	J. C. Egter.	24	» Oostindie.
184	A. W. Egter van Wissekerke.	4	» Oostindie.
185	A. Eisses.	25	» Oostindie.
186	P. E. Ekama.	»	26 Delft.
187	R. K. Van Eldik.	22	» Venlo.
188	J. W. Witsen Elias.	9	4 Groningen.
189	E. van der Elst.	5	» Kerkrade.
190	M. E. d'Engelbronner.	24	19 Minneapolis Minnesota.
191	Jac. Enschedé Johz.	10	5 Luik.
192	H. L. Enthoven Lz.	1	» 's Gravenhage.
193	K. Enthoven Lz.	1	» 's Gravenhage.
194	A. W. van Erkel.	24	19 Schiedam.
195	J. P. Ermeling.	4	» Oostindie.
196	F. Ermerins.	15	10 's Gravenhage.
197	G. A. Escher.	23	18 Middelburg.
198	H. P. Eskes.	18	» Ouder-Amstel.
199	W. P. Eskes.	20	15 Beverwijk.
200	E. A. C. F. von Essen.	»	26 Delft.
201	F. H. van Etteger.	22	17 Dordrecht.
202	F. H. Eussen.	26	» 's Gravenhage.
203	P. J. Eussen.	25	» Oostindie.
204	P. Evekink.	20	15 Amsterdam
205	J. D. Evers.	13	8 Amsterdam.
206	E. J. Everts.	16	11 Oostindie.
207	J. J. M. Everts.	23	» Oostindie.
208	R. Everwijn.	15	» Oostindie.
209	L. Exalto.	20	15 Moordrecht
210	L. J. Eymer.	23	18 Rotterdam.
211	J. Fabius.	17	12 Amsterdam.

212 A. Fagel.	6	1	Neuzen.
213 J. A. Feith.	1	»	Groningen.
214 P. A. de Feyfer..	23	18	Oostindie.
215 H. Figée.	15	»	Haarlem.
216 H. F. Fijnje van Salverda.	1	»	Alphen a/d Rijn.
217 J. G. W. Fijnje.	1	»	's Gravenhage.
218 L. F. Fisscher.	22	17	Oostindie.
219 J. Flikkenschild.	24	»	Oostindie.
220 Mr. C. Fock.	25	»	's Gravenhage.
221 C. A. Fol.	25	»	Oostindie.
222 E. G. A. Fol.	26	»	Rotterdam.
223 W. M. baron Forstner van Dambenoy.	23	18	's Gravenhage.
224 M. Lindsay Freeman.	»	26	Heemstede.
225 W. A. Froger.	1	»	Amsterdam.
226 F. A. Gaymans.	»	26	Delft.
227 C. Gast.	23	»	Oostindie.
228 W. J. van Geer.	»	26	Delft.
229 J. A. de Gelder.	23	»	Oostindie.
230 F. W. van Gendt JGz.	11	6	Arnhem.
231 J. G. van Gendt.	1	»	Weesp.
232 J. G. van Gendt Junr.	16	11	Amsterdam.
233 W. graaf de St.-George.	23	»	Changins s/Nyon.
234 J. H. H. d'Arnaud Gerkens.	25	20	Oostindie.
235 C. S. van Geuns.	19	14	Oostindie.
236 M. van Geuns Jzn.	10	»	Oostindie.
237 A. G. de Geus.	18	»	Amsterdam.
238 J. M. Giesbers.	7	»	Amsterdam.
239 J. J. Glinderman.	21	»	Amsterdam.
240 D. Goedkoop.	18	»	Amsterdam.
241 P. Goedkoop.	18	»	Amsterdam.
242 C. J. van Goens.	10	5	Zwolle.
243 P. W. Haack van der Goes.	25	»	Oostindie.
244 J. J. B. Goettsch.	26	»	Utrecht.
245 G. Gordon.	10	»	Melbourne.
246 A. Gorter.	»	26	Delft.
247 J. Gorter.	25	20	Terschelling.
248 I. Gosschalk.	18	»	Amsterdam.
249 A. E. J. Graat.	»	25	Velsen.
250 M. W. J. 's Gravesande Guicherit.	»	26	Delft.
251 J. J. R. Grinwis.	14	9	Amsterdam.
252 A. D. J. Groenemeijer.	21	»	Oostindie.
253 J. W. Groenemeijer.	24	»	Oostindie.
254 J. Groll.	6	»	Leiden.
255 A. de Groot.	25	20	Beverwijk.
256 C. de Groot.	4	1	's Gravenhage.
257 H. P. Gutteling.	27	22	Oostindie.
258 A. F. van Haastert.	16	11	Oostindie.
259 J. R. Hagedoorn.	23	»	Oostindie.
260 G. Hageman.	21	16	Utrecht.
261 E. A. Haitink.	6	»	's Gravenhage.
262 H. G. C. M. Hamming.	25	20	Oostindie.
263 A. L. Hardy de Beaulieu.	25	»	Brussel.
264 L. A. H. Hartogh.	19	14	Amsterdam.
265 M. H. Hartogh.	»	23	Amsterdam.
266 A. K. P. F. R. van Hasselt.	19	14	Fijenoord.
267 J. van Hasselt.	»	24	Ravestein.
268 J. D. van Hasselt.	24	»	Kampen.
269 J. C. van Hattum.	25	»	Sliedrecht.
270 J. P. Havelaar.	20	15	Utrecht.
271 P. A. T. Havelaar.	15	10	Utrecht.
272 J. Hawkshaw.	20	»	Londen.
273 P. J. H. Hayward.	1	»	Leeuwarden.
274 G. L. van Heel.	»	25	Oostindie.
275 A. N. J. van Hees.	25	20	's Gravenhage.
276 A. W. Hein.	»	26	Delft.
277 W. K. L. van Helden.	24	»	's Gravenhage.
278 J. J. Hellendoorn.	25	20	Oostindie.
279 J. F. Helmers.	»	26	Velsen.
280 A. M. J. Hendrichs.	25	»	Amsterdam.
281 H. Hendriks.	»	26	Delft.
282 J. P. Hengeveld.	»	26	Delft.
283 N. H. Henket.	11	6	Delft.
284 J. F. Hennequin.	13	8	Sluis.
285 Th. W. C. Herckenrath.	»	23	Delft.
286 W. F. Heskes.	26	21	Oostindie.
287 H. P. van Heukelom.	10	»	Tilburg.
288 E. J. C. Heyligers.	20	15	Oostindie.
289 Dr. C. E. Heynsius.	26	»	Amsterdam.
290 T. Hida Hamagoro.	26	»	Japan.
291 Jhr. W. Hoeufft.	20	14	Utrecht.
292 M. Hofland.	»	25	Delft.
293 J. P. Hofman.	26	»	Gent.
294 P. J. Hofman.	26	»	Gouderak a/d IJssel.
295 W. P. Hofman.	23	»	Loenen a/d Vecht.
296 A. M. S. Hogerwaard.	24	»	Oostindie.
297 M. B. G. Hogerwaard.	21	16	's Hertogenbosch.
298 C. E. J de Lille Hogerwaard.	»	23	Utrecht.
299 A. Holtzman.	18	»	Amsterdam.
300 J. Ph. Holtzschue.	24	»	's Gravenhage.
301 A. van Hooff.	19	14	Sluis.
302 C. C. van Hooff.	13	8	Nijmegen.

303 B. Hoogenboom.	24	19	's Hertogenbosch.
304 P. van Hoogstraten.	14	9	Zutphen.
305 J. C. P. Hotz.	14	»	Rotterdam.
306 W. Houwens.	26	»	Rotterdam.
307 J. G. N. Hoven.	19	»	Rotterdam.
308 W. H. Hubrecht.	18	13	Utrecht.
309 A. Huët.	23	»	Delft.
310 S. L. Huizer.	22	»	Oostindie.
311 W. Hellier Hutchens.	»	26	Velsen.
312 C. A. Huygen.	»	26	Delft.
313 J. H. Huygens.	23	18	s Gravenhage.
314 M. A. van Idsinga.	18	12	Veere.
315 H. A. Insinger.	7	»	Lage Vuursche.
316 A. M. K. W. baron van Ittersum.	14	9	Zutphen.
317 F. s' Jacob.	24	»	Utrecht.
318 F. B. s' Jacob.	»	26	Delft.
319 J. G. Jäger.	18	»	Amsterdam.
320 H. G. Jansen.	7	»	Nieuwediep.
321 A. Jentink.	18	13	Breda.
322 S. W. J. Jitta.	25	»	Amsterdam.
323 J. Johnston.	24	»	Oostindie.
324 C. A. Jolles.	»	26	's Gravenhage.
325 A. Schram de Jong.	24	19	Luik.
326 W. de Jong.	20	15	's Gravenhage.
327 Jhr. C. J. de Jong van Beek en Donk.	»	24	Delft.
328 G. J. de Jongh.	23	18	Weesp.
329 G. J. W. de Jongh.	22	17	Oudewater.
330 P. G. J. Joosten.	»	26	Delft.
331 J. A. Jurriaanse.	23	»	Suriname.
332 A. Kaiser.	1	»	's Gravenhage.
333 J. Kalff.	9	4	Hilversum.
334 S. J. J. Kam.	25	20	Delfshaven.
335 A. W. C. G. Kamerling.	13	8	Oostindie.
336 N. J. Kamperdijk.	13	»	Utrecht.
337 A. J. H. van Kappen.	12	7	Oostindie.
338 A. C. Kapteyn.	»	25	Maastricht.
339 S. Karsten.	»	26	Delft.
340 C. W. van de Kasteele.	»	23	Groningen.
341 J. Kater Tzn.	12	7	Groningen.
342 S. L. Kempen.	12	»	Rotterdam.
343 Jhr. W. van Andringa de Kempenaer.	23	18	Groningen.
344 P. H. Kemper.	25	20	Utrecht.
345 J. W. P. Kennis.	20	»	Oostindie.
346 J. J. van Kerkwijk.	11	6	's Gravenhage.
347 L. C. van Kerkwijk.	14	»	's Gravenhage.
348 L. J. Kesper.	18	13	Amsterdam.
349 H. van Ketwich.	12	7	Oostindie.
350 J. Keulemans.	»	25	Oostindie.
351 A. Keurenaer.	27	22	Delft.
352 J. A. Keurenaer.	1	»	Delft.
353 C. G. Key.	27	22	's Gravesande.
354 P. A. Keyser.	24	»	Oostindie.
355 E. B. Kielstra.	20	15	Oostindie.
356 J. J. Kips.	18	»	Breda.
357 Mr. L. P. Kistemaker.	25	»	Utrecht.
358 Jhr. G. J. G. Klerck.	10	»	's Gravenhage.
359 J. D. M. de Klerk JCz.	27	22	Landsmeer.
360 F. D. Kloesmeijer.	25	20	Oostindie.
361 I. E. Kloos.	23	»	Kinderdijk.
362 J. Kluit.	23	18	Delfshaven.
363 A. W. T. Kock.	21	16	Groningen.
364 W. Kok.	24	19	Rotterdam.
365 D. A. Wittop Koning.	25	20	Veghel.
366 J. A. Kool.	1	»	's Gravenhage.
367 P. C. Kool.	26	»	Weesp.
368 A. L. de Bruyn Kops.	6	1	Arnhem.
369 C. J. de Bruyn Kops.	9	4	Delft.
370 C. M. de Bruyn Kops.	12	7	Frankfort a/M.
371 P. A. Korevaar.	15	»	Delft.
372 W. T. Koster.	12	7	's Gravenhage.
373 J. A. Krajenbrink.	5	»	Oostindie.
374 H. D. Kramer.	24	»	Oostindie.
375 A. Krauss.	24	»	Tatar Bazardchik.
376 W. J. A. von Krippendorff.	10	»	's Gravenhage.
377 L. Krom.	21	16	Amsterdam.
378 J. H. Kromhout.	12	7	Utrecht.
379 R. Kroon.	15	»	Buiksloot.
380 H. P. L. C. de Kruyff.	17	12	Deventer.
381 J. de Kruyff.	1	»	Maastricht.
382 W. Ph. de Kruyff.	25	20	Helder.
383 E. J. J. Kuinders.	25	20	Amsterdam.
384 H. P. M. G. van der Kun.	23	18	Venlo.
385 D. N. Labrijn.	18	»	Assen.
386 P. Labrijn Dzn.	8	»	Zierikzee.
387 E. Lacroix.	21	»	Parijs.
388 J. F. van Lakerveld.	22	17	Oostindie.
389 L. G. van Lakerveld.	16	»	Oostindie.
390 P. Langerhuizen Lz.	21	16	Huizen.
391 T. Lanser.	25	»	Zijpe.
392 C. A. de Leau.	15	»	Oostindie.

393	G. Lebret.	15	» Oostindie.
394	J. Lebret.	1	» Oosterbeek.
395	N. J. van der Lee.	1	» Zwolle.
396	J. L. Leefers.	24	» Oostindie.
397	W. F. Leemans.	20	15 Kampen.
398	J. Leembruggen Gz.	18	» Amsterdam.
399	J. C. de Leeuw.	1	» Anna-Paulowna-polder.
400	P. de Leeuw.	9	» Edam.
401	J. Leyds.	19	14 Fijenoord.
402	H. L. van der Lely.	6	1 Hoogeveen.
403	A. van Lennep.	19	» Heemstede.
404	Mr. H. J. van Lennep.	20	» Amsterdam.
405	H. W. Lettink.	24	» Oostindie.
406	H. G. Levert.	27	22 Oostindie.
407	V. Levyssohn.	24	» Oostindie.
408	Ch. T. Liernur.	20	» Frankfort a/M.
409	Mr. R. W. baron van Lijnden.	23	» Middelburg.
410	G. van Limburgh.	22	» Rotterdam.
411	B. van de Linde.	20	15 Oostindie.
412	H. van der Linden Dz.	18	» Rotterdam.
413	H. J. van der Linden.	25	» Oostindie.
414	I. A. Lindo.	26	21 Japan.
415	Ph. Lindo.	19	» Vrijenban.
416	H. Linse.	6	1 Dordrecht.
417	C. Logeman.	1	» Woudriehem.
418	Jhr. E. J. de Savornin Lohman.	18	13 Amsterdam.
419	P. Loke.	15	10 Hoorn.
420	H. G. Lorch.	25	20 Oostindie.
421	G. J. Luckerhof.	18	» Zierikzee.
422	S. A. van Lunteren.	9	» Utrecht.
423	D. Maarschalk.	4	» Oostindie.
424	P. Maas Geesteranus.	23	» Leiden.
425	H. A. van der Maaten.	23	18 Groningen.
426	P. Mescher Mackay.	26	» Amsterdam.
427	J. M. van der Made.	7	» Amsterdam.
428	P. R. van der Made.	5	» Dordrecht.
429	Jhr. C. C. A. de Maere Limnander.	26	» Gent.
430	P. Mager.	13	» Purmerende.
431	F. P. J. Mahieu.	18	13 's Gravenhage.
432	C. J. van der Mandele.	»	26 Luik.
433	R. O. van Manen.	18	» Nijmegen.
434	H. A. Mansfeldt.	27	22 Oostindie.
435	J. P. van Mansvelt.	17	12 Oostindie.
436	E. Marcella.	»	23 Oostindie.
437	Mr. J. E. B. L. Maritz van Craijesteyn.	8	» Dordrecht.
438	C. L. J. Martens.	»	26 's Gravenhage.
439	J. van Maurik.	1	» Amsterdam.
440	L. H. J. J. Mazel.	1	» 's Gravenhage.
441	M. Mazure.	26	» Groede.
442	A. W. Mees.	»	23 Amsterdam.
443	J. E. de Meijier.	»	23 Oostindie.
444	C. van Mensch,	21	16 Oostindie.
445	H. P. Mensinga.	»	25 Oostindie.
446	J. H. Menten.	18	» Oostindie.
447	J. Merghart Junr.	15	» Oostindie.
448	Jhr. J. B. van Merlen.	25	» Haarlem.
449	J. F. Metzelaar.	14	» 's Gravenhage.
450	W. C. Metzelaar	»	24 Deventer.
451	D. W. van der Meulen.	23	18 's Gravenhage.
452	S. R. A. van der Meulen.	26	» Haarlem.
453	C. T. van Meurs.	1	» 's Gravenhage.
454	J. van der Mey.	1	» Utrecht.
455	D. N. Meyners.	26	» Geertruidenberg.
456	N. T. Michaëlis.	1	» Rotterdam.
457	C. W. P. Mieling.	22	17 Utrecht.
458	P. Schenkenberg van Mierop.	18	13 Leeuwarden.
459	J. J. J. Milders.	15	» Delft.
460	Mr. C. Mirandolle.	13	» Rotterdam.
461	J. F. F. Moet.	15	10 Oostindie.
462	D. Geysbeek Molenaar.	25	20 Ambt-Ommen.
463	J. B. F. L. Molenbroek.	25	» Oostindie.
464	F. W. Mondriaan.	23	» Oostindie.
465	G. J. Morre.	18	» Delft.
466	S. H. Mossel.	4	» Amsterdam.
467	J. C. Motta.	24	» Oostindie.
468	P. J. Mouthaan.	6	1 's Gravenhage.
469	Dr. G. J. Mulder.	1	» Bennekom.
470	J. Mulder.	26	21 's Gravenhage.
471	J. A. Mulder.	22	» Gorinchem.
472	M. J. Mulder.	14	9 Oostindie.
473	A. T. L. Rouwenhorst Mulder.	»	25 Nijmegen.
474	F. G. N. Haitsma Mulier.	27	22 Roermond.
475	L. J. du Celliée Muller.	1	» Amsterdam.
476	C. de Munter.	26	» Gent.
477	R. C. Murman.	20	» Geldermalsen.
478	J. A. E. Musquetier.	23	18 's Gravenhage.
479	S. Westerbaan Muurling.	16	11 Oostindie.
480	A. Mijer.	»	24 Oostindie.
481	J. M. Nabbe.	17	» 's Hertogenbosch.
482	H. W. Nachenius.	27	22 Amsterdam.
483	A. J. H. M. A. baron van Nagell.	12	» Nederhemert.

484	H. S. Nederburgh.	17	12 Oostindie.
485	E. R. van Nes van Meerkerk.	25	» 's Gravenhage.
486	H. de Neufville.	8	3 Amsterdam.
487	P. J. Neyt.	20	15 Vlissingen.
488	W. A. Nicola.	19	» Arnhem.
489	N. H. Nierstrasz.	12	7 's Hertogenbosch.
490	W. J. A. Nieuwenhuisen.	6	1 's Gravenhage.
491	J. G. van Niftrik.	14	9 Amsterdam.
492	J. Breton de Nijs.	»	25 Oostindie.
493	J. H. Nivel.	23	18 Goch.
494	A. Tutein Nolthenius.	8	» Nijmegen.
495	R. P. J. Tutein Nolthenius.	»	26 Delft.
496	K. F. Bles van Nouhuys.	»	25 Weesp.
497	A. Numans.	24	» Oostindie.
498	S. J. Numans.	24	19 Oostindie.
499	A. L. H. Obreen.	25	20 Utrecht.
500	G. H. L. van Oordt.	13	» Oostindie.
501	J. W. L. van Oordt.	1	» Rotterdam.
502	G. Oosting.	27	22 Oostindie.
503	F. W. H. van Opstall.	3	» 's Hertogenbosch.
504	Jhr. J. R. T. Ortt.	1	» Haarlem
505	Jhr. J. Ortt van Schonauwen.	1	» Arnhem.
506	G. A. Oudijk.	23	» Gouda.
507	C. Outshoorn.	1	» Amsterdam.
508	W. H. von Oven.	24	» 's Gravenhage.
509	F. Overbeck.	20	» Oostindie.
510	S. J. G. van Overveldt.	»	23 Oostindie.
511	R. C. van der Palm.	23	» Oostindie.
512	Jhr. C. A. E. A. van Panhuys.	23	» 's Gravenhage.
513	J. Paul.	23	» Zevenhuizen.
514	A. A. Overgaauw Pennis.	14	9 Oostindie.
515	J. C. C. Pernis.	25	» Oostindie.
516	A. J. van Pesch.	18	» Delft.
517	G. A. Pet.	15	» 's Gravenhage.
518	A. F. Pflughaupt Jr.	»	23 Amsterdam.
519	M. F. J. Phaff.	21	» Leeuwarden.
520	M. C. J. Piepers.	1	» 's Gravenhage.
521	W. A. M. Piepers.	26	21 Amsterdam.
522	J. A. Pierrot.	26	» Maeseyck.
523	M. M. E. A. Hollingerus Pijpers.	»	26 Delft.
524	J. P. van der Ploeg.	25	20 Oostindie.
525	J. W. M. van de Poll.	7	2 Haarlem.
526	Jhr. W. van de Poll.	11	» Beverwijk.
527	A. Maclaine Pont.	20	» Alkmaar.
528	C. L. F. Post.	17	» Oostindie.
529	L. Pott.	»	25 Winkel.
530	A. J. van Prehn.	1	» Amsterdam.
531	S. Prince.	6	» Hertogenbosch.
532	Jhr. A. W. Quarles van Ufford.	26	21 Amsterdam.
533	Jhr. W. H. F. H. van Raders.	10	» Oostindie.
534	H. H. Radier.	11	» Oostindie.
535	Jhr. A. L. E. Ram.	23	» Utrecht.
536	J. C. Ramaer.	»	26 Delft.
537	N. S. Rambonnet.	»	25 Delft.
538	H. J. Rauws.	14	9 Oostindie.
539	R. J. W. P. P. A. Rauws.	15	» Arnhem.
540	H. Ree.	»	26 Velsen.
541	W. C. P. baron van Reede van Oudtshoorn.	1	» Utrecht.
542	Dr. R. van Rees.	1	» Utrecht.
543	P. Regout.	14	» Maastricht.
544	C. J. H. Reimers.	7	» Frederikshaven.
545	C. Remy.	16	» Rotterdam.
546	J. G. van Renterghem.	27	22 Utrecht.
547	Jhr. O. J. A. Repelaer.	»	24 's Gravenhage.
548	A. Resink.	20	15 Oostindie.
549	L. J. Resner.	24	» Oostindie.
550	A. C. Reuther.	1	» Haarlem.
551	G. Reuvekamp.	2	» Delft.
552	L. A. Reuvens.	7	2 Arnhem.
553	R. Reynders.	9	4 Stadskanaal.
554	J. C. Ribbers.	»	24 Delft.
555	C. P. E. Ribbius.	»	24 Gorinchem.
556	C. T. J. L. Rieber.	»	26 Delft.
557	W. F. H. van Riemsdijk.	19	» Helder.
558	A. van Riessen.	12	7 Sassenheim.
559	K. van Rijn.	11	6 Beverwijk.
560	G. Rijperman.	25	20 Gennep.
561	H. E. W. Rodi de Loo.	14	» 's Gravenhage.
562	J. J. Roelants.	14	9 Roermond.
563	J. J. Roelants.	22	» Schiedam.
564	J. K. Roeloffs.	14	9 Papendrecht.
565	A. M. C. Roest.	6	1 Rotterdam.
566	J. A. Roest van Limburg.	»	25 Utrecht.
567	C. A. Rombouts.	20	15 Oostindie.
568	E. Rombouts.	19	» Oostindie.
569	T. Romein.	1	» Leeuwarden.
570	H. W. de Roos.	20	15 Oostindie.
571	J. D. C. M. de Roos.	26	21 's Gravenhage.
572	K. F. W. Rooseboom.	24	19 Kampen.
573	W. Rooseboom.	20	15 Deeneplaat.
574	G. F. C. Rose.	24	» 's Gravenhage.

575	H. S. J. Rose.	6	»	's Gravenhage.
576	W. N. Rose.	1	»	's Gravenhage.
577	H. A. van Rossem.	10	»	Oostindie.
578	S. W. van Rouendal.	17	»	Amsterdam.
579	J. G. M. Royaards.	25	20	Utrecht.
580	Mr. W. J. Royaards van den Ham.	15	»	Utrecht.
581	Mr. H. Royaards van Scherpenzeel.	16	»	Utrecht.
582	Jhr. mr. J. W. Rutgers van Rozenburg.	23	»	Amsterdam.
583	M. van Ruth.	12	»	Newport.
584	Jhr. L. A. Sandberg.	16	11	Rotterdam.
585	T. Sanders.	»	26	Delft.
586	Jhr. A. O. van den Santheuvel.	8	3	Leeuwarden.
587	E. Saraber.	14	»	's Gravenhage.
588	J. W. Schaap.	17	»	Leiden.
589	J. Schaly.	21	16	Oostindie.
590	N. A. Schelling.	»	26	Delft.
591	P. G. van Schermbeek.	24	19	Gorinchem.
592	H. J. L. M. van Schevichaven.	»	26	Delft.
593	Th. G. Schill.	»	26	Delft.
594	J. E. N. baron Schimmelpenninck van der Oije.	13	8	's Gravenhage.
595	C. F. M. H. Schnebbelie.	20	15	Maastricht.
596	C. M. Schols.	»	24	Breda.
597	G. Scholten.	17	»	de Helder.
598	M. J. Schram.	7	2	Oostindie.
599	D. A. Schretlen.	3	»	Leiden.
600	J. Schroeder van der Kolk.	»	26	Delft.
601	M. L. Schroot.	21	»	's Gravenhage.
602	W. A. Schroot.	21	»	's Gravenhage.
603	C. B. Schuurman.	24	»	Rijswijk.
604	J. A. Schuurman.	14	»	Naarden.
605	W. Schuurman.	20	15	Gorinchem.
606	H. T. Hora Siccama.	25	20	's Gravenhage.
607	M. Sijmons.	25	20	Rotterdam.
608	H. G. van Sillevoldt.	23	18	's Gravenhage.
609	M. Simon Gz.	12	7	Vlissingen.
610	J. C. M. Simon Thomas.	18	»	Amsterdam.
611	A. Simons.	9	4	Rotterdam.
612	J. Singels.	20	»	's Gravenhage.
613	Ph. W. van der Sleyden.	21	16	Arnhem.
614	L. H. Slinkers.	»	23	Oostindie.
615	L. E. W. S. baron Sloet.	21	16	Arnhem.
616	J. W. Stous Sloot.	22	17	Utrecht.
617	H. N. A. L. Slotemaker.	1	»	's Gravenhage.
618	W. C. de Smidt.	25	20	Schoondijke.
619	L. Smit.	10	»	Kinderdijk.
620	R. A. J. Snethlage.	27	22	Oostindie.
621	C. J. Snijders.	»	25	Utrecht.
622	J. A. Snijders CJz.	27	22	's Gravenhage.
623	J. Soutendam.	16	11	Leeuwarden.
624	W. Spakler.	25	»	Amsterdam.
625	K. J. van Spall.	19	14	de Helder.
626	R. H. J. Spanjaard.	25	20	Oostindie.
627	R. C. Spengler.	10	»	Dieren.
628	J. J. Staal.	24	»	Oostindie.
629	D. J. Stam.	»	26	's Gravenhage.
630	T. Stang.	25	20	's Gravenhage.
631	H. M. W. W. Staring.	21	16	Zwolle.
632	M. L. C. Staring.	19	14	Utrecht.
633	W. C. A. Staring.	1	»	's Gravenhage.
634	Dr. W. C. H. Staring.	11	»	Laren.
635	H. J. Staverman.	23	»	Oostindie.
636	A. F. Steers.	»	24	's Gravenhage.
637	P. C. W. Steinmetz.	»	25	Kralingen.
638	C. van der Sterr Pz.	26	21	Delft.
639	C. H. G. Steuerwald.	1	»	Bergen op Zoom.
640	E. Steuerwald.	15	10	Delft.
641	T. J. Stieltjes.	1	»	Rotterdam.
642	J. W. G. Stieneker.	19	14	Neuzen.
643	M. D. graaf van Limburg Stirum.	1	»	's Gravenhage.
644	W. graaf van Limburg Stirum.	24	»	's Gravenhage.
645	D. F. Stoll.	10	»	Oostindie.
646	Jhr. C. M. Storm van 's Gravesande.	1	»	Deventer.
647	B. E. Stöver Jr.	»	25	Amsterdam.
648	A. van Stralen.	26	»	Haarlem.
649	J. van Stralen.	7	2	's Gravenhage.
650	Dr. L. Cohen Stuart.	6	3	Delft.
651	J. M. Sweep.	»	26	Delft.
652	B. Swets Az.	19	»	Nieuwediep.
653	H. T. Swets.	23	»	Hardinxveld.
654	J. Swets Az.	25	20	Kampen.
655	Mr. J. P. R. Tak.	23	»	's Gravenhage.
656	C. B. van der Tak.	16	11	Rotterdam.
657	J. M. Telders.	21	16	Utrecht.
658	W. Testas.	19	»	Amsterdam.
659	Jhr. G. F. van Tets.	16	»	Haarlem.
660	Jhr. L. J. van Teylingen.	10	5	Maastricht.
661	A. H. T. K. Thissen.	27	22	Delft.
662	J. Tideman.	11	»	's Gravenhage.
663	J. J. van Tienhoven van den Bogaard.	16	»	Werkendam.

664	H. Tilkin-Mention.	17	»	Luik.
665	A. van der Togt.	23	18	Willemsdorp.
666	A. J. H. van der Toorn.	3	»	Amsterdam.
667	J. van der Toorn.	8	3	Gorinchem.
668	Mr. M. W. baron du Tour van Bellinchave.	14	»	's Gravenhage.
669	C. G. Tromp.	18	»	Oostindie.
670	M. Tromp.	»	24	Arnhem.
671	G. Turk.	»	24	Amsterdam.
672	W. E. Uhlenbroek.	26	»	Amsterdam.
673	Dr. G. Uylenbroek.	16	11	Oostindie.
674	A. J. P. Saaymans Vader.	23	18	Brussel.
675	F. A. Vaillant.	4	»	de Helder.
676	P. van der Valk.	20	15	Oostindie.
677	J. van der Vegt.	11	6	Brielle.
678	J. van Velzen.	23	18	Oostindie.
679	S. Verburgh.	18	»	Nijmegen.
680	A. J. F. G. M. Verheijen.	15	10	Vlissingen.
681	J. Verloop Czn.	10	»	Utrecht.
682	K. M. Verloop Cszn.	12	»	Oostindie.
683	S. J. Vermaes.	19	14	Rozendaal.
684	C. Vermeys.	17	12	Utrecht.
685	B. F. baron van Verschuer.	1	»	Arnhem.
686	C. E. S. Verschueren.	20	»	Oostindie.
687	Jhr. D. C. de Dieu Fontein Verschuir van Heilo.	13	»	Alkmaar.
688	P. Verschuur.	4	»	Muiden.
689	J. J. Verwey.	»	26	's Gravenhage.
690	W. Verwey Az.	26	21	Oostindie.
691	H. W. Veth.	10	»	Dordrecht.
692	K. Vidal de St. Germain.	»	26	Oostindie.
693	J. A. van Viegen.	»	24	Oostindie.
694	K. J. Viehoff.	25	»	Amsterdam.
695	C. E. A. Vigelius.	12	»	Zutphen.
696	D. Visser.	14	»	Rotterdam.
697	W. G. Mulock van der Vlies.	23	18	Oostindie.
698	J. W. F. van Vloten.	15	»	Oostindie.
699	H. P. Vogel.	14	»	's Gravenhage.
700	H. A. F. de Vogel.	24	»	Oostindie.
701	J. Vogelenzang.	19	14	Kampen.
702	F. van Vollenhoven.	6	»	Brussel.
703	A. J. Voorduin.	15	10	Breda.
704	J. E. H. B. baron van Voorst tot Voorst.	1	»	Zoeterwoude.
705	J. Rouppe van der Voort.	20	15	Rotterdam.
706	L. H. Rouppe van der Voort.	21	»	's Hertogenbosch.
707	W. H. Vorstman.	20	15	Rotterdam
708	G. de Vos.	24	»	Oostindie.
709	H. Vrendenberg.	20	»	Oostindie.
710	B. de Vries.	17	12	Wilnis.
711	Mr. G. de Vries Abz.	20	»	's Gravenhage.
712	A. A. C. de Vries Robbé.	1	»	Ede.
713	Dr. A. Vrolik.	1	»	's Gravenhage.
714	W. K. M. Vrolik.	16	»	Utrecht.
715	Dr. F. van Wageningen.	23	18	Dordrecht.
716	C. Wagtho.	10	5	Utrecht.
717	H. Wakkie.	21	16	Rotterdam.
718	M. A. van Walchren.	4	»	Oostindie.
719	J. A. A. Waldorp.	1	»	's Gravenhage.
720	J. H. M. Waldorp.	»	26	's Gravenhage.
721	W. Walker.	20	»	Oostindie.
722	A. Walland.	16	»	Oostindie.
723	Ph. J. Waller.	20	15	Rotterdam.
724	G. T. Walter.	10	»	Oostindie.
725	J. J. van Waning.	22	17	Rotterdam.
726	O. baron van Wassenaer Catwijck.	4	»	's Gravenhage.
727	C. Weber.	14	»	Roermond.
728	J. W. Welcker.	25	20	's Gravenhage.
729	J. M. F. Wellan.	15	10	Alkmaar.
730	H. M. Wellinghuysen.	18	»	Amsterdam.
731	J. C. Wencker.	14	9	's Gravenhage.
732	H. H. A. Wentzel.	11	»	Berlijn.
733	D. van der Werf.	20	15	Utrecht.
734	B. H. W. T. Werndly.	18	13	Deventer.
735	M. C. van Daalen Wetters.	25	»	Oostindie.
736	W. A. R. Weyler.	»	25	Utrecht.
737	J. J. Weve.	»	26	Delft.
738	J. R. M. Wiegel.	27	22	Nieuwer-Amstel.
739	F. J. T. N. Beukman van der Wijck.	23	18	Oostindie.
740	G. Wind.	17	»	Groningen.
741	K. de Wit.	16	»	Amsterdam.
742	D. L. Wolfson.	6	»	Rotterdam.
743	W. J. Wolterbeek.	14	»	's Gravenhage.
744	G. Wolters.	23	»	Gent.
745	W. van der Worff.	27	22	Oostindie.
746	P. Zillesen.	19	»	Beverwijk.
747	G. E. V. L. van Zuylen.	13	8	Oostindie.
748	Mr. G. W. baron van Zuylen van Nievelt.	19	»	Arnhem.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

1872–1873.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

VERGADERING, GEHOUDEN DEN 31STEN AUGUSTUS 1872, IN HET LOKAAL VAN HET ZOOLOGISCH-BOTANISCH GENOOTSCHAP TE 'S GRAVENHAGE.

1. Tegenwoordig: jhr. G. J. G. Klerck, president, J. A. Kool, N. T. Michaëlis, J. G. W. Fijnje en N. H. Henket, raadsleden; J. Tideman, secretaris; het honorair lid mr. J. Heemskerk Az.; de gewone leden: H. P. van den Aardweg, J. D. C. W. baron d'Ablaing van Giessenburg, mr. J. P. Amersfoordt, L. Antenne, J. E. van den Arend, J. F. Augier, J. W. Bake, P. K. Bakker Korff, P. I. G. Beijerinck, W. F. A. Beijerinck, J. P. van den Berg Jz., J. G. van den Bergh, P. S. Blanchemanche, Th. Bleckmann, J. Boelen JRzn., J. F. Boogaard, H. C. Bosscha, W. J. Brade, K. H. van Brederode, A. J. Brevet, A. C. Broekman, P. Caland, C. P. del Campo, gen. Camp, J. A. le Clercq, J. L. Cluysenaer, J. J. van Coeverden, J. M. Collette, J. F. W. Conrad, G. van Diesen, dr. E. F. van Dissel, W. P. Eskes, J. D. Evers, A. de Feyfer, H. F. Fijnje van Salverda, J. Gosschalk, J. J. B. Goettsch, A. de Groot, C. de Groot, E. A. Haitink, W. K. L. van Helden, J. H. Huygens, H. A. Insinger, N. J. Kamperdijk, P. H. Kemper, J. J. van Kerkwijk, L. C. van Kerkwijk, L. J. Kesper, J. J. Kips, mr. L. P. Kistemaker, J. Kluit, A. W. F. Kock, W. Kok, A. L. de Bruyn Kops, R. Kroon, H. van der Kun, P. Langerhuizen Lz., W. F. Leemans, A. van Lennep, J. Leyds, H. Linse, F. P. J. Mahieu, R. O. van Manen, L. H. J. J. Mazel, jhr. J. B. van Merlen, C. W. P. Mieling, P. Schenkenberg van Mierop, P. J. Mouthaan, J. Mulder, L. J. du Celliée Muller, J. A. E. Musquetier, J. S. Noordendorp, F. W. H. van Opstall, jhr. J. R. T. Ortt, jhr. J. Ortt van Schonauen, jhr. C. A. E. A. van Panhuys, A. Maclaine Pont, R. Reynders, H. E. W. Rodi de Loo, H. S. J. Rose, jhr. L. A. Sandberg, E. Saraber, H. T. Hora Siccama, M. Sijmons, A. Simons, J. Singels, Ph. W. van der Sleyden, J. W. Stous Sloot, H. N. A. L. Slotemaker, H. M. W. W. Staring, W. C. A. Staring, E. Steuerwald, J. W. G. Stieneker, J. van Stralen, J. M. Telders, J. van der Vegt, S. Verburgh, A. J. F. G. M. Verheyen, B. F. baron Verschuer, C. Vermeys, H. P. Vogel, J. Rouppe van der Voort, dr. A. Vrolik, C. Wagtho, H. Wakkie, Ph. J. Waller, J. M. F. Wellan, B. H. W. T. Werndly, K. de Wit, D. L. Wolfson en P. Zillesen; de buitengewone leden: R. J. Castendijk, M. Hofland, A. W. Mees, A. T. L. Rouwenhorst Muller, J. C. Ribbers, C. P. E. Ribbius, J. A. Roest van Limburg, A. F. Steers en G. Turk.

De raadsleden W. T. Koster en T. J. Stieltjes hebben kennis gegeven, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2. De president zegt het volgende:

Mijne Heeren!

Bij den aanvang van het nieuw ingetreden Instituutsjaar heet ik U welkom in de eerste vergadering, op een buitengewonen dag bijeen geroepen, om de u bekende reden, dat wij feestelijk wenschen te herdenken dat ons Instituut een vierde van een eeuw geleden op dezen datum werd opgerigt.

Velen onzer herinneren zich, hoe, bij gelegenheid der herdenking van het twintigjarig bestaan van het Instituut, op de algemeene vergadering te Arnhem op 8 September 1868 gehouden, een van de drie oprigters, toenmalig voorzitter, ons met voldoening wees op de wording, de ontwikkeling en den bloei dezer vereeniging, die zich van den aanvang af in voortdurende toeneming van het getal leden en in belangrijkheid harer werkzaamheden verheugen mag, en in volle overtuiging kon verklaren, dat het Instituut aan zijn doel beantwoordt en, overeenkomstig de hoop bij de oprigting uitgesproken, een waardig gedenkstuk van ons tijdvak geworden was.

Dit gedenkstuk zijn wij verschuldigd aan drie waardige mannen, wier roem, op het gebied van de wetenschap en de kunst van den ingenieur in dankbaar aandenken bij ons Instituut en bij geheel Nederland zal blijven voortleven.

Een hunner, de zoo hoog geachte en kundige hoofdinspecteur van der Kun, heeft dien herinneringsdag niet mogen bijwonen;

reeds eenige jaren te voren, in Januarij 1864, hadden wij zijn verlies te betreuren. Spoedig na onze feestelijke zamenkomst te Arnhem, in de algemeene vergadering van 9 Februarij 1869, moest ik u wijzen op den dood van een tweeden van hen en ook mij viel, helaas! de treurige taak te beurt, U, in de vergadering van 8 Februarij 1870, het afsterven aan te kondigen van den laatst overgeblevene der drie oprigters, den voorzitter van ons Instituut, op 1 Februarij te Munchen overleden, op de terugreize uit een ander werelddeel, waar hij, niettegenstaande zijne toen reeds sedert geruimen tijd geschokte gezondheid, getuige had willen zijn van de voltooijing der doorgraving van de landengte van Suez, eene van de grootste overwinningen dezer eeuw op het gebied van den ingenieur, dat toonbeeld van menschelijke volharing en menschelijk genie, waaraan ook zijn naam met zooveel roem verbonden was.

Ik zal niet beproeven u de verdiensten, de werkzaamheid en de kunde te schetsen van deze drie mannen, wier namen gij verlangd hebt blijvend aan het hoofd van de lijst onzer leden te zien prijken en wier afbeeldsels in dit feestlokaal niet mogten ontbreken. Aan onze geachte medeleden J. C. Eyssell, dr. A. Vrolik en J. G. W. Fijnje danken wij hooggewaardeerde levensbeschrijvingen, als een blijvend aandenken aan de oprigters, in ons tijdschrift geplaatst. Ook wensch ik thans geene treurige herinneringen bij u op te wekken. Wij willen heden feest vieren, ons verheugen in het schoone standpunt, door ons Instituut onder de wetenschappelijke instellingen bereikt en daarbij dankbaar de nagedachtenis herdenken der drie mannen, die het denkbeeld hebben opgevat, uitgewerkt en verwezenlijkt in handelingen, waarvan wij de schoone uitkomst thans gadeslaan.

De feestviering te Arnhem van het twintigjarig bestaan van ons Instituut werd opgeluisterd door eene merkwaardig schoone tentoonstelling van industrie en van modellen en teekeningen van werktuigen en werken, op het gebied van den ingenieur, hier te lande uitgevoerd of ondernomen, welke teekeningen meerendeels daarna het eigendom onzer vereeniging zijn geworden. Velen uwer herinneren zich die schoone teekeningen, ons daar ter bezigtiging aangeboden, en daarbij de groote werken, als scheppingen van leden onzer vereeniging, in die afbeeldsels, ter aanschouwing voor de duizende bezoekers der tentoonstelling gesteld.

Het tijdvak, dat ons thans reeds van die tentoonstelling van werken des vredes scheidt, heeft ontzettende gebeurtenissen in naburige rijken gebaard, die de voltooijing van de gewrochten van zooveel inspanning, van zoo ruime en schoone conceptie, zoo ligt hadden kunnen verijdelen, althans voor geruimen tijd hadden kunnen doen verschuiven, Gelukkig werd ons dierbaar vaderland voor groote rampen gespaard en zagen wij, te midden van den strijd, die aller aandacht, binnen en buiten Europa, bezig hield, onze groote ondernemingen van rivierverbetering, waterwegen, havenwerken en spoorwegverbindingen rustig voorwaarts streven, zoodat thans de uiterste deelen van ons land door versnelde gemeenschapsmiddelen verbonden en binnen weinige uren te bereiken zijn.

De berigten van den reusachtigen strijd tusschen twee magtige naburen hebben ons herhaaldelijk met ontzetting en huivering vervuld, maar tevens het vernuft van den menschelijken geest doen bewonderen in de magtige middelen, door wetenschap en kunst aan de strijdvoerende legerbenden ten dienste gesteld. Honderdduizenden strijders en geheele legertrossen hebben wij in weinige dagen langs de gemeenschapswegen voor versneld verkeer, mijlen ver naar het tooneel van den oorlog zien overbrengen en maanden lang leeftogt en al het noodige zien toevoeren. De op vele plaatsen afgebroken gemeenschap, waar tunnels, bruggen, en andere groote werken door de hand des vijands vernield waren, werd met bewonderenswaardige snelheid hersteld; zelfs de aanleg van geheel nieuwe spoorwegen werd, onder de moeijelijkste omstandigheden, ondernomen en binnen weinige weken ten einde gebragt. De grootste en moeijelijkst te vervaardigen oorlogswerktuigen zagen wij, te midden van den strijd schier dagelijks vermenigvuldigd en luchtvaart, gevleugelde boden en photographie schonken het belegerde en geheel ingesloten Parijs de middelen, om, over de hoofden zijner vijanden, tijdingen te wisselen met degenen die daarbuiten wanhopige pogingen in het werk stelden, om zijne inwoners en verdedigers uit den zoo hachelijken toestand te redden.

Merkwaardige proeven van de vorderingen der wetenschap heeft ook deze strijd ons leeren kennen en al gaat onze belangstelling in dergelijke uitkomsten meermalen met een gevoel van afgrijzen gepaard, toch zullen de ingenieurs en beoefenaren der aanverwante wetenschappen, ook in de geschiedenis van dezen oorlog, menige aanwijzing tot leering kunnen vinden van de middelen, welke de vorderingen der wetenschap steeds blijven vermenigvuldigen en ondernemingen mogelijk maken, waaraan kort te voren soms niet zou zijn gedacht.

Werd onze aandacht met pijnlijke inspanning door die tooneelen van worsteling en verwoesting bezig gehouden, verkwikkend was de ervaring dat, gelijk bij ons, ook in andere landen de werken voor verkeer en beschaving niet ten eenemale tot stilstand waren gebragt, dat grootsche ondernemingen, zelfs in de strijdvoerende rijken, werden voortgezet, en treffend werd, te midden van dat krijgsgewoel, op eens onze ingespannen aandacht van die tooneelen afgetrokken door de blijde mare, dat op den eersten kersdag van 1870, des namiddags ten half vijf ure, na ruim dertien jaren arbeids de rotswand van den Mont Cenis ter lengte van ruim veertien kilometers was doorboord, dat de beide deelen des tunnels, het zuidelijke van Bardonnèche, lang 9097 meters, en het noordelijke van Modane, lang 5167 meters, elkander juist ter door geodetische berekening bepaalde plaats hadden ontmoet. Eene schoone overwinning op het gebied van de werken des vredes, van de wetenschap en den menschelijken ondernemingsgeest, in tegenstelling van die welke zooveel lijden en verwoesting te aanschouwen gaven. De slagboom, die verkeer en handel tusschen Frankrijk en Italie zoo moeijelijk maakte, was gevallen door de voltooijing van den tunnel, waarvan het midden het grenspunt tusschen de twee rijken vormt.

Nog vele gruwelen van menschelijken hartstogt hebben ons met huivering vervuld eer in het vorige jaar rust en vrede en daarmede vertrouwen, handel, nijverheid en de ondernemingen van openbaar nut zich langzamerhand herstelden en weder regelmatig konden worden voortgezet, terwijl, als tot opluistering van het

feest, dat wij ons verheugen te vieren en tot getuige van hetgeen de kunst van den ingenieur vermag, het jaar 1872 reeds bij den aanvang de voltooijing van sommige, het aanvankelijk wel slagen van andere onzer groote werken te aanschouwen gaf.

Op den eersten dag van dit jaar werd in Merwede's grijze koopstad feest gevierd. Vier en een halve eeuw geleden door den St. Elisabethvloed van den vasten wal gescheiden, ontving zij toen feestgenoodigden, die aan Dordrecht's ingezetenen kwamen verkondigen, dat een uitstekend geslaagd groot werk, waarvan de vorderingen allerwege, hier te lande en daarbuiten, met zooveel belangstelling waren gadegeslagen, de verbinding tusschen Holland en Noordbrabant, over den breeden en diepen stroom had hersteld. En twee maanden later vierde ook der Zeeuwen hoofdstad feest, toen op den laatsten februarij een feesttrein uit Noordbrabant aldaar kwam getuigen, dat breede en diepe stroomen door de magtige middelen van den ingenieur waren beteugeld en dat Zeeland de verbinding van twee zijner eilanden aan den vasten wal, gedurende een kwart eeuw met ongeduld verbeid, dan toch eindelijk mogt verwezenlijkt zien, verwonderd door den voorbeeldigen spoed, waarmede de afdamming van het Sloe binnen een achttal maanden was tot stand gebragt en thans vol vertrouwen blijmoedig een nieuwe toekomst van ontwikkeling en terugkeer van vroegeren bloei verwacht met de naderende voltooijing der groote werken, die handel en scheepvaart naar Walcheren's stranden moeten heenleiden.

Verblijdend en bemoedigend waren de vorderingen, die in dit jaar het welslagen der ondernomen waterwegen naar de twee groote koopsteden des Rijks kwamen verzekeren. Wij zijn gisteren getuigen geweest van den voortgang, sedert het voorgaande jaar met het gedeelte van den Amsterdamschen waterweg tusschen Velzen en de Noordzee gemaakt en hebben gezien, dat aldaar alles is voorbereid om den toegang van de Noordzee tot Amsterdam binnen betrekkelijk korten tijd te kunnen openen, terwijl aan de westzijde de voltooijing der Zuiderzeesluizen en van de goed geslaagde krachtige bemalingswerktuigen door de afsluiting van het IJ aan die zijde kon gevolgd worden.

Zoo vernamen wij dat door den Rotterdamschen waterweg gevaren schepen het feitelijk bewijs hadden geleverd, dat ook dat werk voortwaarts schrijdt en het vertrouwen van den ontwerper in het welslagen der door hem ondernomen taak zal gezegevieren, ten spijt van zoo dikwerf geopperden twijfel en onrustbarende gerüchten, die menig ander den moed en de volharding zouden benomen hebben, zoo noodig ter overwinning van bezwaren als bij de uitvoering van een dergelijk werk zich onvermijdelijk voordoen.

En te midden van de verblijdende bewijzen van het welslagen van zoovele en zoo groote ondernemingen tot bevordering van verkeer en welvaart, waarvan ik slechts enkele noemde, vierde geheel ons dierbaar vaderland feest bij de herinnering aan de roemrijke bedrijven onzer voorvaderen, drie eeuwen geleden, in den worstelstrijd voor onze onafhankelijkheid volvoerd, en aan den band sedert tusschen Oranje en Nederland gesloten; dien band willen wij ook heden niet vergeten bij de feestviering onzer vereeniging, vijfentwintig jaren geleden, onder het beschermheerschap van den Prins van Oranje opgerigt, wien het behaagde, ook na zijne troonsbestijging, onze beschermheer te blijven. Wij willen het dankbaar erkennen, dat onder zijn beschermheerschap het Instituut zich voortdurend in bloei en luister ontwikkeld heeft en, onder zijne regering, de werkkring van den ingenieur in ons land een uitbreiding heeft erlangd als nooit te voren gekend was geweest.

Het koninklijk Instituut van ingenieurs heeft in de laatste jaren, behalve den dood van zijne drie oprigters, het verlies van onderscheiden zijner verdienstelijkste leden te betreuren gehad, maar heeft zich toch ook in de aanwinst van vele nieuwe leden mogen verheugen en was bij het einde van het vijfentwintigste Instituutsjaar tot eene getalsterkte van 713 leden toegenomen. Het Tijdschrift van het Instituut getuigt van de toenemende werkzaamheid en belangstelling der leden, tot onderlinge mededeeling van verkregen ervaring en kennis, tot bevestiging van den band door het Instituut tusschen de beoefenaars van de kunst en de wetenschap van den ingenieur en van de daarmede verwandte vakken gelegd, een band, die welligt het schoonste resultaat van de oprigting van het Instituut mag genoemd worden.

Veel is hier te lande, gedurende het tijdvak van het bestaan van het Instituut van ingenieurs tot stand gebragt, veel blijft echter te doen overig. Welvaart, en verkeer door die vele groote werken van openbaar nut zoo krachtig en toenemend ontwikkeld, doen steeds nieuwe behoeften kennen, die, gepaard met de snelle vorderingen en toenemende eischen der wetenschap, meer en meer de zamenwerking van velen en van velerlei kennis noodig maken. Laten wij dan ook niet verflaauwen, Mijneheeren, in onze pogingen om de vruchten van studie en ervaring, van ieder in het bijzonder, voor het algemeen welzijn dienstbaar te maken, daarvoor deze schoone vereeniging in waarde houden, door wisseling van gedachten tot opbouwing van kennis zamenwerken, elkander aanmoedigen en ondersteunen in het volbrengen van moeijelijke ondernemingen, steeds gereed om onze medeleden in het overwinnen van bezwaren, die zoo vaak bij de toepassing der wetenschap voorkomen, behulpzaam te zijn en onze beoordeeling en kritiek van voorgenomen of uitgevoerde ontwerpen steeds het karakter doen dragen van welwillendheid, voorlichting en medewerking tot verbetering, en nimmer de strekking doen erlangen van miskenning der verdiensten en zorgen van dengene, die zijne krachten aan de uitvoering van groote, dikwerf moeijelijke ondernemingen wijdt, en waaraan, helaas! de ingenieur zich hier te lande, bij den geringsten tegenspoed, vaak zoo ligtvaardig prijs gegeven ziet.

Eerst dan, Mijneheeren, zal de band door het koninklijk Instituut van ingenieurs tusschen een groot aantal kundige en wetenschappelijke mannen gelegd, blijken werkelijk nuttig te zijn tot bevordering der algemeene belangen van ons dierbaar vaderland en daarna ook van die der leden van het Instituut.

Die band van welwillende zamenwerking wordt door de gewone en feestelijke bijeenkomsten van de leden steeds naauwer toegehaald. De gelegenheden en de aanleiding tot onderlinge gedachtenwisseling en leering worden er door vermenigvuldigd.

De jongere leden worden er door aangemoedigd om tot bevordering van het doel van het Instituut mede te werken.

Verblijdend is dan ook de talrijke opkomst van de leden op

heden en gisteren. Zij getuigt van de algemeene belangstelling in den bloei onzer vereeniging.

Die belangstelling, Mijneheeren, blijf ik u allen aanbevelen. Wilt die ook meer en meer toonen door getrouwe opkomst in onze gewone vergaderingen, door talrijke mededeelingen omtrent wetenschappelijke onderwerpen en omtrent hetgeen door ervaring en door onderzoek te uwer kennis mogt zijn gekomen, zoodat de raad van bestuur, aan wien gij de zorg voor het beheer der zaken en de leiding der werkzaamheden van de vereeniging hebt toevertrouwd, telkens, wanneer hij, u rekenschap zal hebben te geven van de wijze, waarop hij zijne taak heeft volbragt, met dezelfde overtuiging als thans zal kunnen verklaren, dat het Instituut een waardig standpunt onder de wetenschappelijke instellingen gehandhaafd heeft.

En hiermede, Mijneheeren, verklaar ik deze vergadering geopend.

Deze rede wordt met algemeene toejuiching begroet.

---

3. De notulen der vergadering van den 13den Junij 1872 zijn gedrukt in de vijfde aflevering van het *Tijdschrift*, die onlangs aan de leden is verzonden. De president vraagt of iemand daarover het woord verlangt. Dit is niet het geval en zij worden mitsdien voor goed vastgesteld.

---

4. De president stelt voor dat hij, met afwijking van de volgorde, door het programma aangewezen, gemagtigd worde, thans de stemmingen, die in de laatste plaats aan de orde zijn, te doen plaats hebben.

Dienovereenkomstig wordt besloten.

De president verzoekt het raadslid Michaëlis en het gewoon lid P. I. G. Beijerinck zich met het opnemen der stemmen te willen belasten.

In de eerste plaats wordt overgegaan tot de ballottage van de in de vorige Instituutsvergadering als nieuwe leden voorgestelden.

De uitslag is dat zijn aangenomen:

als gewone leden de heeren Th. Belpaire, onder-ingenieur der bruggen en wegen, te Gent, G. W. Camphuis, tweede luitenant der infanterie, te Bandjermassing, W. L. C. Drossaers, bouwkundige, te Tagal, P. J. Hofman (*), fabriek-landmeter van het hoogheemraadschap van den Krimpenerwaard, te Gouderak aan den IJssel, P. C. Kool, kapitein-ingenieur, D. N. Meyners, sectie-ingenieur bij de Nederlandsch-Indische spoorweg-maatschappij, te Batavia en C. de Munter, ingenieur der bruggen en wegen, te Gent;

als buitengewone leden: de heeren G. A. Andriesse, machinist, te Djocja, J. Drost Jr., P. E Ekama, W. J. van Geer, A. Gorter, H. Hendriks, C. A. Huygen, P. G. J. Joosten, R. P. J. Tutein Nolthenius, C. T. J. L. Rieber, T. Sanders, Th. G. Schill, J. Schroeder van der Kolk, J. M. Sweep, K. de Vidal de St. Germain en J. J. Weve, studenten aan de polytechnische school, te Delft.

---

5. Vervolgens wordt overgegaan tot het benoemen van een nieuw raadslid ter vervulling van de plaats, opengebleven door het bedanken van het lid P. I. G. Beijerinck, in de vergadering van den 13den Junij jl. als zoodanig benoemd.

Bij eene eerste stemming worden 111 billetten in de bus gevonden.

Er zijn 77 stemmen uitgebragt op het lid L. C. van Kerkwijk, 7 op het lid A. G. Blommendal, 6 op het lid J. F. W. Conrad, 5 op het lid dr. L. Cohen Stuart, 4 op het lid G. van Diesen, 3 op het lid J. G. van den Bergh, 2 op elk der leden C. de Groot en H. S. J. Rose, en 1 op elk van de leden del Campo, genaamd Camp, van Kerkwijk, L. H. J. J. Mazel en J. A. A. Waldorp, terwijl een billet in blanco is ingeleverd.

Het lid L. C. van Kerkwijk is mitsdien tot lid van den raad van bestuur benoemd.

De president merkt op dat dit lid zich in de vergadering bevindt, en vraagt of hij zich de op hem uitgebragte benoeming laat welgevallen.

Het lid van Kerkwijk zegt, dat hij de vereerende opdragt gaarne aanvaardt, en neemt, op uitnoodiging van den president, aan de bestuurstafel plaats.

De president bedankt de stemopnemers voor de genomen moeite.

---

6. Sedert de vergadering van den 13den Junij 1872 zijn ontvangen de navermelde geschenken:

a. Van Z. M. den beschermheer:

Statistiek van den handel en de scheepvaart van het koningrijk der Nederlanden, over het jaar 1871, 1ste gedeelte.

b. Van den minister van binnenlandsche zaken:

1. *Verzamelingstabellen der watershoogten langs de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maanden Januarij, Februarij, Maart en April* 1872, met bijvoegsels.

2. *Magnetical and meteorological observations made at Batavia.* Vol. I.

3. *Waterstaatskaart van Nederland. Zierikzee*, blad 1 en 2. *Goedereede*, 1 blad.

c. Van den minister van financien:

Verslag aan den koning over den toestand der telegrafen in Nederland, in het jaar 1871.

d. Van de koninklijke akademie van wetenschappen:

1. *Verslagen en mededeelingen der koninklijke akademie van wetenschappen, afdeeling natuurkunde*, tweede reeks, 6de deel, 3de stuk.

2. *Processen-verbaal van de gewone vergaderingen der koninklijke akademie van wetenschappen, afdeeling natuurkunde, van Mei* 1871 *tot en met April* 1872.

e. Van de commissie der koninklijke akademie van wetenschappen tot het opsporen enz. van de overblijfsels der vaderlandsche kunst uit vroegere tijden:

Verslag over 1871 *tot* 1872.

f. Van de hollandsche maatschappij der wetenschappen:

1. *Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles.* T. VII, 1, 2, 3.

2. *Programma voor het jaar* 1872.

g. Van het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië:

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië, derde volgreeks, 6de deel, 3de stuk.

(*) In het verslag der vorige vergadering staat bij vergissing vermeld, dat de heer Hofman als buitengewoon lid is voorgesteld.

h. Van de Nederlandsch Indische maatschappij van nijverheid en landbouw:

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch Indië, deel XIII, afl. III.

i. Van het natuurkundig genootschap te Groningen:

Een en zeventigste verslag over het natuurkundig genootschap te Groningen, gedurende het jaar 1871.

j. Van het bestuur der vereeniging «de Ambachtsschool» te Rotterdam:

Verslag der vereeniging «de Ambachtsschool» gevestigd te Rotterdam, over het jaar 1871/72, *medegedeeld in de vergadering van* 30 *Mei* 1872.

k. Van de maatschappij het Paleis voor Volksvlijt:

Tijdschrift de Volksvlijt, 1872. N°. 5—6.

l. Van de maatschappij tot bevordering der bouwkunst:

Bouwkundige bijdragen. 19de deel, 1ste stuk.

m. Van de afdeeling Rotterdam der maatschappij tot bevordering der bouwkunst:

Verslag van den toestand en de werkzaamheden der afdeeling Rotterdam van de maatschappij tot bevordering der bouwkunst, 1871—1872.

n. Van dijkgraaf en hoogheemraden van Rijnland:

Nadere adviezen. uitgebragt aan dijkgraaf en hoogheemraden van Rijnland, door de ingenieurs J. F. W. Conrad, L. A. Reuvens *en* T. J. Stieltjes, *in commissie vereenigd met den ingenieur hoofdopzigter van Rijnland* P. Maas Geesteranus, 1871—1872.

o. Van the Smithsonian Institution:

1. *Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the Institution for the year* 1870.

2. *An essay on the steam-boiler, read before the Franklin Institute. Philadelphia. January* 16. 1867, *by* Joseph Harrison Jr.

p. Van der Sächsischer Ingenieur-Verein:

Protokoll der 76. *Hauptversammlung des Vereins.*

q. Van het bestuur van het in 1871 te Antwerpen gehouden aardrijkskundig congres:

Herinnerings-medaille met diploma.

r. Van het lid J. G. van den Bergh:

Verslag van de uitkomsten der beproeving van de brug over het Hollandsch Diep bij Moerdijk op den 27*sten December* 1871.

s. Van het lid G. van Diesen:

Lokale spoorwegen door G. van Diesen. 1872. (Overdruk uit *de Gids.*)

t. Van het lid P. J. H. Hayward:

Twee photographische afbeeldingen der havenwerken te Harlingen.

u. Van het lid A. Huët:

De nieuwe waterweg van Rotterdam naar zee met eene kaart van het nieuwe zeegat aan den Hoek van Holland, door den schrijver van «de Noordzee voor Amsterdam.»

v. Van het lid H. Linse:

De Noordhollandsch-Friesche spoorweg, door H. Linse. (Overgedrukt uit het weekblad *de Opmerker.*)

w. Van het lid A. J. van Prehn:

Twee exemplaren der photografische afbeelding van den viaduct langs de houttuinen, te Amsterdam.

x. Van den heer dr. P. A. Bergsma, te Batavia:

Magnetical and meteorological observations made at Batavia. Vol I.

ij. Van den heer C. L. Brinkman, te Amsterdam:

Van Gendt en Brinkman's technische bibliotheek. n°. 1 en 2.

z. Van den heer Delesse, te Parijs:

Les oscillations des côtes de France, par Delesse. (Extrait du bulletin de la société de géographie, Janvier 1872.)

aa. Van den heer C. J. Gaade, commissaris der administratie van den belgischen centraalspoorweg bij de nederlandsche regering, te 's Gravenhage:

Chemin de fer Grand Central Belge. Direction des voies et travaux. Compte-rendu de l'exercice, 1867, 1868, 1869 en 1871. *Traction et matériel. Compte-rendu*, 1867—1871.

bb. Van den heer Eugène Liais, te Cherbourg:

Cherbourg, sa ville, son port et son commerce.

cc. Van den heer dr. L. Mulder, te Arnhem:

1. *De Landbouw-Courant*, 1872, n°. 24—34.

2. *De Nieuwe Boeren-goudmijn, tevens bijblad van de Landbouw-Courant.* Junij 1872, vel 12—14.

---

7. Van den minister van binnenlandsche zaken is een brief ontvangen, gedagteekend 19 Augustus 1872, n°. 189, 5de afd., strekkende ten geleide van eene herinneringsmedaille met diploma, namens het bestuur van het in 1871 te Antwerpen gehouden aardrijkskundig congres aan het Instituut toegekend en reeds onder letter *q* van de geschenken vermeld.

De president merkt aan, dat op bedoeld congres de raad van bestuur, naar aanleiding van eene daartoe strekkende uitnoodiging, is vertegenwoordigd geweest en wel door het toenmalig raadslid J. A. Besier, aan welke omstandigheid het Instituut mitsdien deze onderscheiding heeft te danken.

---

8. Van den hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland zijn ontvangen drie brieven, gedagteekend 14 Junij, 12 Julij en 15 Augustus 1872, n°. 959, 1145 en 1325 $\frac{2\,K}{12,\ 15,\ 22}$, ten geleide van de gewone waarnemingen aan den Helder over de maanden Mei, Junij en Julij jl., opgemaakt door het lid W. Ph. de Kruyff. Zij zijn medegedeeld als bijlage 1.

---

9. Het raadslid N. T. Michaëlis bekomt het woord en zegt:

Het funderen van pijlers door behulp van zaamgeperste lucht heeft zijn oorsprong te danken aan het boren van mijnputten door lagen welzand in het departement de Maine et Loire, door den ingenieur Triger.

Ik zal in korte trekken nagaan, hoe zich uit den eenvoudigen door Triger uitgedachten toestel de tegenwoordige funderingswijze heeft ontwikkeld, om daarna aan te duiden, op welke wijze bij de fundering van twee der pijlers van de brug over de Nieuwe Maas te Rotterdam is te werk gegaan.

Van het door Triger in 1839 gebruikte werktuig bezit ik geene teekening, doch het komt in hoofdzaak overeen met dat in 1845

in Douchy (departement du Nord) gebruikt, om eene mijnschacht te zinken door eene zeer waterrijke, ongeveer 20 M. dikke laag.

De bovenlagen der krijtformatie van Douchy zijn zoo ondigt en laten zooveel water door, dat men met behulp eener stoommachine van 80 paardekrachten, die 4 stel pompen van 35 c.M. middellijn in beweging bragt, vergeefs getracht had eene 20 M. onder den beganen grond gelegen zeer goed waterdigte laag te bereiken en het werk had moeten opgeven.

Ongeveer 10 jaren later, tegen het midden van October 1845, trachtte men andermaal dezen put te boren en gebruikte daartoe den door Triger uitgedachten toestel met zoo gunstig gevolg, dat men, met behulp eener stoommachine van 14 paardekrachten, reeds in het begin van Januarij 1846, dus binnen drie maanden, de vaste laag bereikt had.

De gebruikte toestel bestond eenvoudig uit een gegoten ijzeren cilinder van 2 M. middellijn, hoog 3.6 M., waardoor een 2 d.M. wijde buis liep, die met een dubbelwerkende luchtpomp verbonden was, welke weder door eene stoommachine van 14 paardekrachten werd in beweging gebragt.

Door deze buis, die tot ongeveer 1 d.M. onder den bodem van den cilinder reikte, werd lucht in de schacht geperst, die het water terugdrong naar de plaats, waar het vandaan kwam, of het ook perste door eene ontlastbuis, die tot onder in den put reikte, door den cilinder ging en boven zijn deksel uitmondde.

De cilinder was voorzien van een luchtdigt sluitend deksel en bodem, in elk van welke eene naar beneden openslaande klep en eene kraan waren aangebragt. Ter halve hoogte was in den cilinder een houten vloer gelegd, waarop arbeiders konden staan om een binnen aan het deksel bevestigd windas te bewegen, terwijl op het deksel een tweede soortgelijk windas stond. Moesten arbeiders of materialen in den put neergelaten worden, dan werd de kraan in het deksel geopend, terwijl de klep in den bodem werd opgeligt; de zamengeperste lucht ontsnapte dus door de kraan uit den cilinder tot er evenwigt met de buitenlucht bestond, dan werd de klep in het deksel neergelaten en konden de voorwerpen in den cilinder worden gebragt; waarna de kraan in het deksel gesloten, die in den bodem geopend werd en de klep in het deksel werd aangedrukt. De zaamgeperste lucht stroomde nu weder uit de schacht in den cilinder tot de spanning aan weerszijde van den bodem gelijk was, de onderste klep werd dan geopend om de door te laten voorwerpen verder naar beneden te laten.

Moest daarentegen eenig voorwerp van binnen naar buiten gebragt worden, dan had de manœuvre in tegengestelden zin plaats.

Behalve de genoemde voorwerpen waren nog aanwezig:

Eene veiligheidsklep op het deksel van den cilinder.

Eene kraan in de persbuis, dienende om bij kleine herstellingen aan de machine het terugvloeijen van de zaamgeperste lucht te beletten.

Eene kraan in de ontlastbuis om den afvoer van water langs die buis naar willekeur te kunnen regelen.

Al zeer spoedig werd van de toestel van Triger, zij het dan ook meer of min gewijzigd, gebruik gemaakt tot het funderen van brugpijlers.

De eerste brug, waarbij in Engeland de fundering met behulp van zamengeperste lucht volgens het stelsel van Triger plaats had, was die over de Medway bij Rochester in 1851.

Deze brug bestaat uit drie openingen, wijd, in ronde getallen, 45, 55 en 45 M. Bij de fundering der pijlers ontmoette men moeijelijkheden, waarschijnlijk ontstaande uit overblijfselen van een oude brugfundering, en werd besloten tot wegruiming daarvan gebruik te maken van den toestel van Triger. Onder elk der vier pijlers werden veertien gegoten cilinders door middel van zaamgeperste lucht naar beneden gebragt. Om dit te kunnen doen, werd op elk van de cilinders een luchtdigt sluitend deksel geplaatst, waaraan twee D-vormige luchtsluizen waren verbonden, dienende zoowel tot inlating der arbeiders als tot verwijdering van den ontgraven grond.

Dezelfde funderingswijze werd bij verscheidene bruggen gevolgd, hoewel zij vele bezwaren had, waaronder vooral de groote ruimte die met zaamgeperste lucht moest gevuld worden, het dikwijls verplaatsen der luchtsluizen en het aanbrengen eener zware belasting om het oppersen der cilinders te voorkomen, op den voorgrond treden.

Bij den bouw der brug over de Tamar bij Saltash, in den South Devon spoorweg, trachtte Brunel die bezwaren gedeeltelijk te overwinnen, door aan het ondereinde van den plaatijzeren cilinder, die den geheelen brugpijler omvatte, eene afzonderlijke luchtkamer te maken, die door schotten in verscheidene deelen gedeeld was. De lucht werd door zeer naauwe buizen in deze ruimte geperst en de grond langs denzelfden weg verwijderd, terwijl door eene zuigbuis het water uit de luchtkamer werd opgepompt.

De ruimte, die door zaamgeperste lucht gevuld worden moest, was dus hierdoor wel verminderd, maar het bezwaar der oppersing was nog niet weggenomen.

Door Césanne werd hierin eene belangrijke verbetering gebragt bij de fundering van de brug over den Niemen bij Kowno. De eigenlijke brugpijlers bestaan hier uit twee gegoten ijzeren cilinders van gemiddeld 3.4 M. middellijn.

Op ruim 3 M. boven den onderkant van den cilinder is een ijzeren vloer aangebragt. Op dien vloer staan twee buizen, die aan hun boveneinde eene klok dragen waarin de beide luchtsluizen uitkomen. De ontgraven grond wordt door middel van emmers met een windas naar boven in de klok gehaald en vanhier door de luchtsluizen verwijderd. Langs denzelfden weg is later de beton, waarmede de kamer gevuld is, aangevoerd. Gedurende de geheele uitvoering stond op den vloer rondom de buizen eene kolom water, die met den oppersenden luchtdruk evenwigt moest maken, en die na de vulling van de werkkamer door beton werd vervangen.

Een zeer groote verbetering onderging het stelsel van funderen met zaamgeperste lucht bij den bouw der brug over den Rijn bij Kehl in 1859.

Deze brug bestaat uit drie openingen van 56 M. in den dag, waarover vaste bruggen en twee openingen, wijd 26 M. (aan elken oever één), gesloten met draaibruggen. De vier stroompijlers en de beide landhoofden zijn allen gefundeerd met zaamgeperste lucht.

Op de plaats der overbrugging bestaat de Rijnbodem, tot eene bijna onpeilbare diepte, uit zeer bewegelijke kiezel, die voortdurend van plaats verandert en bij hooge waterstanden dikwijls tot 14 à 15 M. diep onder middelbare rivier wordt weggespoeld. Om onder zulke omstandigheden gevrijwaard te zijn tegen onderloopsheid moest de fundering tot op eene zeer groote diepte onder den bodem worden voortgezet; waarom op voorstel van den ingenieur Fleur-Saint-Denis werd besloten eene pneumatische fundering te maken, die echter niet bestaan zou uit eenige gezonken cilinders, maar uit eenige aan elkander verbondene plaatijzeren bakken, waarop het metselwerk van den pijler gedurende het inzinken zou worden opgetrokken.

Naar aanleiding van dit voorstel en van de adviezen van verscheidene ingenieurs werd de werkkamer of liever de duikerklok, waarin de grondwerkers zouden arbeiden, zamengesteld voor elken landpijler uit 4, voor elken stroompijler uit 3 bakken van geslagen ijzer zonder bodem, lang 5, breed 7 en hoog 3 M., die met de lange zijde tegen elkander werden gesteld en stevig aan elkander werden gebout. Op elken van deze bakken bevonden zich twee schoorsteenen, aan hun boveneinde voorzien van eene luchtsluis en daartusschenin een derde schoorsteen, van boven open, waarin eene noria liep, die den ontgraven grond naar boven bragt. De beide eerste schoorsteenen reikten tot door den zolder van den bak, de derde was verlengd tot onder den onderrand van dezen en reikte tot in het water. In de schotten tusschen de verschillende bakken werden openingen gemaakt, waardoor men van het eene compartiment in het andere kon komen.

De geheele toestel werd aan kettingen met schroeven opgehangen en, terwijl op den zolder der bakken werd gemetseld, door eene stoommachine langzamerhand naar beneden gelaten. Intusschen werden door eene tweede stoommachine luchtpompen in beweging gebragt, die de lucht in de sluizen en in de bakken zamenpersten, waardoor het water uit deze werd verdrongen en zich arbeiders in die bakken konden bewegen, die de kiezel langs den onderrand van de bakken naar het midden stootten, vanwaar zij door de noria werd naar boven gehaald.

Nadat de diepte van 20 M. onder laag water was bereikt, werden de bakken en de schoorsteenen volgemetseld.

Ofschoon nu door het aanbrengen eener afzonderlijke werkkamer, op den zolder waarvan onmiddellijk gemetseld werd, twee der drie hoofdbezwaren waren weggenomen en het derde was verminderd, doordat, wanneer een van de beide schoorsteenen moest verlengd worden, de andere dienst kon blijven doen, was er een nieuw bezwaar ontstaan door het baggeren in de vrije lucht. De noria's waren toch zeer kostbaar en gaven herhaaldelijk aanleiding tot herstelling.

Daarom bragt dan ook Castor bij de in 1862/63 gebouwde viaduct van Argenteuil, evenals te Kowno geschied was, den grond weder door de luchtkokers naar boven, doch hij bewoog het windas door eene buiten de sluis staande stoommachine zoo, dat, terwijl een grondemmer werd opgehaald en uitgeschut, de andere werd nedergelaten en gevuld.

Van alle verbeteringen, die langzamerhand in de pneumatische funderingswijze zijn ontstaan, is bij den bouw der bruggen over het Hollandsch diep en over de Nieuwe Maas partij getrokken. In hoofdzaak waren de beide funderingen aan elkander gelijk, slechts in enkele ondergeschikte deelen weken zij van elkander af. Het belangrijkste verschil was, dat de horizontale doorsnede der pijlers bij Rotterdam dubbel zoo groot was als die van de pijlers bij Moerdijk, dat daarentegen laatstgenoemden iets dieper gezonken zijn dan de eerste.

De overbrugging van de Nieuwe Maas te Rotterdam geschiedt in het belang van den spoorweg van genoemde stad naar Breda in verband met de spoorwegen naar Zeeland, Zuid-Duitschland en België.

In het bed der rivier zijn vier stroompijlers, waarvan de twee het naast bij Rotterdam met behulp van zaamgeperste lucht zijn gefundeerd.

Door de sterke buiging der rivier, aan welker hollen oever Rotterdam gelegen is, nadert de stroomdraad den kaaimuur langs de Boompjes tot op ongeveer 70 M. afstand.

In de as van de overbrugging is de diepte in den stroomdraad ongeveer 14.20 M. onder dagelijksch laagwater of 15.50 M. onder dagelijksch hoogwater. Bij de aan wederzijde van die geul gebouwde pijlers was de diepte gemiddeld ongeveer 7.70 M. onder laag- of 9 M. onder hoogwater.

Eene fundering op palen en beton, omgeven door een wand van dampalen was hier niet mogelijk, omdat de dampalen, ten einde te reiken tot boven hooge zomervloeden eene buitensporige lengte zouden hebben moeten bekomen en, doordat zij zeer ver boven den bodem zouden hebben uitgestoken, de noodige stijfheid niet had kunnen verkregen worden.

Daarom werd besloten die beide pijlers pneumatisch te funderen.

Op zeer uitvoerige teekeningen toont spreker aan hoe de pneumatische funderingswijze te Rotterdam is toegepast.

Met de beschrijving van de geheele brug zegt hij eene nadere mededeeling voor de Verhandelingen in het Tijdschrift toe.

---

10. Door den heer J. L. Terneden, opzigter bij den aanleg van staatsspoorwegen te Rotterdam, is eene nota aangeboden over puddelen van ijzer met uit de hand bewogen gereedschappen.

Omtrent dat stuk zal nader door den raad van bestuur eene beslissing worden genomen.

---

11. Op de vraag van den president, of nog een der aanwezigen eene mededeeling of een voorstel heeft te doen, bekomt het lid C. de Groot het woord en zegt;

Mijne « Aanwijzingen en mededeelingen op het gebied van mijnontginning in Nederlandsch-Indië, » opgenomen in de Notulen der vergadering van den 13den Junij 1872, wensch ik met een paar woorden in juistheid te doen winnen.

Onder de lasten, welke van den mijnbouw worden geheven, noemde ik « patentregt evenredig aan de verkregen winst. »

Dit is niet waar voor den mijnbouw in 't algemeen. Bij artikel III der patentwet (Staatsblad voor 1819, n°. 34), letter *o*, zijn van patenregt vrijgesteld: De eigenaren en ondernemers van steengroeven, veengraverijen, steenkolen en andere mijnen en groeven, welke zich bepalen bij *den verkoop in natura der door hen uitgegravene stoffen.* »

---

12. Het lid de Bruyn Kops verzoekt nog het woord en zegt: In het algemeen verslag over het Instituutsjaar 1869—1870 heb ik in der tijd met groot genoegen de mededeeling van den raad

van bestuur aangetroffen, dat een alphabetisch register op de vroegere werken van het Instituut (1847—1870) in den loop van het jaar 1870 mogt worden te gemoet gezien. Zou het onbescheiden wezen, nu weder sedert dien tijd twee jaren zijn verloopen, de vraag te doen: hoever is men sedert met dien arbeid gevorderd? Ik acht zulk een register van het grootste belang, daar, zonder het bezit daarvan, de rijkdommen, die in de werken van het Instituut voorhanden zijn, een onontgonnen terrein uitmaken, dat zeer moeijelijk te bewandelen is.

De president antwoordt, dat de uitgave van het bedoeld register door eene treurige omstandigheid is vertraagd. Ons medelid J. C. Wencker, welke dien arbeid welwillend had op zich genomen, is door voortdurende en herhaalde ongesteldheid tot heden verhinderd geworden, de taak te voltooijen. Mogt die toestand blijven voortduren, dan zal de raad pogingen aanwenden, dat langs anderen weg in de aangeduide leemte worde voorzien, opdat zoo spoedig maar eenigzins mogelijk aan het te kennen gegeven billijk verlangen worde voldaan.

---

13. Om in de vergadering van 12 November 1872 te worden geballotteerd, worden voorgesteld;

als gewone leden de heeren: F. W. van Eeden, secretaris der nederlandsche maatschappij van nijverheid, te Haarlem, F. H. Eussen, ingenieur, te 's Gravenhage, C. E. Heynsius, medicinæ doctor, enz. te Amsterdam, J. P. Hofman, ingenieur der bruggen en wegen, directeur der gemeentewerken, te Gent, W. Houwens, oud-ingenieur van het stoomwezen, lid van de firma van Rietschoten en Houwens, te Rotterdam, P. Mescher Mackay, koopman, te Amsterdam, en W. E. Uhlenbroek, voormalig werktuigkundige, te Amsterdam;

als buitengewone leden de heeren: F. C. de Bas, leerling werktuigkundige, te Rotterdam, W. H. J. Dates, Th. F. A. Delprat, J. P. Hengeveld, studenten aan de polytechnische school, te Delft, W. Hellier Hutchens, élève-ingenieur, te Velsen, C. A. Jolles, student aan de polytechnische school, te Delft, C. L. J. Martens, leerling-bouwkundige, te 's Gravenhage, D. J. Stam, J. J. Verwey, opzigters bij de duinwaterleiding, te 's Gravenhage, en J. H. M. Waldorp, student aan de polytechnische school, te Delft, wonende te 's Gravenhage.

Nadat het raadslid Fijnje, als president der straks te vermelden feestcommissie, nog eenige mededeelingen heeft gedaan met betrekking tot de verdere regeling van den feestdag, sluit de president de vergadering, na de aanwezigen voor de betoonde belangstelling te hebben bedankt.

Aldus voorloopig vastgesteld in de raadsvergadering van den 8sten October 1872.

Namens den raad van bestuur,

G. J. G. KLERCK,
president.

J. TIDEMAN,
secretaris.

De raad van bestuur had, bij gelegenheid, dat op dezen feestelijken dag het vijf-en-twintigjarig bestaan van het Instituut zou worden gevierd, eene commissie uit de gewone leden uitgenoodigd, om de bijeenkomst zooveel mogelijk te veraangenamen en op te luisteren; die commissie, bestaande uit de heeren J. F. Boogaard, K. Enthoven Lz., J. G. W. Fijnje, J. J. van Kerkwijk, J. A. Kool, J. H. Kromhout, L. H. J. J Mazel, P. J. Mouthaan en J. S. Noordendorp (*), heeft zich op uitstekende wijze van hare taak gekweten, daarin gesteund door de welwillende medewerking van de bestuurders der Hollandsche ijzeren spoorweg-maatschappij, der Nederlandsche Rhijnspoorweg-maatschappij en van de maatschappij tot exploitatie van staatsspoorwegen, voorts door de directie, den ingenieur en de aannemers der Amsterdamsche kanaal-maatschappij, de commissarissen der nieuwe of littéraire societeit, het bestuur van het koninklijk zoologisch-botanisch genootschap te 's Gravenhage, en den heer kolonel-kommandant van het regement grenadiers en jagers. Door die krachtige zamenwerking werd de raad in staat gesteld een feestprogramma aan te bieden, dat de onverdeelde goedkeuring van alle aanwezigen heeft mogen wegdragen.

De dag, die aan de eigenlijke feestviering voorafging, was bestemd om een hernieuwd bezoek te brengen aan de werken van de Amsterdamsche kanaal-maatschappij te Velsen (†).

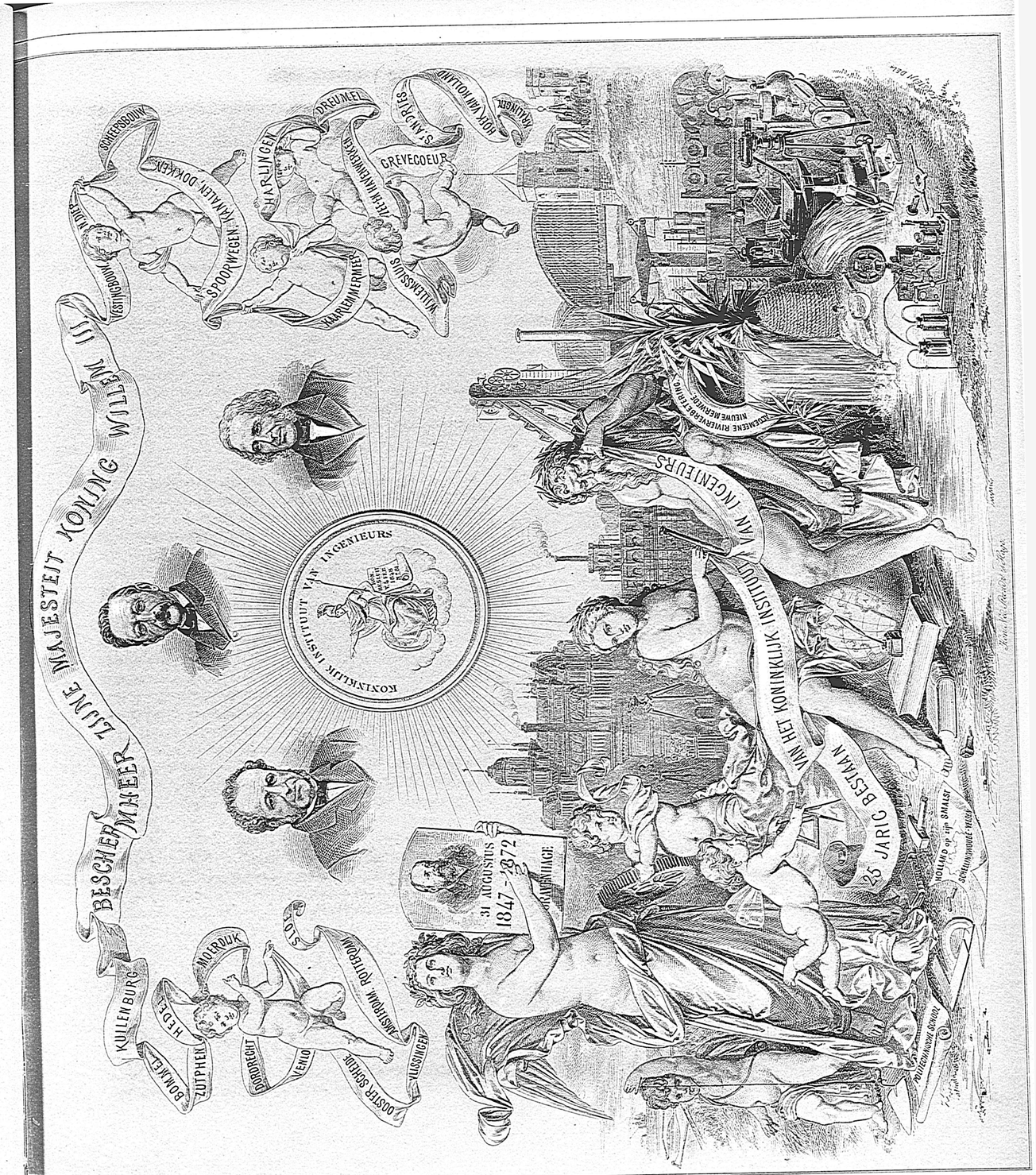
Door de directie der Hollandsche ijzeren spoorweg-maatschappij was tegen 12 ure ter beschikking van den raad van bestuur van het Instituut, de feestcommissie en de 's Gravenhaagsche leden een extra-trein gesteld, die te Haarlem nog een aanzienlijk aantal leden opnam. Te Velsen werden de feestgenooten ontvangen door den directeur der kanaalmaatschappij, ons medelid J. Boelen JRzn., den engelschen aannemer David B. Lindsay en den eerstaanwezend ingenieur der maatschappij, ons medelid J. Dirks. Aan een 130tal bezoekers (§) werd door hen gelegenheid gegeven om eerst de Noordzeesluizen en daarna den zuidelijken havendam te bezigtigen, thans tot op eene lengte van 900 M. voltooid, terwijl de noordelijke tot omstreeks 1100 M. gevorderd is. Als om strijd roemde ieder deze prachtige, reusachtige werken. Nadat, door de vriendelijke zorg van den heer Boelen, eenige ververschingen waren aangeboden, ging men met een trein, daartoe door den aannemer beschikbaar gesteld, weder naar Velsen en daarna naar Zandpoort, vanwaar men zich tot het gebruiken van een collation naar Velsereind begaf. Dat collation was gedeeltelijk binnen 's huis en gedeeltelijk in de open lucht onder het lommer der boomen aangerigt, en werd, toen de avond was gevallen, *à giorno* verlicht. De president, zich de officieele toasten voor het diner van den volgenden dag voorbehoudende, bragt hier een woord van dank en hulde aan de directie der kanaalmaatschappij, den ingenieur en de aannemers,

---

(*) President der commissie was de heer Fijnje, terwijl het secretarisschap werd waargenomen, eerst door den heer Kromhout, later, toen deze eene buitenlandsche zending ontving, door den heer Boogaard.

(†) Zie Notulen 1870—1871, blz. 117.

(§) Als gasten waren door de feestcommissie uitgenoodigd en aanwezig de heeren W. J. Feith, commissaris der nieuwe of littéraire societeit, R. T. Maitland, directeur van den zoologisch-botanischen tuin en C. A. Eekstein, commies bij het topographisch bureau aan het departement van Oorlog.



aan de bestuurders en den ingenieur der Hollandsche ijzeren spoorweg-maatschappij, en uitte namens het Instituut den wensch, dat het reeds zoo ver gevorderde grootsche werk gelukkig moge worden voltooid.

Deze dag werd door uitstekend weder begunstigd.

Nog geheel vervuld van de aangename indrukken van den vorigen dag, begaven zich de leden den 31sten Augustus naar het lokaal van het zoologisch-botanisch genootschap van acclimatatie, alwaar eene sierlijk gedecoreerde zaal de bezoekers ontving.

Van den hoofdgevel woei de wimpel van het Instituut, die indertijd door de Dordrechtsche feestcommissie voor de vergadering van 10 Junij 1869 was ten geschenke gegeven (*). De zaal was met kwistigen overvloed van bloemen en heestergewassen op de smaakvolste wijze versierd, waarvoor den directeur van den tuin alle hulde toekomt. Tegenover den ingang bevond zich eene zeer schoone versiering, door de zorg van het lid der feestcommissie Noordendorp en den kunstschilder J. Stortenbeker gearrangeerd. In eenen reusachtigen krans van levende bloemen prijkte het marmeren borstbeeld van den beschermheer, in het jaar 1856 door Z. K. H. prins Frederik der Nederlanden ten geschenke gegeven, daarboven de jaartallen 1847 — 1872, en daaronder de welgelijkende afbeeldsels van de drie overleden oprigters F. W. Conrad, dr. G. Simons en L. J. A. van der Kun, terwijl onderaan het straks vermeld diploma van het Antwerpsch aardrijkskundig congres was aangebragt. Het laatst bedoeld portret was voor deze gelegenheid naar eene goed getroffen *carte de visite* met zeer veel talent vergroot op dezelfde afmetingen als die van het portret van dr. G. Simons, door den heer C. A. Eckstein, commies bij het topographisch bureau aan het departement van oorlog, die later de beleefdheid had dat schoone kunststuk aan de feestcommissie ten geschenke aan te bieden, welke op hare beurt het aan den raad van bestuur ter versiering van zijne vergaderzaal afstond. Het geheel maakte een grootschen indruk (†). De zaal was voorts in de rondte met vlaggen en de wapens der provincien versierd, en boven den zetel van den president bevond zich een bundel oranjevanen, waartusschen op een blaauw veld te lezen stond: « Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Vijf-en-twintigjarig bestaan. »

(*) Vgl. Notulen, 1868 — 69, blz. 259.

(†) Van deze versiering zijn door de zorg van den Secretaris photographiën vervaardigd, die zeer goed zijn geslaagd en op franco aanvrage, tegen overzending van f 0.75 per exemplaar, bij hem aan het lokaal Diligentiâ voor de leden verkrijgbaar zijn.

Na afloop der vergadering wachtte de leden door de zorgen der feestcommissie een keurig bereide ochtenddisch, na afloop waarvan zij zich tegen twee uren begaven naar de Societeitstent in het Bosch, alwaar door het muzijkkorps van het regiment grenadiers en jagers onder de leiding van den verdienstelijken Dunkler een uitstekend programma op uitmuntende wijze ten gehoore werd gebragt. Het werd met een opwekkenden welkomstgroet van den directeur geopend, en bestond voorts uit heerlijke toonwerken van Beethoven, Buyssens, C. M. von Weber, Gounod, Dunkler en Bousquet. Vooral de *méditation adaptée au 1er prélude de* S. Bach van Gounod en Dunkler's *fantaisie sur des motifs de l'opéra de* Wagner *Lohengrin* mogen hier meer bijzonder vermeld worden.

Tegen half vijf uur begaf zich de talrijke schare met opgewekten geest naar Scheveningen, om zich omstreeks half zes ure aan den feestmaaltijd op het stedelijk Badhuis te vereenigen. Tot dat feestmaal waren de minister van binnenlandsche zaken, de burgemeester der residentie, de president der nieuwe of litteraire societeit, de president der Amsterdamsche Kanaalmaatschappij, de kolonel-kommandant van het regiment grenadiers en jagers, de secretaris van het Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte, de heeren David B. Lindsay en Darnton Hutton, aannemers der Amsterdamsche kanaalwerken, als gasten genoodigd. Alleen de drie laatsten hadden de uitnoodiging aangenomen. Van de gewone leden miste men met leedwezen de ministers M. D. graaf van Limburg Stirum en mr. G. de Vries Az., alsmede de commissaris des Konings in Zuidholland mr. C. Fock. Het werd bijgewoond door het eerelid mr. J. Heemskerk Az, en telde in het geheel 122 dischgenooten. Een hoogst aangename en gezellige toon kenmerkte dit bijeenzijn. Gelijk van zelf spreekt werden tal van feestdronken gebragt, afgewisseld door de muzijk der kleine kapel van het regiment grenadiers en jagers. Een keurig bewerkt menu, versierd met de afbeeldingen van de drie oprigters en van den stempel van het Instituut en voorts met eene allegorische voorstelling, de groote werken, op het gebied van den ingenieur in Nederland uitgevoerd, in zich sluitende, lag voor de aanzittenden gereed. Het was insgelijks bewerkt door den heer Eckstein, en op steen gegraveerd ter koninklijke steendrukkerij, onder directie van den heer S. Lankhout alhier. Een afdruk daarvan wordt bij dit verslag aan de leden aangeboden. Omstreeks tien uur nam de feestmaaltijd een einde, waarna men zich naar 's Gravenhage terug begaf en een aantal feestgenooten nog eenigen tijd in het lokaal der nieuwe of litteraire societeit gezellig bijeen waren.

Voorzeker zal deze feestviering, die op smaakvolle wijze was geregeld, een diepen indruk bij de talrijke aanwezigen achterlaten, en hulde en lof verdient de boven vermelde feestcommissie voor haren zoo gelukkig volbragten arbeid.

BIJLAGE 1.

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand Mei 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.							
					u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.					
				u. m.											
1	Helder, beneveld, mooiweer.	23	Z. Declinatie.	20. 4	11.40		0.196	7.52		1.130			0.0	4.0	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Helder, beneveld, mooiweer.	24		20.53	2.16	0.262		9.25		1.000			5.7	2.3	
3	Digtbewolkt, beneveld, winderig, regen en wind.	25		21.39	3. 0	0.226		10.40		1.042			1.4	3.5	
4	Helder, wind, onstuimig, digtbewolkt, regenbuig.	26	N. Declinatie.	22.25	5.16	0.562		11.26		0.732			1.6	2.0	
5	Digtbewolkt, winderig, beneveld, goedweer.	27		23.10	6. 4	0.506		11.27		0.948			0.9	4.5	
6	Helder, ligtbewolkt, winderig, buijig weer.	28		3.56	6.40	0.432		0.25		0.996			2.9	4.1	
7	Ligtbewolkt, helder, wind en regenbuijen.	29	N.M. 1u. 38m.	»	7. 4	0.529		1. 3		0.870			2.7	2.1	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 uur, bedraagt over deze maand 17° 5′ 7″.
8	Digtbetrokken, regen, wind, losbewolkt, mooiweer.	1		0.43	7.40	0.537		1.30		0.884			0.0	2.4	
9	Ligtbewolkt, beneveld, bewolkt, winderig, koelweer.	2		1.32	8.35	0.274		2.50		1.017			0.0	2.7	
10	Bewolkt, wind, buijig, helder, koudweer.	3		2.21	6.34	0.139		3.17		1.114			0.3	4.0	
11	Helder, zwaar en losbewolkt, regenbui, mooiweer.	4		3.12	7.13	0.280		4.27		0.914			0.0	5.1	
12	Digtbewolkt, wind, beneveld, onstuimig, regen.	5	Apogeum.	4. 2	8.10		0.135	4.36		0.154			6.6	0.2	De grootste declinatie werd waargenomen op den 7den, 12den en 25sten te 2 uur = 17° 9′ 20″ en de kleinste op den 18den te 8 uur = 16° 9′ 15″.
13	Digtbewolkt, winderig, beneveld, mooiweer.	6		4.51	8.10	0.109		4.21		0.912			0.0	2.6	
14	Ligtbewolkt, beneveld, koel, zachte regen.	7		5.39	9.27		0.14?	5.23		1.110			3.8	0.9	
15	Bewolkt, goedweer, helder, mooiweer.	8	E.K. 4u. 25m.	6.25	10.30		0.132	6.18		0.939			0.0	3.8	
16	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	9		7.10	0.22	0.198		8.12		0.868			0.0	2.8	
17	Ligtbewolkt, helder, goedweer, regen en wind.	10		7.54	2. 0	0.254		9.20		0.844			10.2	0.6	
18	Digtbewolkt, betrokken, regen, koel.	11		8.38	2.45	0.164		10.12		0.946			0.0	2.5	
19	Ligtbewolkt, helder, stil, mooiweer, schoon.	12	Z. Declinatie.	9.24	3.17	0.268		11.12		1.079			0.0	4.4	
20	Helder, bewolkt, stil, mooiweer.	13		10.12	2.50	0.092		11.40		1.280			0.0	2.7	
21	Ligtbewolkt, beneveld, schoonweer.	14		11. 3	6.20	0.189		0. 0		1.087			0.0	4.6	
22	Helder, beneveld, ligtbewolkt, mooiweer.	15	V.M. 11u. 28m.	11.59	7.22	0.234		0.50		1.042			0.0	3.6	
23	Helder, ligtbewolkt, bijna stil, mooiweer.	16		12.59	7.40	0.218		1.32		1.154			0.0	3.9	
24	Helder, de kim beneveld, mooiweer.	17	Perigeum.	14. 2	9. 0	0.169		2.30		1.154			0.0	3.8	
25	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	18		15. 6	9.18	0.113		3. 0		1.270			0.6	4.1	
26	Helder, bewolkt, beneveld, mooiweer.	19		16. 9	6.40	0.000		3.42		1.224			0.0	3.9	
27	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	20		17. 7	7.30		0.029	4.30		1.169			0.0	3.1	
28	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	21		18. 1	8.30		0.089	5.13		1.172			0.0	5.0	
29	Helder, beneveld, digt betrokken, vochtig, goedweer.	22	L.K. 2u. 32m.	18.51	9.50		0.117	6.36		1.118			0.0	2.9	
30	Helder, mooiweer, dikke mist, vochtige lucht.	23		19.38	0.45	0.342		8. 0		1.003			0.0	4.1	
31	Ligtbewolkt, beneveld, koelweer, winderig.	24	N. Declinatie.	20.23	2.30	0.348		9.22		0.888					
			Optelling			6.445	0.845			31.060			36.1	99.9	
						0.845									
						5.600									
			Gemiddeld			0.181				1.002					
					»		»	19.40		0.889	1.85	NOtN. NO.			
					13.12		0.084	21.25		0.909	0.57	NO. N. NtW. ZW.			
					17.40		0.044	22.20		0.864	11.23	ZW. ZWtZ. ZW.			
					18.13	0.266		23.35		0.779	21.83	ZWtZ. ZW. ZWtZ.			
					14.32	0.204		»		»	8.83	ZWtZ. ZW.			
					19.27	0.339		12.42		0.865	10.50	ZWtZ. ZW.			
					19.23	0.487		13.10		0.674	20.58	ZWtZ. ZW. ZWtW ZW.			
					16.12	0.386		13.42		0.810	7.70	ZWtZ. ZWtW. WtZ. ZWtW.			
					17.34	0.206		15. 0		1.016	3.95	WtN. NtW. N.			
					18.44	0.302		15.15		0.976	8.75	N. NtW. NNW. NW.			
					19.16	0.268		16. 0		0.962	3.37	NWtW. WtN. ZWtW. Z. OtN.			
					20.35	0.032		16. 0		1.197	19.58	NOtN. NOtO. NO.			
					20.45	0.122		16.16		1.003	1.75	NO. OZO. Z. ZtO. OZO.			
					23.10	0.024		17. 0		1.158	3.08	OZO. O. OtN. ZO.			
					»	»		18.20		0.840	2.42	Z. ZZW. W. WZW. ZWtZ.			
					12.25		0.105	20. 0		0.810	1.75	ZWtZ. ZWtW. NNW. N. NWtN.			
					13.25		0.086	20.40		0.939	5.25	NWtN. N. NNO.			
					14. 0	0.023		21.50		0.889	5.98	NNO. NtO. NWtN.			
					14.25		0.022	22.45		1.107	0.70	NW. NNW. NOtO.			
					18.42		0.043	»		»	0.40	NOtO. O.			
					19. 0	0.085		12.45		1.158	0.38	O. NWtN. NNW. NW. WtZ.			
					20. 0	0.046		13.35		1.178	1.58	WtZ. ZWtW. ZZW. ZWtZ.			
					20.25	0.128		14.12		1.174	0.57	ZW. ZtW. W.			
					21.22	0.102		15. 8		1.159	0.82	WtN. NWtN. NtW. N.			
					21.15	0.188		15. 8		1.074	1.18	NtW. NW. W. WtZ. NWtW.			
					22.10	0.210		15.50		1.092	1.00	NWtW. WtZ. W. WtZ. WtN.			
					22.30	0.149		16.26		1.072	0.67	W. WNW. NWtW.			
					23.50	0.202		17.15		1.000	0.50	WtZ. WZW. ZW.			
					»	»		18.17		0.870	2.12	ZW. ZWtZ. ZZW.			
					11. 5		0.134	19.22		0.954	1.42	ZZW. ZWtW. Z. ZZW.			
					12.24		0.048	21.27		0.931	4.27	ZWtZ. WZW. WNW. NWtN.			
						3.774	0.566			28.349	154.58				
						0.566									
						3.208									
						0.107				0.977	4.99				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{5.600 + 3.208}{31 + 29} = \frac{8.808}{60} = 0.147$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{31.060 + 28.349}{31 + 29} = \frac{59.409}{60} = 0.990$ » — AP

Gemiddeld verval 1.137 M.

Opgemaakt te Helder den 3den Junij 1872, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 434 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 94 » » 2.5 » 5 » » » »
» 81 » » 5 » 10 » » » »
» 51 » » 10 » 15 » » » »
» 44 » » 15 » 20 » » » »
» 38 » » 20 » 30 » » » »
» 2 » » 30 » 40 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 4den, ten 5 ure 0 minuten = 44 K.G. op den M².

BIJLAGE 1 (vervolg).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand Junij 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den						betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.			Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag.			Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag.							
					u. m.	+ AP.	− AP.	u. m.	+ AP.	− AP.	u. m.	+ AP.	− AP.	u. m.	+ AP.	− AP.					
1	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	25	N. Declinatie.	21. 8	3.30	0.271		10.12		1.084	13.20		0.105	22. 0		1.154	1.93	NW. NWtN. ZZW. Z. ZtW.	0.0	4.8	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Ligtbewolkt, beneveld, stil, mooiweer.	26		21.53	4.48	0.105		10.50		1.125	18. 4	»		23. 0		1.006	0.82	ZZW. ZWtZ. ZtW. Z. ZW.	0.0	3.7	
3	Ligtbewolkt, stil, vochtig, mooiweer.	27		22.39	5.38	0.237		12.15		1.037	15.10	0.018		»		»	0.23	ZW. ZWtW. WtZ. W. WNW. NNW.	0.0	2.8	
4	Digtbewolkt, vochtige lucht, bewolkt, goedweer.	28		23.26	6.20	0.172		0.16		1.072	16. 0	0.020		12.42		1.065	1.63	NNW.	0.0	0.7	
5	Helder, ligtbewolkt, stil, mooiweer.	29	N.M. 15u. 43m.	»	7.24	0.062		1.25		1.176	16.37	0.060		13.30		1.126	0.60	NtW. NNW. NWtW. NWtN. WZW.	0.0	4.2	
6	Digtbewolkt, beneveld, mooi, onweder, regen, wind.	0		0.15	5. 4	0.053		1.46		1.107	19.42	0.226		14. 0		1.097	4.52	ZWtW. Z. OZO. ZO. Z. ZWtW.	11.7	3.7	
7	Helder, ligtbewolkt, mooiweer, wind- en regenbuijen.	1		1. 6	4.40	0.177		2.30		0.943	20.34	0.229		14.22		1.034	8.62	ZWtW. ZWtZ. ZtO. Z. ZWtZ.	4.3	1.6	
8	Ligtbewolkt, helder, winderig, zachte regen, mooiweer.	2		1.56	5.25		0.030	2.45		1.145	21.17	0.152		14.40		1.176	3.40	ZZW. ZZO. ZtO. Z. ZWtZ.	0.0	3.8	
9	Ligtbewolkt, winderig, mooiweer, onweder, winderig.	3	Apogeum.	2.46	5.50	0.056		3.30		0.988	21.48	0.268		15. 0		1.000	7.48	ZZW. Z. ZZW. ZWtZ.	2.1	4.4	
10	Ligtbewolkt, helder, winderig, beneveld, mooiweer.	4		3.34	6.26	0.110		3.25		0.894	22.25	0.234		15.19		1.014	7.32	ZZW. ZWtZ. ZtO. ZZW.	0.0	4.7	
11	Zwaar en losbewolkt, winderig, betrokken, winderig.	5		4.21	11.15	0.050		4.36		0.974	22. 0	0.350		15.48		0.862	5.02	ZWtZ. ZOtZ. Z. ZZW. WNW.	6.8	2.7	
12	Ligtbewolkt, beneveld, winderig, goedweer.	6		5. 5	8.15	0.094		4.50		0.835	23.15	0.262		16.28		0.948	2.12	WtN. W. WZW.	0.0	3.1	
13	Digtbewolkt, beneveld, helder, bijna stil.	7	E.K. 19u. 39m.	5.49	9.20	0.053		5 52		0.838	22.25	0.222		17.35		0.912	0.60	WZW. W. NW. NWtN. NtO.	0.0	1.8	
14	Helder, ligtbewolkt, bijna stil, beneveld, mooiweer.	8		6.32	10.40		0.102	7. 0		0.976	»	»		18.30		1.067	0.37	NtO. NNO. NO. OZO. OtZ.	0.0	5.5	
15	Ligtbewolkt, stil, schoonweer.	9		7.15	0. 0	0.074		7.40		1.027	11.50		0.113	19.36		0.948	0.38	O. ZZW. ZOtO. ZW.	0.0	5.3	
16	Ligtbewolkt, helder, beneveld, stil, schoonweer.	10	Z. Declinatie.	8. 0	1.20	0.151		8.43		1.052	13.35		0.100	21. 7		1.040	0.15	ZWtW. WtN. NWtN. N. NO. O.	0.0	4.9	
17	Helder, beneveld, veenrook, mooiweer.	11		8.49	3. 0	0.136		10.20		1.171	13.50		0.114	22. 0		1.102	1.93	O. ZOtO. OtN. O. OZO. OtZ.	0.0	6.5	
18	Ligtbewolkt, helder, beneveld, mooiweer, droog.	12		9.41	4. 0	0.074		11.14		1.247	15. 0		0.116	23.42		1.178	3.43	OtN. OtZ. O. OtZ. OZO.	0.0	6.2	
19	Helder, droog, schoonweer.	13		10.39	6. 0	0.079		11.47		1.242	18.34	0.016		»		»	1.52	OZO. O. ZOtO. ZZO. OtZ.	0.0	6.7	
20	Helder, droog, schoonweer, dikke mist, vochtig.	14	V.M. 19u. 17m.	11.42	6.50	0.264		0. 0		1.094	19.14	0.228		12.45		1.006	0.57	O. W. WtZ. NNW. WtZ. ZWtW.	0.0	5.4	
21	Betrokken, mistig, vochtig, beneveld, regen en wind.	15	Perigeum.	12.48	7.40	0.188		1.17		1.044	19.55	0.256		13.26		1.178	4.03	W. ZW. ZtW. ZZO. ZtW. WNW. W.	9.3	2.3	
22	Ligtbewolkt, winderig, mooiweer, helder, schoon.	16		13.53	8.40	0.164		2.10		1.147	20.42	0.319		14.20		1.078	2.47	WtZ. ZW. ZWtW. WZW.	0.3	3.3	
23	Helder, stil, schoonweer.	17		14.56	5.28	0.084		3. 4		1.153	21.10	0.257		15.12		1.128	0.70	WZW. W. WtN. O. OtZ.	0.0	3.0	
24	Ligtbewolkt, mooiweer, beneveld, zachte regen.	18		15.54	6.50		0.023	3.42		1.262	22.14	0.348		15.45		1.138	4.42	O. OtZ. OZO. ZZO. ZO. ZtO.	1.4	5.5	
25	Ligtbewolkt, stil, schoonweer, donder in de verte.	19		16.46	7.17	0.002		4.52		1.179	22.40	0.481		16.28		0.916	6.05	Z. WZW. ZZW. Z. ZWtW.	0.3	3.4	
26	Ligtbewolkt, helder, winderig, regenbuijen.	20		17.36	7.55	0.096		5.30		0.908	»	»		17. 0		0.856	9.50	ZW. W. ZW. WtZ.	0.0	6.2	
27	Helder, bewolkt, regen, wind, onstuimig.	21	L.K. 9u. 47m.	18.22	0. 0	0.500		6.35		0.915	9. 0	0.040		18. 0		0.958	10.03	W. WZW. ZWtW. ZW.	4.0	4.4	
28	Digtbewolkt, buijig, winderig, koelweer.	22	N. Declinatie.	19. 7	0.40	0.425		7.10		0.808	9.54	0.062		19. 0		0.825	8.83	ZWtW. W. WtZ.	0.0	3.3	
29	Ligtbewolkt, wind, onstuimig, ligtbewolkt, mooiweer.	23		19.51	1.53	0.642		8.32		0.504	11.12	0.319		20.15		0.894	8.71	W. WtN. WNW. WtN.	0.0	5.7	
30	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	24		20.37	0.13	0.314		9.15		0.946	12.25	0.024		20.50		1.028	1.11	WtN. ZWtW. ZOtZ. ZZO. ZZW.	0.0	4.8	
			Optelling			4.633	0.155			30.893		4.391	0.603			28.734	108.47		40.2	124.4	
						0.155						0.603									
						4.478						3.788									
			Gemiddeld			0.149				1.030		0.135				1.026	3.62				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{4.478 + 3.788}{30 + 28} = \frac{8.266}{58} = 0.143$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{30.893 + 28.734}{30 + 28} = \frac{59.627}{58} = 1.028$ » − AP

Gemiddeld verval 1.171 M.

Opgemaakt te Helder den 2den Julij 1872, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 425 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 73 » » 2.5 » 5 » » » »
» 138 » » 5 » 10 » » » »
» 37 » » 10 » 15 » » » »
» 18 » » 15 » 20 » » » »
» 1 » » 20 » 30 » » » »
» 1 » » 30 » 40 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 6den, ten 1 ure 30 minuten = 33 K.G. op den M².

BIJLAGE 1 (slot).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand Julij 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den: Tijd en stand van den eersten vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
				u. m.																	
1	Betrokken, winderig, regenbuijen, koelweer.	25	N. Declinatie.	21.23	4.20	0.304		10.15		0.774	13.20	0.125		22. 0		0.806	3.23	ZZW. ZW. W. ZW. ZtO. ZtW. ZW.	5.1	2.1	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Ligtbewolkt, mooiweer.	26		22.12	5. 4	0.284		11. 0		0.827	14.10	0.189		23.32		0.884	2.50	ZWtW. W. NWtW. NW.	0.7	3.5	
3	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	27		23. 1	3.34	0.209		12.10		0.999	15.25	0.119		»		»	1.52	NWtW. NWtN. WNW. WZW.	0.0	4.7	
4	Helder, ligtbewolkt, stil, mooiweer.	28		23.52	4. 8	0.156		0.30		0.957	19. 0	0.222		12.38		0.988	0.90	WZW. W. NWtW. W. WtZ.	0.0	4.5	
5	Helder, schoonweer, ligtbewolkt, beneveld.	29	N.M. 6u. 44m.	»	5. 0	0.137		1.42		0.950	19.30	0.226		13.22		1.032	0.28	W. ZZO. ZOtO.	0.0	4.2	
6	Helder, beneveld, schoonweer.	1	Apogeum.	0.42	5.30	0.114		2. 0		1.000	20.25	0.308		14.12		0.967	1.50	ZOtO. O. NOtO. O. ZOtO. OZO.	0.0	5.1	
7	Helder, ligtbewolkt, schoonweer.	2		1.31	5.50	0.080		3. 0		1.014	20.38	0.346		14.37		1.024	2.10	OZO. OtN. O. OZO. ZWtZ.	0.0	8.5	
8	Helder, mooiweer, winderig, beneveld, ligtbewolkt.	3		2.18	5.35	0.090		3. 2		0.956	21.30	0.317		14.42		1.020	3.58	ZWtZ. WZW.	0.0	6.8	
9	Helder, ligtbewolkt, stil, schoonweer.	4		3. 3	6.25	0.084		3.52		0.972	21.36	0.286		15.10		1.012	0.60	WZW. WtZ. WZW.	0.0	5.1	
10	Helder, stil, schoonweer, dauw, mooiweer.	5		3.46	7.25	0.064		4. 7		0.970	22.17	0.274		15.45		1.019	0.37	WZW. OZO. OtZ.	0.0	4.2	
11	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	6		4.28	8.25	0.052		5.37		0.976	22.45	0.257		16.17		1.014	2.32	O. OZO. OtZ.	0.0	5.1	
12	Ligtbewolkt, beneveld, onweer, windbui, mooiweer.	7	Z. Declinatie.	5.11	8.36	0.008		5.22		0.970	23.40	0.270		16.52		0.929	4.87	O. ZtW. OZO. ZW. WtZ. ZW. ZZW.	18.9	4.6	De grootste declinatie werd waargenomen op den 8sten ten 8 uur = 17° 18′ 40″ en de kleinste op den 7den ten 8 uur = 15° 49′ 55″.
13	Zwaar en losbewolkt, regenbuijig, weerlicht, onweder.	8	E.K. 8u. 8m.	5.54	9.45	0.045		6.30		0.916	»	»		18. 5		0.950	0.60	ZO.ZW.Z.ONO.NtW.O.ZZW.NO.NW.	1.3	2.9	
14	Losbewolkt, onweder, winderig, mooiweer.	9		6.39	0.32	0.236		7.16		0.832	11. 0	0.040		19. 0		0.770	1.57	NNW. NNO. NW. WtN. WtZ.	6.2	2.8	
15	Digtbewolkt, regen- en windbuijen.	10		7.28	2. 0	0.374		8.42		0.548	11.35	0.218		20.25		0.632	12.08	WtN. NW. NWtW. NW.	10.8	5.3	
16	Ligtbewolkt, winderig, regen, weerlicht, koel.	11		8.22	0.25	0.372		9.27		0.800	12.45	0.254		21.44		0.639	4.60	WNW. ZW. WNW. N. NW.	8.8	4.1	
17	Helder, ligtbewolkt, winderig, mooiweer.	12		9.21	4. 8	0.439		10.50		0.724	13.36	0.292		23. 0		0.928	3.05	NWtW. NW. WNW. W.	0.0	5.4	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 21sten des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 4′ 13″.12.5.
18	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	13		10.25	2.25	0.246		11.36		0.934	18.25	0.184		»		»	0.87	WZW. ZWtW. W. N. NW.	0.3	5.4	
19	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	14		11.31	6.20	0.182		0.14		0.970	18.38	0.102		12.24		1.070	0.67	NNW. NOtN. NOtO. O. OZO.	0.0	3.4	
20	Helder, beneveld, mooiweer, schoonweer.	15	V.M. 2u. 13m.	12.36	7.45		0.027	0.40		1.206	19.40	0.228		13.12		1.177	0.77	OZO. OtZ. ZOtZ. Z. N. NNO.	0.0	5.6	
21	Helder, stil, schoonweer.	16	Perigeum.	13.38	8.30	0.130		2. 0		1.190	20.28	0.296		14.20		1.100	0.88	NOtN. OZO. O. ZO. OZO.	0.0	6.0	
22	Helder, beneveld, ligtbewolkt, schoon, donder in de verte.	17		14.35	9.32	0.090		2.50		**1.264**	21.16	**0.470**		15. 0		1.064	0.87	OZO. ZOtZ. ZZW. ZOtZ. WtZ.	0.0	7.1	
23	Ligtbewolkt, helder, schoon, onweder, regen, wind.	18		15.27	10.20	0.450		4.15		1.072	21.52	0.459		16. 0		1.058	0.92	WtZ. NOtN NW. O.WtZ. ONO. NW.	6.1	5.3	
24	Ligtbewolkt, helder, schoon, onweder, losbewolkt.	19		16.16	7.14	0.058		4.52		1.098	22.45	0.415		16.34		1.103	0.50	ZWtW. NO. O. NO. O. (O. ZW.	1.7	2.8	
25	Helder, ligtbewolkt, schoonweer.	20	N. Declinatie.	17. 3	8.14	0.040		5.46		1.058	23.42	0.330		17.20		1.167	2.50	O. OtN. ONO. OtN.	1.7	7.3	
26	Helder, ligtbewolkt, beneveld, schoonweer.	21	L.K. 19u. 58m.	17.49	9.20		0.026	6.22		1.054	»	»		18. 0		1.184	0.87	O. OtZ. ZW.	0.0	7.3	
27	Helder, beneveld, stil, schoonweer.	22		18.34	0.34	0.285		7.22		0.954	10.32		0.039	18.35		1.037	1.32	ZWtW. WtZ. ZW. ZtO. WZW.	0.0	6.3	
28	Helder, schoon, betrokken, regenbuijen, mooi.	23		19.21	1.25	0.230		7.52		0.906	11.35	0.024		19.45		0.929	0.98	WZW.NNO.ONO.ZZO.WZW.WNW.	5.1	4.7	
29	Helder, digtbewolkt, vochtig, dauw, mooi.	24		20. 9	2.15	0.230		8.20		0.750	11.50	0.084		20.24		0.760	0.33	WNW. NNW. NW. W. WZW.	2.2	1.4	
30	Losbewolkt, regenbuijen, winderig, koel.	25		20.58	3.25	0.310		9.25		0.558	15.45	0.303		22. 0		0.439	6.45	W. N. NWtW. NW. WNW.	4.6	1.1	
31	Losbewolkt, winderig, zwaarbewolkt, koel.	26		21.48	3. 5	0.434		10.42		0.468	14.25	0.489		23.28		0.675	12.83	WNW. WtN. WNW. NWtW.	0.6	4.4	
			Optelling			5.733	0.053			28.667		7.127	0.039			27.377	76.43		74.1	147.0	
						0.053						0.039									
						5.680						7.088									
			Gemiddeld			0.183				0.925		0.244				0.944	2.47				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{5.680 + 7.088}{31 + 29} = \frac{12.768}{60} = 0.213$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{28.667 + 27.377}{31 + 29} = \frac{56.044}{60} = 0.934$ » — AP.

Gemiddeld verval 1.147 M.

Opgemaakt te Helder den 3den Augustus 1872, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 562 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 78 » » 2.5 » 5 » » » »
» 68 » » 5 » 10 » » » »
» 17 » » 10 » 15 » » » »
» 16 » » 15 » 20 » » » »
» 1 » » 20 » 30 » » » »
» 1 » » 30 » 40 » » » »
» 1 » » 40 » 50 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 12den ten 5 ure 0 minuten = 50 K.G. op den M².

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

VERGADERING GEHOUDEN DEN 12DEN NOVEMBER 1872, IN HET GEBOUW DILIGENTIÀ, TE 'S GRAVENHAGE.

1. Tegenwoordig jhr. G. J. G. Klerck, president, J. A. Kool, N. T. Michaëlis en L. C. van Kerkwijk, raadsleden; J. Tideman, secretaris; de honoraire leden: dr. I. P. Delprat en mr. J. Heemskerk Az.; de gewone leden: J. F. Augier, Th. Bleckmann, C. J. Bolten, J. F. Boogaard, jhr. P. H. A. Martini Buys, P. Caland, C. P. del Campo gen. Camp, J. J. van Coeverden, G. van Diesen, dr. E. F. van Dissel, Jac. Enschedé Johz., J. D. Evers, J. J. van Kerkwijk, L. J. Kesper, J. Kluit, P. Maas Geesteranus, P. J. Mouthaan, J. A. E. Musquetier, W. J. A. Nieuwenhuisen, A. M. C. Roest, M. van Ruth, E. Saraber, M. Sijmons, M. Simon Gz., J. Singels, W. C. A. Staring, H. P. Vogel, dr. A. Vrolik, H. Wakkie; de buitengewone leden: J. J. Brutel de la Rivière, P. E. Ekama, W. J. van Geer, jhr. O. J. A. Repelaer, C. T. J. L. van Rieber, A. F. Steers en J. J. Weve.

De raadsleden W. T. Koster, C. Brunings en T. J. Stieltjes hebben kennis gegeven, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

---

2. De notulen der vergadering van 31 Augustus jl. zijn gedrukt in de eerste aflevering van het *Tijdschrift* voor 1872—1873, die aan eenige leden is verzonden en in de vergadering ter tafel ligt.

Op de vraag van den president of iemand daarover het woord verlangt, antwoordt het lid van Dissel, dat het moeijelijk is te oordeelen over notulen, welke men niet onder de oogen heeft gehad en dat hij voor zich die alweder voor deze vergadering te laat zal ontvangen; hij dringt op eene bespoedigde uitgave aan.

De president zegt, dat inderdaad het laatste nummer van het *Tijdschrift* te laat voor eene tijdige verzending aan al de leden is gereed gekomen, dat de zamenstelling van dit nummer eenige moeijelijkheden heeft opgeleverd, doch dat de raad gaarne zal trachten dat volgende afleveringen vroeger ter vergadering gereed zijn. Overigens leveren de notulen der vorige vergadering niet veel belangrijks op. Verlangt men het, dan zouden zij kunnen worden voorgelezen.

Daar dit niet wordt verlangd en verder niemand het woord vraagt over dit punt, worden de notulen voor goed vastgesteld.

---

3. Sedert de vorige vergadering zijn ontvangen de navermelde geschenken:

a. Van Z. M. den beschermheer:

Statistiek van den handel en de scheepvaart van het koningrijk der Nederlanden, over het jaar 1871, 2de gedeelte.

b. Van den minister van binnenlandsche zaken:

1. *Verzamelingstabellen der watershoogten langs de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maanden Mei en Junij* 1872, *met bijvoegsels.*

2. *Tienjarig overzigt der waargenomen watershoogten langs de Nederlandsche hoofdrivieren, de Zeeuwsche stroomen, de Noordzee, de Zuiderzee, de Wadden enz., met vervolg.*

3. *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre des stations Suisses, par* E. Plantamour *et* A. Hirsch.

c. Van den minister van marine:

Mededeelingen betreffende het zeewezen, 15de deel met platen. (Uitgegeven door de zorg van het departement van marine.)

d. Van den minister van kolonien:

Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Uitgegeven op last van Zijne Excellentie den minister van kolonien. 1ste Jaargang, 1ste deel.

e. Van den minister van oorlog:

Algemeene voorwaarden voor de uitvoering van werken en leveringen voor den dienst der genie, vastgesteld bij beschikking van den minister van oorlog van 3 *Augustus* 1872, N°. 58 G.

f. Van de koninklijke akademie van wetenschappen:

Verhandelingen der koninklijke akademie van wetenschappen. Afd. Letterkunde, deel VII met atlas.

Verslagen en mededeelingen. Afd. Letterkunde, 2de reeks, 2de deel, 3de stuk.

g. Van de Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid:

1. *Tijdschrift* 1872, 3de reeks, deel XIII, 5de en 6de stuk.

2. *Handelingen der vijf en negentigste algemeene vergadering en van het zestiende nijverheids-congres, gehouden te Sneek, op den* 9*den*, 10*den en* 11*den Julij* 1872.

3. *Programma.*

h. Van het koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut:

Jaarboek 1868, 2de deel.

i. Van het provinciaal Utrechtsch genootschap van kunsten en wetenschappen:

Verslag 1872.

j. Van de maatschappij het Paleis voor volksvlijt:

Tijdschrift de volksvlijt 1872, N°. 7—8.

k. Van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen:

1. *Tijdschrift voor Indische taal- land- en volkenkunde*, deel XVIII, afl. 3 en 4; deel XX, afl. 3.

2. *Notulen van de algemeene en bestuursvergaderingen*, deel IX.

3. *Eerste vervolgcatalogus der bibliotheek en catalogus der Maleische, Javaansche en Kawi handschriften van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen.*

l. Van de afdeeling 's Gravenhage der maatschappij tot bevordering der bouwkunst:

Verslag van den toestand en de werkzaamheden van de afdeeling 's Gravenhage der maatschappij tot bevordering der bouwkunst over 1871/72.

m. Van de Maatschappij voor den werkenden stand:

Verslag over het jaar 1871.

n. Van het *Ministerium des Handels* te Berlijn:

Zeitschrift für Bauwesen, 1870 en 1871, met atlas.

o. Van *the Institution of Civil Engineers* te Londen:

Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, with abstracts of the discussions. Vol. XXXIII en XXXIV, Session 1871—72. Part. I en II.

p. Van *der Sächsischer Ingenieur-Verein:*

Protokoll der 77. *Hauptversammlung des Vereins.*

q. Van het lid P. J. H. Hayward:

Twee photographische afbeeldingen der havenwerken te Harlingen.

r. Van het lid A. Huët:

De waterlocomotief, eene mededeeling in het koninklijk Instituut van ingenieurs.

s. Van het lid E. Lacroix:

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, fondée par E. Lacroix.

t. Van het lid W. C. P. baron van Reede van Oudtshoorn:

Vier photographische afbeeldingen van de werken aan den Roodvoet.

u. Van het lid C. B. van der Tak:

Mededeeling over de in aanleg zijnde drinkwaterleiding te Rotterdam, door C. B. van der Tak.

v. Van het lid J. M. Telders:

Memoir of Frederik Willem Conrad. M. Inst. C. E.

w. Van het lid J. Tideman:

1. *Ontwerp-reglement voor het hoogheemraadschap van Schieland.* 1858.

2. Vijf platen van het geneeskundig gesticht voor krankzinnigen, Meerenberg, bij Haarlem.

x. Van den heer dr. L. Mulder, te Arnhem:

1. *De Landbouw-Courant*, 1872, nº. 36—46.

2. *De Nieuwe Boeren-goudmijn, tevens bijblad van de Landbouw-Courant.* Augustus en September 1872, vel 15—18.

---

4. Van den minister van binnenlandsche zaken is eene missive ontvangen ten geleide van rapporten over het zoutgehalte der verschillende wateren in Zeeland. (Bijlage 2.)

De president zegt, dat die rapporten reeds in handen eener commissie zijn gesteld en dat daaromtrent nader eene beslissing zal worden genomen.

---

5. Van denzelfden minister is eene missive ingekomen, gedagteekend 16 October 1872, nº. 218, 12de afd., geleidende een afschrift van een door den ingenieur der 2de klasse voor het stoomwezen W. A. M. Piepers uitgebragt verslag betreffende het springen van den stoomketel der schroefboot « Stad Gorinchem » op 28 Augustus jl. met eene daarbij behoorende photographie.

Ook omtrent dit stuk zal nader door den raad van bestuur worden beslist.

---

6. Van den hoofdingenieur van den waterstaat in het 10de district is een schrijven ontvangen, gedagteekend 21 October 1872, nº. 5189, ten geleide van de aanteekening van de in het jaar 1872 gedane meting van het strand langs de kust van de Noordzee in de provincie Zuidholland. De daarin voorkomende cijfers zijn in het daartoe bestemde register ingeschreven.

---

7. Van den hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland zijn ontvangen twee brieven, gedagteekend 12 September en 14 October 1872, nº. 1493 en 1679 $\frac{2\,K}{24\text{ en }29}$, ten geleide van de gewone waarnemingen aan den Helder over de maanden Augustus en September jl., opgemaakt door het lid W. Ph. de Kruyff. Zij zijn medegedeeld als bijlage 3.

---

8. Het honorair lid Delprat zegt: Ons medelid Roorda van Eysinga heeft mij doen toekomen eene nota van den Belgischen ingenieur A. Stévart betrekkelijk de rationeele gedaante van stoomketels, met verzoek die nota ter kennis van onze medeleden te brengen.

In die nota wordt de vorm der stoomketels beschouwd alleen ten opzigte van hunnen wederstand tegen de stoomdrukking, en uit dit oogpunt aangewezen, dat de bolvormige en cilindervormige gedaante de voorkeur boven elke andere verdienen. Stoomketels enkel uit zulke oppervlakken bestaande vereischen slechts verankeringen, waardoor de randen der aan elkander sluitende deelen hunne gedaante kunnen behouden; vormen die randen kromme lijnen in een plat vlak gelegen, dan is er alleen verankering in het vlak dier kromme lijnen noodig en kan alzoo die verankering in vele gevallen zeer vereenvoudigd worden. De afbeeldingen in die nota toonen dit voor eenige bijzondere gevallen aan. Ofschoon die eigenschappen bekend zijn is die korte en duidelijke uiteenzetting der voordeelen van bolvormige en cilindervormige deelen der stoomketels niet ten eenemale als overbodig te achten.

Omtrent het van de nota te maken gebruik zal de raad van bestuur dienen te beslissen (*).

---

9. Het lid van Dissel zegt:

De gewone formule, gebruikt voor het berekenen van het draagvermogen van een heipaal is:

$$W = \frac{1}{n}\,\frac{B^2\,h}{(B+M)\,e}$$

(*) De nota is vertaald medegedeeld als bijlage 4, en plaat I.

hierin is W het draagvermogen,
B het gewigt van het blok,
M » » » den paal,
h de valhoogte van het blok,
e de zakking in den laatsten slag,
n een zekerheids-coëfficiënt.

Het is nu de vraag, welke waarde moet aan dien zekerheids-coëfficiënt worden toegekend.

Men heeft daarvoor allerlei getallen aangenomen van $n = 2$ af tot $n = 10$ en meer toe.

De absolute waarde van *n* zou voor de verschillende heijen door proeven moeten bepaald worden; uit den aard der zaak zou dit zeer kostbaar en omslagtig worden.

Het scheen mij toe dat de bepaling van de betrekkelijke waarde van *n* voor verschillende heitoestellen reeds eenig nut hebben kan.

Wanneer dezelfde soort van palen in dezelfde omstandigheden even diep door verschillende heitoestellen geslagen zijn, mag men in den regel aannemen, dat het draagvermogen hetzelfde is; geeft nu de berekening volgens de formule voor de verschillende heitoestellen ook een gelijk draagvermogen aan, dan is voor die heitoestellen ook de waarde van *n* gelijk; geeft daarentegen voor de eene hei de berekening een weerstandsvermogen dat twee of meermalen grooter is dan dat voor de andere, dan moet voor die eerste ook de waarde van *n* twee of meermalen grooter genomen worden.

De heitoestellen, waarvan ik de werking heb kunnen vergelijken, waren:

1. de gewone Hollandsche hei;

2. de Hollandsche hei door stoom bewogen, gewoonlijk genoemd de hei van Boef;

3. de stoomklinkhei met vrijvallend blok, dezelfde hei, die vroeger veelal Engelsche of kunsthei werd genoemd, maar waarvan de lier door stoom wordt bewogen;

4. de stoomhei volgens het Nasmyth systeem, waarvan twee eenigzins verschillende soorten hier te lande bekend zijn onder den naam van Darmstadters en Bommelaars; het blok maakt één geheel uit met den stoomzuiger, de cilinder rust op den paal, het blok wordt opgeheven door stoom en valt door zijn eigen gewigt neer, de machine is dus enkel werkend;

5. De Morrison stoomhei ingerigt als de voorgaande, met dit verschil, dat bij den slag de stoom ook boven op den zuiger drukt en dus de kracht van den slag versterkt; deze machine derhalve is dubbel werkend.

De klinkhei met vrijvallend blok is het best geschikt voor de berekening; aan den zekerheids-coëfficiënt voor deze hei wordt toegekend een waarde $= n$.

Vergelijking van de klinkhei met de gewone Hollandsche hei. — Uit verschillende heiwerken te Rotterdam werd voor de waarde van den coëfficiënt der Hollandsche hei gevonden:

$$N_1 = 4.14 \times n$$
$$N_2 = 4.2 \times n$$
$$N_3 = 3.6 \times n$$
$$N_4 = 5.82 \times n$$

Vergelijking van de klinkhei met heijen volgens het Nasmyth systeem (Darmstadters of Bommelaars). —

Pijlers te Rotterdam . . . . $N_1 = 2.55 \times n$
Landhoofd te Bommel. . . . $N_2 = 2. \times n$
Buitensluishoofd te Wemeldinge $N_3 = 1.9 \times n$
Binnen » » » $N_4 = 1.57 \times n$

Klinkhei en Hollandsche hei met stoom, zoogenaamde hei van Boef. —

$$N_1 = 1.50\,n$$

Morrison stoomhei. —

Bij deze heimachines wordt de berekening nog veel onzekerder; tijdens het slaan vermindert in den regel de stoomspanning en daarmede de kracht van den slag; bovendien is, niet bekend de verhouding van de spanning in den ketel en in den cilinder, terwijl eindelijk die verhouding niet altijd dezelfde is omdat de stoom door een lange geleidingspijp in den cilinder gevoerd, naarmate van de temperatuur der lucht, van wind, regen enz. meer of min wordt afgekoeld.

Weet men uit de berekening van andere heitoestellen welk draagvermogen aan de palen moet worden toegekend, dan kan voor palen door eene Morrison stoomhei geslagen in dezelfde omstandigheden hetzelfde draagvermogen worden aangenomen; de valhoogte van het blok is bekend en evenzoo de zakking van den paal; met deze gegevens is uit de formule af te leiden, hoe zwaar een vrijvallend blok moest geweest zijn om hetzelfde effect te weeg te brengen.

Deze handelwijze, op de verschillende Morrisons toegepast, leverde dan ook het bewijs van de zeer afwisselende werking van dergelijke heitoestellen.

Eene heimachine werkte alsof zij had een vrijvallend blok, afwisselend van 950 tot 1500 K.G., terwijl het eigen gewigt van het blok was 800 K.G.

Een andere machine met een blok van 733 K.G. werkte alsof zij had een vrijvallend blok afwisselend van 630 tot 1300 K.G.

Een derde maakte het nog erger, terwijl het eigen gewigt was 700 K.G. werkte zij niettegenstaande den stoomdruk van boven alsof het blok slechts een gewigt van 330 K.G. had gehad.

Voor elke van die heitoestellen is het resultaat opgemaakt uit het gemiddelde van eenige honderden palen.

Op de waarde voor den zekerheids-coëfficiënt aan te nemen is ook van invloed de soort van bouwgrond. In zandgrond moet die waarde grooter zijn dan in slappe kleiachtige gronden, omdat in deze laatste de vermeerdering van den wederstand ten gevolge van de wrijving, als de palen eenige dagen ingeheid zijn geweest, zeer groot is, terwijl dit in zandgronden weinig of niet het geval schijnt te zijn, zooals blijkt o. a. uit de vergelijking der uitkomsten, te Bommel en te Moerdijk met die te Rotterdam verkregen.

De vermeerdering in draagvermogen door wrijving werd berekend te Rotterdam op ruim 13 000 K.G. per M². terwijl de totale wrijving blijkens uitgeschroefde palen van steigerwerken te Bommel gemiddeld ongeveer 1 850 K.G. per M². bedroeg.

Het lid van Dissel is van plan later over een en ander eene meer uitvoerige verhandeling in te zenden.

De president zegt den spreker dank voor zijne belangrijke mededeeling.

Het honorair lid Delprat zegt, dat hij mede met veel belangstelling de voordragt van het lid van Dissel heeft gevolgd. Hij is het in vele opzigten met hem eens, en gelooft ook dat het heijen met veel wisselvalligheid gepaard gaat. Zeer weinig vertrouwen verdienen dan ook de theoretische formulen omtrent het draagvermogen: zoo valt op te merken, dat de arbeid, besteed om het blok op te heffen op verre na niet geheel besteed wordt tot het overwinnen van den wederstand van den grond die later het verder inzakken onder een dood gewigt moet beletten. Teregt is opgemerkt, dat vele storende omstandigheden zich voordoen, en dat de geleverde arbeid niet geheel gebezigd wordt voor het inheijen: zoo verliest men arbeid door het gedeeltelijk splijten of vernielen van den kop van den paal, die soms geheel misvormd wordt; door de wrijving van het heituig, enz.

Ook door de mededeeling van den stoot aan den paal gaat arbeid verloren. Bedekt men den kop van den paal, gelijk meermalen is waargenomen, met een kussen of een deken, dan zal terstond de zakking van den paal veel minder zijn. Zoo ook, als men den paal doorslaat door een verlengstuk, wordt dadelijk vermindering in de zakking waargenomen. Bij het inslaan van palen is dus de bepaling van den wederstand door den grond alleen uitgeoefend niet veel te vertrouwen.

Het is mij wel eens toegeschenen of men niet op eene andere wijze, en niet door slaan, de palen in den bodem kon drijven; het schroeven zou mijns inziens de voorkeur verdienen. Dit is dan ook werkelijk gedaan, maar slechts in zeldzame gevallen.

Men heeft daartoe den paal van een schroefdraad te voorzien, en dan wordt werkelijk de arbeid op den paal overgebragt, besteed om hem in den grond te drijven. Men kan daarbij met juistheid nagaan hoeveel kracht bij het omdraaijen wordt gebezigd en daaruit afleiden welken wederstand de paal daarbij ondervindt, en dus wat de paal verder dragen kan; bij het indrijven door schroeven zijn dezelfde weerstanden te overwinnen die naderhand het zakken van den paal zullen beletten.

Ook wordt bij het inschroeven het dreunen van den grond voorgekomen en het daarbij geleden krachtverlies ontgaan. De grond wordt door het heijen gedeeltelijk losgemaakt en daardoor de wederstand van den grond verminderd. Bij groote valhoogten worden de dreuningen sterker; de grond rondom den paal wordt soms zoodanig geschokt, dat de gebouwen in de nabijheid er veel onder lijden. Ik zou dus nog wel eens de aandacht willen vestigen op het wenschelijke om meer tot het schroeven toevlugt te nemen. Zoowel bij palen als bij damplanken schijnt het heijen soms te vermijden te zijn; bij deze laatsten vooral zoekt men geenen tegenstand tegen verder zakken maar alleen een wand, die het water keert; hoe die wand daar is gebragt, is overigens onverschillig.

De groote verschillen van weerstand, waargenomen bij de proeven, zijn zeer natuurlijk uit de plaats hebbende omstandigheden te verklaren; ondersteld al dat de valhoogten dezelfde zijn. Hoeveel toch komt er nog aan op de juiste centrale stelling van den paal, zijne juiste loodregte rigting, de wrijving in het werktuig, enz. In het algemeen zal de aan te nemen coëfficiënt anders zijn bij kleine dan bij grootere valhoogten.

De geleverde bijdrage door ons medelid, mag als van zeer groote waarde tot het bepalen van dien coëfficiënt in verschillende gevallen beschouwd worden.

Het lid van Dissel: Ik wensch slechts een enkel punt op te nemen. De geachte spreker meent dat te Rotterdam de huizen door het heijen schade hebben geleden; daartegen moet ik opkomen. Vele huizen hebben schade geleden, ja, maar niet door het heiwerk. Er waren daar huizen in de nabijheid waar geheid werd, die bijna in elkander vielen, en toch van het heijen geen letsel ondervonden. Zeer veel huizen zijn gescheurd op de Binnen-Rotte, en zonderling aan den éénen kant van de Rotte — de westzijde — zoo niet alle, dan toch de meeste huizen en aan den anderen kant volstrekt geen. Of dit aan de fundering of aan den aard van den bodem ligt weet ik niet. Maar altijd bleek het scheuren te zijn niet een gevolg van het heiwerk, maar van de zandaanplemping. Diezelfde opmerking is gemaakt in de nabijheid van andere groote huizen. Zoo heeft het bekende hooge huis van den heer van der Willigen aan de Draaisteeg volstrekt niets geleden, niettegenstaande verscheidene palen werden ingeheid op ongeveer 1 M. afstand van het gebouw.

---

10. Nadat de gewone pauze is gehouden wordt ter tafel gebragt eene verhandeling van het lid P. J. Neyt, over de afdamming van het Sloe.

Omtrent dat stuk zal nader door den raad van bestuur worden beslist.

---

11. Van het lid C. Wagtho is een brief ontvangen ten geleide van een opstel over den zeebreker te Manora in Britsch-Indie. De brief is afgedrukt als bijlage 5. Over het stuk zelf zal mede nader worden beslist.

---

12. Van de Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid is het programma voor 1872 ontvangen. De daarin voorkomende prijsvragen, welke tot de door de leden beoefende vakken betrekking hebben, zijn medegedeeld als bijlage 6.

---

13. Men gaat alsnu over tot het ballotteren van de in de vergadering van 31 Augustus jl. als nieuwe leden voorgestelden. De president verzoekt het raadslid van Kerkwijk en het lid Caland zich met het opnemen der stemmen te willen belasten. De uitslag is dat zijn aangenomen:

als gewone leden de heeren: F. W. van Eeden, secretaris der Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid, te Haarlem, F. H. Eussen, ingenieur, te 's Gravenhage, C. E. Heynsius, medicinæ doctor, enz., te Amsterdam, J. P. Hofman, ingenieur der bruggen en wegen, directeur der gemeentewerken te Gent, W. Houwens, oud-ingenieur van het stoomwezen, lid van de firma van Rietschoten en Houwens te Rotterdam, P. Mescher Mackay, koopman, te Amsterdam, W. E. Uhlenbroek, voormalig werktuigkundige, te Amsterdam;

en als buitengewone leden F. C. de Bas, leerling werktuigkundige, te Rotterdam, W. H. J. Dates, student aan de polytechnische school, te Delft, Th. F. A. Delprat, leerling-bouwkundige, te 's Gravenhage, J. P. Hengeveld, student aan de polytechnische school, te Delft, W. Hellier Hutchens, élève-ingenieur, te Velsen, C. A. Jolles, student aan de polytechnische school, te Delft, C. L. J. Martens, leerling-bouwkundige, te 's Gravenhage, D. J. Stam, J. J. Verwey, opzigters bij de duinwaterleiding te 's Gravenhage, en J. H. M. Waldorp, student aan de polytechnische school te Delft, te 's Gravenhage.

---

14. Om in de vergadering van 11 Februarij 1873 te worden geballotteerd worden voorgesteld:

als gewone leden de heeren E. G. A. Fol, architekt, te Rotterdam, jhr. C. C. A. de Maire Limmander, commissaris voor de publieke werken, te Gent, S. R. A. van der Meulen, ritmeester bij het 3de regement hussaren, te Haarlem, A. van Stralen, hoogheemraad van Rijnland, lid der provinciale staten van Noordholland en van den gemeenteraad, te Haarlem;

als buitengewone leden de heeren: H. F. Beijerman, B. P. Bilheimer, studenten aan de polytechnische school te Delft, Th. Boom, adjunct-werktuigkundige te Utrecht, S. P. H. van Diggelen, E. A. C. F. von Essen, T. A. Gaymans, M. W. J. 's Gravesande Guicherit, F. B. 's Jacob, L. Karsten, J. C. Ramaer, H. J. L. M. van Schevichaven en N. A. Schelling, studenten aan de polytechnische school, te Delft.

Daar er niets meer aan de orde is, sluit de president de vergadering na de aanwezigen voor hunne betoonde belangstelling te hebben bedankt.

Aldus voorloopig vastgesteld in de raadsvergadering van den 17den December 1872.

Namens den raad van bestuur.
G. J. G. KLERCK,
president.
J. TIDEMAN,
secretaris.

BIJLAGE 2.

—

Ministerie
van
Binnenlandsche Zaken.

—

N°. 143. 's Gravenhage, 10 September 1872.

—

3de Afdeeling.

—

Waterstaat.

—

Door den heer Seelheim te Middelburg is, naar aanleiding eener opdragt van het bestuur der visscherijen op de Schelde en Zeeuwsche stroomen te Tholen, een scheikundig onderzoek ingesteld naar het zoutgehalte der verschillende wateren in Zeeland.

De uitslag van dat onderzoek is vervat in bijgaande rapporten en bijlagen, mij door mijn ambtgenoot van financien toegezonden, en welke ik de eer heb het Instituut hierbij aan te bieden, met vrijlating de stukken in de werken dier vereeniging op te nemen.

Na gemaakt gebruik wacht ik de stukken terug.

De minister van binnenlandsche zaken,

Voor den minister,

de secretaris-generaal,

A. S. VAN HEUSDE, l. S. G.

Aan den Raad van bestuur van
het koninklijk Instituut van
ingenieurs.

BIJLAGE 3.

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand Augustus 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den — Tijd en stand van den eersten vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	de eerste ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1) — Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	de tweede ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Gemiddelde winddruk gedurende het verloope etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
				u. m.																	
1	Helder, ligtbewolkt, stil, beneveld, mooiweer.	27	N. Declinatie.	22.38	2.36	0.319		11.12		0.864	15. 0	0.285		23.55		0.800	0.45	W. WNW. NtO. ZtO. ZZW.	0.0	3 6	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Ligtbewolkt, onweer, zwaar en losbewolkt, regenbui.	28	Apogeum.	23.28	3.20	0.210		12. 0		0.765	18.30	0.400		»		»	0.47	ZZW. OtZ. NtW. O. ZZO. ZZW.	2.0	3.0	
3	Mooiweer, zwaar en losbewolkt, regenbuijen.	29		»	4.15	0.279		1.15		0.750	19.15	0.427		13.18		0.779	3.07	NW. WtN. NW. NWtW.	2.2	2.9	
4	Ligtbewolkt, helder, mooiweer.	0		0.15	4.45	0.266		1.45		0.830	20. 0	0.357		13.40		0.890	0.20	WtN. NWtW. W. WtZ. NNO.	0.0	4.5	
5	Digtbewolkt, stil, betrokken, regenbuijen.	1		1. 1	5. 0	0.199		2.28		0.916	20.45	0.534		13.35		0.825	2.13	NNO. OtZ. ONO. NNO.	8.6	2.4	
6	Ligtbewolkt, helder, stil, mooiweer.	2		1.45	5.36	0.239		2.50		0.814	21. 7	0.355		14.40		1.015	0.30	NNO. WtZ. ZW. Z. ZOtO.	1.3	2 9	
7	Ligtbewolkt, beneveld, donder in de verte, wind.	3		2.28	6. 0	0.190		3.40		0.954	21.20	0.506		15.12		0.862	2.03	ZOtO. W. NWtN. ZW. ZWtW.	2.0	1.6	
8	Digtbetrokken, regen, onweder, noorderlicht, wind.	4	Z. Declinatie.	3.10	6.50	0.226		4. 0		0.792	22. 0	0.388		16. 5		0.904	3.50	N. NtW. NWtN. NW.	7.2	1.4	
9	Helder, mooiweer, beneveld, regenbuijen.	5		3.52	7.20	0.146		4.55		0.949	22.26	0.156		16.12		1.137	1.73	NW. WtZ. ZOtZ. ZtO.	0.0	3.7	
10	Digtbewolkt, losbewolkt, wind- en regenbuijen.	6		4.36	7.14	0.026		4.30		1.054	23.40	0.485		16.12		0.878	10.58	ZZO. Z. ZWtZ. ZWtW.	8.1	4.0	
11	Zwaar en losbewolkt, wind, regen, onweder, buijig.	7	E.K. 18u. 12m.	5.22	12.15	0.354		4.10		0.393	23. 5	0.455		17.20		0.659	17.67	ZW. ZWtW. WZW.	3.5	5.4	
12	Digt- en zwaarbewolkt, winderig, buijig.	8		6.12	9.35	0.193		6.32		0.754	23. 0	0.309		18.30		0.866	7.75	WZW. WtZ. WZW. WtZ.	0.0	3.3	
13	Losbewolkt, winderig, buijig, helder, mooi.	9		7. 7	10.40	0.099		7.22		0.804	23.48	0.125		19.25		0.928	1.78	W. WtN. NWtW. NNW. NWtN.	0.6	2.4	
14	Helder, ligtbewolkt, stil, schoonweer.	10		8. 7	12.30		0.011	8.20		0.952	»	»		20.44		0.947	0.62	NNW. NNO. NtO. NOtN.	0.0	4.7	= 17° 16′ 50″ en de kleinste op den 25sten ten 8 uur = 16° 6′ 10″.
15	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	11		9.10	1. 0	0.083		9.50		1.021	13.42		0.027	22.15		1.084	0.77	N. NO. NOtO. NO.	0.0	3.3	
16	Digtbewolkt, beneveld, helder, mooiweer.	12		10.15	2.23		0.020	11. 4		1.154	15. 0		0.040	23.55		1.297	0.75	NO. NOtO. OtN. OZO.	0.0	4.9	
17	Helder, schoonweer.	13	Perigeum.	11.18	6.20		0.096	12. 0		1.115	18.23	0.194		»		»	1.70	OtZ. OtN. NO. OtN. ONO.	0.0	5.0	
18	Helder, winderig, mooiweer.	14	V.M. 9u. 13m.	12.18	7.38		0.021	0.50		1.220	19.33	0.236		13.12		1.162	5.32	NOtN. NO. NOtN.	0.0	5.1	
19	Helder, winderig, digtbewolkt, mooi.	15		13.13	8.24		0.088	1.55		1.332	20. 0	0.352		14. 5		1.226	5.63	NOtN.	0.0	6.4	= 67° 57′ 26″.25.
20	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	16		14. 5	9. 7		0.021	2.40		1.258	20.50	0.458		14.50		1.176	3.85	NOtN. NO. ONO.	0.0	2.4	
21	Ligtbewolkt, beneveld, helder, mooi.	17	N. Declinatie.	14.54	5.35	0.050		3.42		1.171	21.12	0.459		15.20		1.190	2.55	ONO. NO. ONO. NO.	0.0	3.0	
22	Helder, ligtbewolkt, winderig, mooiweer.	18		15.41	6.22	0.096		4.10		1.090	22. 0	0.419		16.10		1.186	5.12	NO. NOtN. NOtO. NO.	0.0	4.6	
23	Helder, ligtbewolkt, dauw, schoonweer.	19		16.28	7.32	0.022		5.18		1.092	22.50	0.269		17. 5		1.214	3.50	NOtN. NNO. NtO. NOtN. OtN.	0.0	4.5	
24	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	20		17.16	8.30	0.018		5.45		1.050	23.55	0.149		17.38		1.190	0.32	ONO. NOtO. O. Z. ZZO. ZOtO.	0.0	4.3	
25	Stil, schoonweer, onweder, regen, windbuijen.	21	L.K. 8u. 54m.	18. 4	9.15		0.003	6.17		0.970	»	»		18. 7		1.064	1.90	ZOtO. WZW. ZW. ZtO. Z.	0.0	3.2	
26	Betrokken, stortregen, onweder, regenbuijen, mooiweer.	22		18.53	0.10	0.294		6.20		0.604	13. 0	0.267		18.25		0.465	2.25	ZtO. ZWtZ. NW. NNW. NW.	12.9	1.2	
27	Zwaar en losbewolkt, wind, regen, onstuimig.	23		19.44	0.30	0.416		8.12		0.418	11.32	0.164		20.12		0.790	14.83	NWtW. NNW. NtW.	1.2	2.3	
28	Ligtbewolkt, mooiweer, winderig, vochtig.	24		20.34	0.27		0.042	8.25		0.898	12.55	0.118		21.24		0.698	3.90	NW. W. ZW. W.Z. WZW.	0.2	3.6	
29	Ligtbewolkt, helder, mooiweer.	25	Apogeum.	21.24	1.40	0.100		9.40		0.786	13.55	0.144		22.20		0.818	5.85	ZWtW. ZW. ZWtZ.	0.0	2.6	
30	Digtbewolkt, regenbuijig, winderig.	26		22.12	2.15	0.075		10.30		0.822	17.45	0.348		23.52		0.704	4.38	ZWtZ. ZtW. ZtO ZW. WZW. WtN.	1.2	3.8	
31	Zwaar en losbewolkt, onweder, wind, regen.	27		22.59	6.27	0.175		12. 0		0.750	18.12	0.362		»		»	5 57	WNW. W. WtZ. WZW.	1.1	3.3	
			Optelling			4.075	0.302			28.342		8.721	0.067			26.754	120.47		52.1	109.0	
						0.302						0.067									
						3.773						8.654									
			Gemiddeld			0.122				0.914		0.298				0.955	3.89				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{3.773 + 8.654}{31 + 29} = \frac{12.427}{60} = 0.207$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{28.342 + 26.754}{31 + 28} = \frac{55.096}{59} = 0.934$ » — AP

Gemiddeld verval 1.141 M.

Opgemaakt te Helder den 4den September 1872, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 392 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 157 » » 2.5 » 5 » » » »
» 134 » » 5 » 10 » » » »
» 36 » » 10 » 15 » » » »
» 16 » » 15 » 20 » » » »
» 8 » » 20 » 30 » » » »
» 1 » » 30 » 40 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 27sten ten 6 ure 30 minuten = 34 K.G. op den M².

Op den 8sten des avonds en op den 9den en 14den des voormiddags magneten-storing.

BIJLAGE 3 (slot).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand September 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den						betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.			Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag.			Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag.						
				u. m.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.				
1	Bewolkt, winderig, mooi, vochtig, regenachtig.	28	N. Declinatie.	23.43	3.55		0.212	1. 0		0.827	18.50	0.310		12.36		0.887	2.38	WZW. WtZ. ZZW. Z.	0.7	3.3	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Ligtbewolkt, helder, mooiweer.	29	N.M. 13u. 13m.	»	4.15		0.040	1.17		1.038	19.45	0.224		13. 4		1.118	0.67	ZtW. O. OZO. ZO.	0.9	1.2	
3	Ligtbewolkt, beneveld, mooi, regenbui, beneveld.	0		0.26	8.12		0.044	2. 0		1.127	19.55	0.330		13.46		1.037	0.97	ZO. ZZO. Z. ZZW. WtN. ZO.	0.0	3.0	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 uur, bedraagt over deze maand 17° 3′ 7″.
4	Digtbewolkt, beneveld, regen, helder, mooi.	1		1. 9	5. 0		0.104	2.17		1.095	21. 0	0.329		14.15		1.067	2.05	ZO. Z. ZtO. Z. ZZW.	0.0	2.8	
5	Ligtbewolkt, helder, dauw, mooiweer.	2	Z. Declinatie.	1.51	5.15		0.110	3. 0		1.036	20.53	0.360		15. 0		1.055	2.25	ZZW. ZWtZ. ZO. ZWtZ.	2.0	3.2	
6	Helder, beneveld, digtbewolkt, winderig.	3		2.36	6.13		0.157	4.25		1.114	22. 0	0.362		15.41		1.072	2.18	ZWtZ. ZtW. ZtO. ZZW.	0.0	2.1	
7	Helder, ligtbewolkt, winderig, mooiweer.	4		3.20	6.11		0.217	4.25		0.925	22. 0	0.442		16.20		0.960	8.37	ZW. WZW. WtZ. WZW.	0.5	3.5	
8	Helder, bewolkt, winderig, mooiweer.	5		4. 8	7.19		0.215	5. 0		0.856	23.17	0.302		17. 0		0.976	5.37	WZW. WtZ. WZW. ZW.	0.0	3.4	
9	Bewolkt, winderig, vochtig, regenbui.	6		5. 0	8. 7		0.129	5.26		0.880	23.20	0.478		17.14		0.775	8.40	ZW. Z. ZWtZ. W.	3.3	4.0	
10	Zwaar en losbewolkt, winderig, regenbui.	7	E.K. 2u. 23m.	5.57	8.46		0.367	6.13		0.549	21.46	0.295		18.14		0.626	11.17	WtZ. WZW. ZWtW.	1.1	4.3	
11	Digtbewolkt, beneveld, wind, onstuimig.	8		6.57	13. 0		0.297	6.15		0.578	»	»		18.52		0.588	18.17	ZW. ZWtW.	0.3	2.8	
12	Helder, ligtbewolkt, winderig.	9		7.59	2. 4		0.300	7.45		0.500	11.40	0.335		21.17		0.850	6.58	ZW. ZWtW. WtZ. WZW.	0.0	3.1	
13	Helder, beneveld, mooiweer, winderig, regenbui, onstuimig.	10		9. 1	0.38		0.072	9.15		0.828	16.14	0.281		22.38		0.719	8.33	ZWtW. WtZ. W. NWtN.	0.3	2.7	
14	Helder, ligtbewolkt, winderig, mooiweer.	11	Perigeum.	10. 1	2.27		0.271	11. 7		0.756	17.25	0.349		23.54		0.852	6.10	NW. NWtW. W. WZW. WtN.	0.5	3.4	
15	Zwaar en losbewolkt, winderig.	12		10.57	6.16		0.309	12.23		0.724	14.45	0.482		»		»	7.67	WtN. WNW. WtN. W.	0.0	3.0	
16	Digtbewolkt, winderig, mooiweer, vochtig.	13	V.M. 17u. 24m.	11.50	7.20		0.177	0.45		1.018	19.30	0.544		13.12		0.955	5.97	WtZ. W. WZW. WtZ. WtN.	0.0	2.4	
17	Ligtbewolkt, mooiweer, digtbewolkt, winderig.	14		12.41	7.55		0.404	1.50		0.879	20.14	0.670		14. 0		0.900	7.07	WtZ. ZWtW. W. ZWtW. WtZ.	0.0	2.0	
18	Bewolkt, winderig, onstuimig.	15	N. Declinatie.	13.30	8.40		0.410	2.26		0.916	21. 0	0.924		14.40		0.684	17.83	WZW. ZWtW. WZW. W. WZW.	0.5	4.2	
19	Zwaar en losbewolkt, winderig, weerlicht, koud.	16		14.18	5. 6		0.500	3.15		0.646	21.25	0.692		15.30		0.960	5.10	W. WtN. ZW. Z. ZZW. WtZ. NW.	1.2	2.5	
20	Zwaar en losbewolkt, wind, regen, hagelbuijen.	17		15. 6	5.52		0.444	4. 0		0.759	22. 0	0.620		16. 6		0.860	9.08	NW. NNW. NWtW. WNW.	4.0	0.9	
21	Zwaar en losbewolkt, onweer, regen, hagel, storm.	18		15.56	6.20		0.466	4.32		0.729	22.45	0.847		16.30		0.609	6.32	WZW. NNW. OtZ. WtZ.	20.0	0.6	
22	Zwaar en losbewolkt, wind, regen, hagel, onstuimig.	19		16.46	7.50		0.834	4.47		0.211	20.35	0.514		17.24		0.608	18.92	W. WNW. WtZ. WtN. WZW.	7.2	3.0	
23	Ligtbewolkt, helder, wind, regen, digtbetrokken.	20		17.37	8. 0		0.418	5.15		0.732	23.44	0.450		17.22		0.636	11.58	ZWtW. ZW. Z. ZtO. ZZW.	0.4	4.0	
24	Digtbetrokken, regen, wind, onstuimig, buijig.	21	L.K. 1u. 41m.	18.28	12.24		0.536	4.42		0.519	21.44	0.554		17.30		0.106	16.10	ZZW. Z. NNW. W. WZW. ZW.	47.4	1.3	
25	Losbewolkt, onstuimig, onweer, donker, regen.	22		19.18	12.14		0.882	5.12	0.066		22.54	0.655		17.25	0.205		29.27	ZWtZ. ZW. WZW. W. WtZ.	9.0	7.1	
26	Zwaarbewolkt, wind, regen, stormweer.	23	Apogeum.	20. 7	12.15		0.606	6.40	0.025		»	»		21.25		0.423	19.08	WtZ. WtN. W. WZW. ZW.	4.0	3.4	
27	Digtbetrokken, regen, wind, stormweer.	24		20.54	4.44		0.376	8.13		0.046	16.52	0.818		21.40		0.059	37.42	ZW. ZWtZ. W. ZWtW.	9.5	4.2	
28	Losbewolkt, buijig, stormweer.	25		21.39	4.38		0.739	10.12	0.040		16.50	1.014		22.23		0.343	22.00	ZWtW. WZW.	0.4	5.8	
29	Losbewolkt, wind, regen, onweer, winderig.	26		22.23	2.38		0.594	11. 7		0.604	15.13	0.590		»		»	10.08	ZWtW. WZW. W.	2.5	2.5	
30	Helder, ligtbewolkt, mooiweer, winderig.	27		23. 6	3. 0		0.353	0.10		0.727	18.30	0.465		11.45		0.842	10.60	W. WZW. Z. ZWtZ. ZW.	0.0	2.5	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 4den des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 3′ 22″.50.
			Optelling				10.583		0.131	20.619		14.236			0.205	20.567	317.08		115.7	92.2	
										0.131						0.205				
										20.488						20.362				
			Gemiddeld				0.353			0.683		0.508				0.727	10.57			

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{10.583 + 14.236}{30 + 28} = \frac{24.819}{58} = 0.428$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{20.488 + 20.362}{30 + 28} = \frac{40.850}{58} = 0.704$ » — AP.

Gemiddeld verval 1.132 M.

Opgemaakt te Helder den 4den October 1872, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 157 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 101 » » 2.5 » 5 » » » »
» 200 » » 5 » 10 » » » »
» 78 » » 10 » 15 » » » »
» 87 » » 15 » 20 » » » »
» 64 » » 20 » 30 » » » »
» 14 » » 30 » 40 » » » »
» 15 » » 40 » 50 » » » »
» 3 » » 50 » 60 » » » »
» 1 » » 60 » 70 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 27sten, ten 12 ure 15 minuten = 62 K.G. op den M².

BIJLAGE 4.

—

OVER DEN DOELMATIGSTEN VORM VAN STOOMKETELS, DOOR DEN BELGISCHEN INGENIEUR A. STÉVART.

(Plaat I.)

De doelmatigste vorm der stoomketels, en in het algemeen van alle vaten, bestemd om eene sterke inwendige drukking te verduren, kan als volgt worden bepaald:

De vorm moet zoodanig zijn, *dat er geen misvorming plaats hebbe, als gevolg van de uitzetting der wanden*, ten gevolge van de drukking, en dat deze, de afmetingen veranderende, volstrekt niet de verhoudingen verstore en er, gevolgelijk, eene *gelijkvormige* gedaante aan geve.

Zoo zou de bolvorm, in dit opzigt, een ideale vorm zijn; aan de inwendige drukkingen onderworpen, zal hij altijd spherisch blijven en eene gelijke uitzetting op alle punten van het oppervlak waarborgen.

Een ronde cilindervormige ketel verkeert in hetzelfde geval, ten minste voor zooveel de cilindrische wanden betreft, en daarentegen een ellipsvormige ketel niet. Bij deze toch zijn de uitzettingen niet gelijkvormig en de *elliptische* doorsnede zal er naar streven *cilindervormig* te worden. In één woord, die doorsnede heeft geen standvastigen vorm.

Uit dit voorbeeld zou men geneigd zijn af te leiden, dat er geen andere standvastige vormen bestaan dan de spheer en de cirkelvormige cilinder. Wij zullen aantoonen, dat er een oneindig aantal vormen bestaan, welke voldoen aan den eisch om standvastig te blijven onder den invloed van inwendige drukkingen.

Brengen wij vooraf in herinnering, dat in een cirkelvormigen cilinder, met den straal r beschreven, gevuld met eene vloeistof onder eene spanning T, de kracht, die den wand volgens eene beschrijvende lijn tracht te verbreken, evenredig is aan Tr, zoodat het, voor het evenwigt, onverschillig zou zijn den cilinder (figuur 1) in A en B te snijden en den weggenomen boog te vervangen door de twee krachten F, F:

$$F = Tr.$$

Herinneren wij nog aan de stelling der mechanica, dat drie krachten, die in één punt zamenloopen en loodregt gerigt zijn op de drie zijden van een driehoek, onderling in evenwigt zijn, wanneer zij evenredig zijn aan de drie respectieve zijden van den driehoek, en wanneer zij alle drie van de overeenkomstige basis naar den tegenovergestelden top zijn gerigt, en omgekeerd.

Laat de drie krachten a, b, c (figuur 2) respectievelijk loodregt zijn op BC, AC en AB, zoodat men heeft:

$$\frac{BC}{a} = \frac{AC}{b} = \frac{AB}{c} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Naar men weet heeft men in een driehoek altijd:

$$\frac{\sin A}{BC} = \frac{\sin B}{AC} = \frac{\sin C}{AB}$$

of

$$\frac{\sin (2\pi - A)}{BC} = \frac{\sin (2\pi - B)}{AC} = \frac{\sin (2\pi - C)}{AB} \quad \ldots \quad (2)$$

Vermenigvuldigt men (1) en (2) lid voor lid, dan verkrijgt men:

$$\frac{\sin (2\pi - A)}{a} = \frac{\sin (2\pi - B)}{b} = \frac{\sin (2\pi - C)}{c},$$

noodwendige en tevens voldoende voorwaarde, opdat de drie krachten onderling evenwigt maken.

Het valt ligt aan te tooneu, dat het omgekeerde van die stelling ook waar is.

Dit gesteld hebbende, nemen wij aan, dat de cilindervorm (figuur 3), tot basis hebbende twee cirkelsegmenten, die aan elkander sluiten, *standvastig* blijft bij het wederstand bieden aan een inwendige drukking, als de beide snijdingsvlakken onveranderlijk verbonden zijn.

De beide krachten T R en T r, raaklijnen zijnde aan de beide omtrekken en gevolgelijk loodregt op de stralen R en r, zullen eene resultante hebben, loodregt op de lijn, die de middenpunten vereenigt; voorts, daar de tangentiale spanningen evenredig zijn aan R en r, zal hare resultante evenredig zijn aan d.

Er volgt dus uit, dat, als de gewelfde plaatijzeren cilinders spanningen T R en T r ondergaan en de verbinding (plaatijzer, steunbout en verankeringen in voldoend aantal) aan eene spanning T d wederstand biedt, die drie krachten onderling evenwigt zullen maken.

Bij een cilindervormigen stoomketel, bestaande uit drie elkander snijdende cirkels, zal dezelfde eigenschap blijven bestaan, mits men zorg drage de verbindingen tusschen de cirkeldoorsneden volgens de raaklijnen te rigten (figuur 4).

Uit eene stelling der meetkunde weet men, dat de gemeenschappelijke koorden van drie cirkels, die elkander twee aan twee snijden, elkander in één punt ontmoeten.

Dit zou tot een vorm voor een stoomketel (figuur 5) kunnen leiden, die den *wagenvorm* der Watt'sche ketels nabijkomt, die zoo zeer in trek waren toen men stoom van lage drukking bezigde.

Men zou eindelijk op duizenderlei wijzen elkander snijdende cirkels zoodanig kunnen zamenvoegen, dat men *een ketelprofil verkreeg, van een grooten inhoud voor water en stoom en hebbende een groot verwarmingsoppervlak*, waarvoor *dun plaatijzer* kan worden gebezigd, daar het voldoende is, dat elk cilindervormig gedeelte eene dikte hebbe in verhouding tot zijn straal.

De figuren 6 en 7 geven voorbeelden van hetgeen men in dit opzigt zou kunnen verkrijgen.

Figuur 6 zou een ketel zijn met inwendigen vuurhaard, aan welken men een aanzienlijken inhoud zou kunnen geven met plaatijzer van geringe dikte.

Zoo zou hij 2 M. *gemiddelde uitwendige* middellijn kunnen verkrijgen en bestaan uit plaatijzer van dezelfde dikte als bij een gewonen ketel van 80 c.M. *middellijn*.

Figuur 7 stelt een matrasvormigen ketel voor, vooral geschikt om de verloren warmte te benuttigen van de ovens, waarop hij gesteld zou worden, en die eene zeer groote vermeerdering van roosteroppervlak zou veroorloven.

Binnen zekere, gemakkelijk te bepalen, grenzen zijn deze ketels veel ligter, dan de cirkelvormig cilindrieke ketels van dezelfde sterkte.

De bijzondere eischen, waaraan de locomotiefketel moet voldoen, hadden reeds geleid tot het aannemen van vormen, vallende in de categorie van figuur 3, maar zonder dat men daarbij op het denkbeeld kwam, om daardoor de dikte der ketelwanden te verminderen. Wij willen hier bepaaldelijk wijzen op de ontwerpen, die, bij den wedstrijd voor den Semmering-spoorweg, door de heeren Krauss en Kirchweger zijn aangeboden. Het ontwerp van laatstgemelde is verwezenlijkt bij de locomotieven van de Taunus-baan, die te Karlsruhe zijn vervaardigd.

Dit stelsel is dus reeds door de ondervinding geijkt, en het zou te wenschen zijn dat het meer en meer in toepassing kwam, vooral voor zooveel den vorm van figuur 7 betreft, die groote voordeelen zou opleveren door het bezigen van de verloren warmte der ovens.

BIJLAGE 5.

—

Utrecht, 9 November 1872.

Hiernevens heb ik de eer den raad van bestuur aan te bieden eene beschrijving met afbeeldingen van den zeebreker te Manora, zijnde een voornaam onderdeel van de havenwerken van Kurrachee, gelegen op de westkust van Britsch Indië nabij de monding van den Indus, overgenomen uit het tijdschrift *Engineering*. Mogt u deze beschrijving van eenig belang achten, zoo verzoek ik u beleefdelijk deze in de *Verhandelingen* op te nemen. Te vergeefs heb ik tot heden getracht eene volledige kaart of situatie van genoemde havenwerken in hun geheel te verkrijgen; welligt is aan den raad van bestuur, die over meer hulpbronnen kan beschikken dan de ondergeteekende, zulk eene situatie bekend, en zeker zou deze beschrijving met bijvoeging daarvan zeer in belangrijkheid toenemen. In allen geval zal ik van mijne zijde voortgaan met daarnaar onderzoek te doen.

Bij inzage van dit stuk zal het u weldra blijken, dat in Indië omtrent de schade door storm aan zeewerken toegebragt niet die geheimhouding wordt in acht genomen als bij werken van dien aard aan onze kust; te vergeefs toch zag ik tot nu toe uit naar eenig berigt omtrent de schade door den laatsten storm veroorzaakt aan de havenhoofden aan den mond van het kanaal door Holland op zijn Smalst.

Overtuigd dat vele leden van het Instituut met mij in die zaak veel belang stellen, zoo neem ik de vrijheid den raad van bestuur uit te noodigen, om zoo mogelijk daaromtrent eenige gedétailleerde berigten in te winnen en die aan de leden mede te deelen.

Met hoogachting heb ik de eer te zijn

UwWelEd. dw. dienaar,

C. WAGTHO,

L. K. Inst. I.

Aan den Raad van bestuur van het koninklijk Instituut van ingenieurs, te 's Gravenhage.

BIJLAGE 6.

—

UITTREKSEL UIT HET PROGRAMMA VAN DE NEDERLANDSCHE MAATSCHAPPIJ TER BEVORDERING VAN NIJVERHEID, 1872.

1. In sommige gedeelten van ons Vaderland worden, ten nadeele van de nijverheid en van de volksgezondheid, kanalen en andere publieke wateren verontreinigd door het aan eiwit rijke afvalwater uit fabrieken, die aardappelen als grondstof bezigen.

De maatschappij looft hare gouden medaille uit aan hem, die de beste methode aan de hand geeft, door welke, zonder dat die voor de betrokken fabrieken aan te groote bezwaren onderhevig is, het bedoelde eiwit uit het afvalwater verwijderd kan worden.

De beantwoording der vraag moet gegrond zijn op proeven in het groot, en ingezonden worden vóór of op 30 September 1874.

2. Een der grootste belemmeringen voor de scheepvaart is de duisternis en wel vooral in betonde vaarwaters. Kon men in tonnen een licht ontwikkelen, dan zou die belemmering grootendeels zijn opgeheven en de scheepvaart in veel voordeeliger toestand geraken.

De maatschappij looft dus hare *gouden medaille* en *drie honderd gulden* uit aan hem, die het beste en voor de toepassing geschikt gebleken middel aangeeft tot het lichtend maken van tonnen in de vaarwaters op onze kusten. Inzending 30 September 1874.

3. De maatschappij looft in het jaar 1874 hare *gouden medaille* uit ter innerlijke waarde van een honderd vijftig gulden (welke waarde de bekroonde desverkiezende ook in geld kan ontvangen in plaats van de medaille) aan den gezagvoerder der Nederlandsche koopvaardijvloot, welke, naar de beoordeeling en beslissing van het koninklijk meteorologisch Instituut, het beste scheepsjournaal zal hebben ingeleverd.

De inzenders van de extract-journalen, voor zooverre die ingekomen zijn in de jaren 1871—1874, zullen naar dezen prijs dingen, onverschillig, welke reis men zal genomen hebben, tenzij de inzenders verklaren, zich aan de mededinging te onttrekken. De extract-journalen moeten voldoen aan de voorschriften, voorkomende in de verklaring van het Universeel Extract-journaal, door het Instituut gegeven, en de instrumenten, tot het volbrengen der waarnemingen gebezigd, moeten met de standaard-instrumenten vergeleken zijn.

Bij de beoordeeling der journalen, die door het Instituut geschiedt, zal in de eerste plaats gelet worden op die kolommen, welke betrekking hebben op de scheepsbesturing, de meerdere zorg aan het gegiste en aan het ware bestek besteed, de pogingen om de miswijzing der kompassen en de rigting en de kracht van den stroom te bepalen.

Daarna op de waarnemingen en opmerkingen, welke het meest noodzakelijk zijn: namelijk de gemiddelde rigting en de kracht van den wind voor ieder derde deel van een etmaal, van den barometer met zijn thermometer, zoo mogelijk op al de uren, daarvoor in het journaal aangewezen, van de temperatuur van de lucht en vooral van het zeewater aan de oppervlakte, van de uren mist, regen, sneeuw of hagel en van alle bijzonderheden, welke in de kolom «aanmerkingen» gevraagd worden, ten einde meer kennis te verkrijgen aangaande de natuurlijke gesteldheid der zee.

Ten slotte zullen in aanmerking komen de kolommen voor de temperatuur in de diepte en voor den psychrometer, voor den vorm en de rigting der wolken, de helderheid der lucht en de windrigting op het oogenblik der waarneming. Overigensz ullen die journalen de voorkeur verdienen, welke de meeste waarnemingen bevatten, waarvan de herleidingsvellen ingevuld en die het netst gehouden zijn.

Nadere inlichtingen zijn te bekomen bij de commissie ter bevordering van de wetenschappelijke zeevaart, belast met de uitreiking der wind- en stroomkaarten, in het gebouw van het collegie Zeemanshoop te Amsterdam, bij de commissie ter bevordering van het onderzoek naar de verschijnselen op den Oceaan, in het gebouw der koninklijke Nederlandsche Yacht-club te Rotterdam, bij de commissie ter bevordering van het onderzoek op den Oceaan, te Dordrecht en te Middelburg, bij het bestuur van het zeemans-collegie « de Groninger Eendragt » te Groningen, of regtstreeks bij de afdeeling zeevaart van het koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut.

Aan den inzender van het scheepsjournaal, naar het oordeel der directie van het koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut, het naast in waarde overeenkomende met het bekroonde, wordt door de maatschappij hare *tweede gouden medaille* of eene som van vijf en zeventig gulden (ter keuze van den bekroonde) uitgeloofd.

Alle stukken ter beantwoording van prijsvragen, bij de maatschappij in te leveren, moeten op den tijd, bij de vraag bepaald, met een kennelijk teeken, en de antwoorden of verhandelingen, van eene andere hand dan die des schrijvers, en met een spreuk of motto voorzien, worden ingezonden, terwijl daarbij de getuigschriften, zoowel als de opgave van naam en woonplaats van den inzender ieder in een afzonderlijk verzegeld biljet, voerende ten opschrift de spreuk of het motto, franco moeten worden toegezonden aan den algemeenen secretaris-penningmeester der maatschappij F. W. van Eeden, te Haarlem.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

VERGADERING, GEHOUDEN DEN 11DEN FEBRUARIJ 1873, IN HET GEBOUW DILIGENTIA TE 'S GRAVENHAGE.

1. Tegenwoordig: jhr. G. J. G. Klerck, president, J. A. Kool, N. T. Michaëlis, T. J. Stieltjes, N. H. Henket en L. C. van Kerkwijk, raadsleden; J. Tideman, secretaris; de honoraire leden dr. I. P. Delprat en mr. J. Heemskerk Az.; de gewone leden: J. W. Bake, Th. Bleckmann, J. Boelen JRzn., C. J. Bolten, J. F. Boogaard, J. P. de Bordes, A. C. Broekman, jhr. P. H. A. Martini Buys, J. J. van Coeverden, dr. E. F. van Dissel, C. de Groot, A. K. P. F. R. van Hasselt, A. N. J. van Hees, A. Huët, P. H. Kemper, J. J. van Kerkwijk, L. J. Kesper, J. A. E. Musquetier, W. J. A. Nieuwenhuisen, G. A. Pet, A. M. C. Roest, jhr. L. A. Sandberg, E. Saraber, C. B. Schuurman, H. T. Hora Siccama, J. Singels, W. C. A. Staring, dr. L. Cohen Stuart, mr. J. P. R. Tak, S. Verburgh, J, Verwey Azn., H. P. Vogel, C. Wagtho, H. Wakkie, Ph. J. Waller; de buitengewone leden: A. B. Albers, J. J. Brutel de la Rivière, jhr. H. van Capellen, A. Deking Dura, Th. F. A. Delprat, B. E. Ekama en P. G. J. Joosten.

De raadsleden W. T. Koster en J. G. W. Fijnje hebben kennis gegeven, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

2. De notulen der vergadering van den 12den November 1872 zijn gedrukt in de tweede aflevering van het *Tijdschrift* voor 1872—1873, die aan de leden is verzonden.

Op de vraag van den president of iemand daarover het woord verlangt, vraagt het lid Huët het woord en zegt dat hij in die notulen wel onder de ingekomen geschenken melding vindt gemaakt van een door hem ingezonden werkje over de *Waterlocomotief*, maar dat hij daarbij een brief had gevoegd, welken hij niet ziet opgenomen. Hij zou dus gaarne eene verklaring ontvangen, waarom van het eene wel melding is gemaakt, van het andere niet. Het komt hem voor, met het regt en de billijkheid en de goede orde te strooken, dat, wanneer een der leden een brief aan het Instituut rigt, met de *uitgedrukte bedoeling, die aan de vergadering mede te deelen*, die ook worde voorgelezen en in de notulen opgenomen. Gaarne zou hij dus eene verklaring ontvangen, die voldoende is om duidelijk te maken, waarom dit niet geschied is.

De president antwoordt, dat het *Tijdschrift* geen brievenboek is; dat niet alle brieven, aan het Instituut gerigt, in de algemeene vergaderingen worden medegedeeld, en dat de geschenken meerendeels van een geleidend schrijven vergezeld gaan, welke brieven daarom niet in het *Tijdschrift* worden opgenomen.

Het lid Huët antwoordt dat de zaak, zooals die door den president wordt voorgesteld, volkomen in orde schijnt; maar zoo is niet de ware toedragt der zaak. De brief aan het Instituut gerigt betrof hetgeen was geschied met de mededeeling, door hem in eene vorige vergadering voorgedragen, en was een beroep op de leden van het Instituut tegenover den raad van bestuur. In elke andere vereeniging zou zulk een brief zijn voorgelezen, en dan daaromtrent zijn besloten. Maar den brief niet mede te deelen, terwijl het boekwerkje wordt aangenomen, dit is tegen alle regels van vorm, en is te minder verdedigbaar wegens den inhoud van den brief.

Spreker wenscht dus bepaald deze vraag aan den president te doen, is deze alsnog geneigd den brief, als die hier ter tafel is, te doen voorlezen, of anders in eene latere vergadering? Spreker behoeft zich niet te schamen dien brief geschreven te hebben, en hij zoude den schijn daarvan op zich laden, als hij nu geen beklag deed, dat men den brief heeft weggelaten. In het geval van den president had hij dit zeker niet gedaan, daar in dien brief over eene handelwijze van den raad van bestuur werd geklaagd. Hij zal deze handelwijze niet qualificeren maar hij voor zich zoude zich schamen om in een soortgelijk geval anderen te bejegenen zooals hij in dezen bejegend is.

De president antwoordt dat de brief in den raad van bestuur

ter tafel is gebragt, en wil het lid Huët op de zaak terugkomen, dan wil hij hem, na afloop van de overige werkzaamheden, daartoe in de gelegenheid stellen.

Het lid Huët zegt, dat, na hetgeen door hem gezegd is, hij dit antwoord niet begrijpt en dringt er nog eens op aan, dat de brief worde voorgelezen.

De president zegt dat er z. i. voor den raad geen aanleiding bestaat om op de genomen beslissing terug te komen en biedt nog eens aan, het lid Huët na afloop der werkzaamheden het woord te geven.

Het lid Huët vraagt of de voorzitter het regt heeft brieven weg te houden, die aan het Instituut gerigt zijn, met opzettelijk verzoek om mededeeling; is daaromtrent eene bepaling in het reglement voorhanden, dat men hem die aanwijze, maar hij is overtuigd, dat thans tegen de orde is gehandeld.

De president herhaalt, dat hij geene beslissing heeft genomen, maar de raad van bestuur. Tal van stukken komen er in, die niet in de vergadering worden gebragt, stukken van huishoudelijken aard, briefwisseling met de leden, zoo als er nu een met het lid Huët zich heeft voorgedaan, enz. Het *Tijdschrift* is niet bestemd om al die correspondentiën op te nemen.

Het lid Huët kan zich met die beschouwing niet vereenigen en verzoekt dat er aanteekening van worde gehouden, dat hij protest aanteekent tegen den inhoud van de Notulen der vorige vergadering.

Daar verder niemand daarover het woord verlangt worden zij voor goed vastgesteld.

---

3. Sedert de vorige vergadering zijn ontvangen de navermelde geschenken:

a. Van den Minister van Binnenlandsche Zaken:

1. *Waterstaatskaart van Nederland*, Middelburg, blad 1, 2, 3 en 4.

2. *Verzamelingstabellen der watershoogten langs de kusten van de Zuiderzee en de Wadden, waargenomen in de maanden Julij, Augustus, September, October* 1872.

3. *Verslag aan den Koning over de openbare werken in het jaar* 1871.

4. *Rapport der commissie belast met het onderzoek naar den toestand der kinderen in fabrieken arbeidende*, vijfde aflevering, 1ste en 2de gedeelte.

5. *Waarnemingen van waterstanden langs de kusten der Noordzee van* 5 tot 20 *October* 1871.

b. Van de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid:

1. *Handelingen en mededeelingen*, 1872 en 1873, 1ste stuk.

2. *Tijdschrift der Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid* 1872, derde reeks, deel XIII, zevende en achtste stuk.

c. Van de Maatschappij tot bevordering der bouwkunst:

Bouwkundige bijdragen. Negentiende deel, tweede en derde stuk.

d. Van het Koninklijk Instituut voor de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië:

Bijdragen voor de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch Indie, derde volgreeks, zevende deel, 1ste stuk.

e. Van het provinciaal Utrechtsch genootschap van kunsten en wetenschappen:

1. *Verslag van het verhandelde in de algemeene vergadering* 1872.

2. *Aanteekeningen van het verhandelde in de sectie-vergaderingen* 1871 en 1872.

3. *De Spectatoriale geschriften van* 1741—1800. *Bijdrage tot de kennis van het huisselijk-, maatschappelijk- en kerkelijk leven onder ons volk, in de tweede helft der achttiende eeuw, door* J. Hartog.

f. Van de Maatschappij «Paleis voor Volksvlijt»:

Tijdschrift de Volksvlijt, 1872, nº. 9 en 10.

g. Van de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw:

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch Indie, deel XVII, afl. IV.

h. Van de kamer van koophandel en nijverheid te Batavia:

Eene zeehaven voor Batavia. Verzameling van officieele bescheiden, uitgegeven door de kamer van koophandel en nijverheid te Batavia.

i. Van het bestuur van het in 1871 te Antwerpen gehouden aardrijkskundig congres:

1. *Compte-rendu du Congrès des sciences géographiques, cosmographiques et commerciales tenu à Anvers du* 14 *au* 22 *Août* 1871, 2 dln.

2. *Catalogue de l'exposition ouverte du* 14 *au* 27 *Août* 1871.

j. Van het honorair lid dr. G. Hagen:

Handbuch der Wasserbaukunst, 3. Aufl. Zweiter Theil: *Die Ströme*, Zweiter Band, met Atlas.

k. Van het lid Th. Belpaire te Antwerpen:

Note sur le second principe de la thermodynamique par Th. Belpaire (Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2me série, t. XXXIV, nº. 12.)

l. Van het lid H. C. Bosscha:

Beschouwingen over lokale spoorwegen door H. C. Bosscha.

m. Van het lid C. de Groot:

Bijdrage over «*Emigratie uit Nederlandsch Oost-Indie, met het oog op de mogelijkheid eener kolonisatie*» (Werken van het Indisch genootschap.)

n. Van het lid E. Lacroix:

1. *Traité pratique de la construction des tramways, chemins de fer à chevaux dits chemins de fer Américains* etc. *par* M. le Comte d'Adhémar.

2. *Etudes sur les boissons fermentées* etc. *par* Maurice Boucherië.

3. *Carbonisation du bois, emploi du combustible dans la métallurgie du fer, par* A. Gillot.

4. *La science de la construction du navire considérée dans ses rapports avec les lois de la nature par* Cavelier de Cuverville.

5. *Théorie et applications des dynamoteurs, par* P. Guzman.

o. Van het lid jhr. J. R. T. Ortt:

Eenige waarnemingen en opmerkingen over het opwaaijen van water, door J. R. T. Ortt.

p. Van het lid T. J. Stieltjes:

Verslag over den tegenwoordigen toestand der afwatering in Twenthe en over de middelen om die te verbeteren, opgemaakt naar de metingen van 1869—1871, *die op last van de Staten van Overijsel zijn geschied, door* T. J. Stieltjes, Zwolle 1872. Met kaart.

q. Van het lid J. Tideman:

1. *Report by Her Majesty's secretaries of embassy and legation on the manufactures, commerce etc., of the countries in which they reside, with appendices relating tot coal and flax.*

2. *Wisconsin, its natural resources and industrial progress, being a portion of the transactions of the Wisconsin State agricultural society, for the year* 1860.

3. *Fibrous substances indigenous aud exotic. Their nature, varieties and treatment considered, with a view to render them further usuful for textile and other purposes, by* S. L. Swaab.

4. *Canada at the universal exhibition of* 1855.

5. *Catalogus der tentoonstelling van provinciale nijverheid en kunst te Amsterdam*, 1859.

6. *Mittheilungen, aus dem Gebiete der Statistik. Herausgegeben von der Direction der administrativen Statistik im K. K. Handels-Ministerium.* 5 Jahrg. 1 Heft. *Strassen-Statistik des österreichischen Kaiserstaates.*

7. *Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz.*
New Railway Bridge over the Rine near Mayence. 2 platen.

8. *Staatsalmanak voor het Koningrijk der Nederlanden.* 1872.

r. Van den heer H. J. van de Garde te Zalt-Bommel:

Théorie complète des nombres complexes dans les diverses fonctions suivie d'un complément, par G. C. Louwenrier.

s. Van den heer dr. L. Mulder, te Arnhem:

1. *De Landbouw-Courant*, 1872, nº. 47—53; 1873, nº. 1—6.

2. *De Nieuwe Boeren-goudmijn, tevens bijblad van de Landbouw-Courant.* October, November, December 1872, Januarij 1873, vel 19—24, 1873, vel 1—2.

t. Van den heer H. G. van de Sande Bakhuyzen:

1. *Annalen der Sternwarte in Leiden. Herausgegeben von* Dr. F. Kaiser, Dritter Band. 1872.

2. *Verslagen van den staat der sterrenwacht te Leiden*, 1870/71 en 1871/72.

u. Van den heer E. von Sydow:

Der kartographische Standpunkt Europa's vom Jahre 1869 *bis* 1871, *von* Emil von Sydow.

Voorts zijn onderscheidene werken aangekocht, waarvan eene lijst ter tafel ligt en die mede ter inzage voorhanden zijn.

---

4. Van den hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland zijn ingekomen drie brieven, gedagteekend 15 November en 12 December 1872 en 9 Januarij 1873, nº. 1893, 2046 en 73 $\frac{K}{34, 41 \text{ en } 2}$ ten geleide van de gewone waarnemingen aan den Helder over de maanden October, November, December 1872, opgemaakt door het lid W. Ph. de Kruyff. Zij zijn medegedeeld in bijlage 7.

---

5. Van denzelfden hoofdingenieur is een schrijven ontvangen, gedagteekend 2 December 1872 nº. 1977 $\frac{2K}{40}$, ten geleide van de Aanteekening van de in het jaar 1872 gedane meting van het strand langs de kust van de Noordzee in de provincie Noordholland. De daarin voorkomende cijfers zijn in het daartoe bestemde register ingeschreven.

---

6. Het lid Amersfoordt bekomt het woord en houdt eene voordragt over een oud plan tot doorgraving van Holland op zijn smalst en over den landmeter J. Pz. Dou. (Bijlagen 8 en 9 en platen II en III.)

De president zegt den spreker dank voor zijne belangrijke mededeeling en vraagt of iemand daarover het woord verlangt.

Het raadslid Stieltjes wenscht een enkel woord te zeggen; ook hij heeft met groot genoegen het gesprokene gehoord, althans het laatste gedeelte, daar hij eerst later ter vergadering is kunnen komen; hij wil in 't minst niet betwisten de energie, door onze voorouders bij het maken van verschillende groote werken betoond, maar wenscht alleen op te komen tegen de beweerde doelmatigheid van de werken te Katwijk, volgens de mededeeling van den heer Amersfoordt door hen ontworpen. Tegenwoordig zal het toch wel niemand in het hoofd komen om zonder eenige haven, zonder zeebreker, zonder hoofden in zee een scheepvaartkanaal te willen maken. Het door den spreker vertoonde kanaal, is een zeer gebrekkig kanaal, en daarom is het gelukkig niet tot stand gekomen. Thans is men het (na het debat over de inrigting der haven te Wijk aan zee) vrij wel eens, dat 300 of althans 260 M. als minimum moeten beschouwd worden van de breedte, waardoor op onze kusten een schip kan binnenvallen. Maar op die gevaarlijke kust eene kleine opening te willen maken met eene scheepvaartsluis zonder eenige voorliggende dekkende werken, moet ten zeerste worden afgekeurd. Men heeft bij het hier vertoonde kanaal te veel voorbijgezien, dat het eigenlijk slechts is een afwateringskanaal, waarvan men in het voorbijgaan ook gebruik heeft willen maken om te varen. Dit is ook eenigermate de fout van het Noordzeekanaal, dat men tegelijk op te grooten voet als uitstroomings- en als scheepvaartkanaal wil laten dienen. Maar bij de ontworpen doorgraving van Katwijk zou dit in nog veel noogere mate het geval zijn geweest. Eene sluis, met niets daarvoor ter bescherming, moet zeer worden afgekeurd. Als er gestroomd zou worden, zou men er niet in kunnen komen. Daartoe zouden hoofden of een zeebreker noodig zijn, om daardoor gedekt, in de sluis te kunnen geraken. Maar het hier vertoonde is niets anders dan een afwateringskanaal.

Het lid Amersfoordt wijst er op, dat op het vertoonde plan wel degelijk een zeebreker in de Noordzee voorkomt in den vorm van eene delta.

Het raadslid Stieltjes keurt juist die delta af, waardoor de toegangsopeningen nog smaller worden, dan het kanaal zelf. Een zeebreker moet ver van de kust liggen. Maar hier, hoe zal men

daar behoorlijke diepte houden? Die delta *is* geen zeebreker en spreker zou wel de vraag willen doen: welke bevaren schipper zou het wagen door dit ontworpen kanaal binnen te komen?

Het lid Amersfoordt geeft dit alles toe voor den tegenwoordigen tijd, maar wijst op den tijd, waarvoor het besproken ontwerp moet dienen. Het gold toen niet het binnenkomen van fregatten of groote vaartuigen, maar van kleine schepen, van pinken welligt. Orlers spreekt alleen van *schuiten* en op schuiten is dan ook alleen gedoeld. In verschillende stukken vindt men aanzoeken, dat het kanaal naar zee gemaakt moge worden, zooals van volders, ja zelfs van bleekers. Spreker onderstelt dus alleen dat men met kleine vaartuigen daar binnen zou komen, die des noods stranden konden, maar voorzeker niet met schepen van de Ruyter en Tromp.

Overigens wat de delta betreft, acht spreker het niet ondenkbaar dat zoodanige inrigting te maken zou zijn, maar dan van grooter afmetingen, beschermd op zijde.

In het algemeen zijn voorzeker die vroegere werken niet boven alle tegenwoordige te stellen, maar spreker zou toch durven aanraden dat men er het oog op sla.

Daar verder niemand het woord verlangt wordt de beraadslaging gesloten.

---

7. Nadat de gewone pauze is gehouden, neemt het raadslid Kool het presidium op zich, daar de president zich wegens ambtsbezigheden heeft moeten verwijderen.

Van het Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam is het programma voor het jaar 1872 ontvangen.

De daarin voorkomende prijsvragen, welke geacht kunnen worden voor de leden van eenig belang te zijn, zijn medegedeeld in bijlage 10.

---

8. Van den hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland is nog ingekomen een schrijven ten geleide van eene opgave van zeeschepen met 60 en meer d.M. diepgang, die door de Texelsche zeegaten in 's Rijks zeehaven het Nieuwediep zijn binnen gekomen. (zie bijlage 11.)

---

9. Het lid van Hasselt voert hierop het woord over eene nieuwe constructie van ophangen en opzetten van eene draaibrug, door teekeningen toegelicht. De voorgestelde ophanging komt in hoofdzaak overeen met die gevolgd bij de spoorwegbrug te Dordrecht, waar de geheele brug door drie bouten aan het deksel dat op de spil rust is opgehangen; met wijziging van de te Dordrecht gevolgde constructie zijn hier de gegoten ijzeren stukken, waaraan de hoofddwarsdragers van de brug zijn bevestigd, weggelaten, zijn de bouten midden door de hoofddwarsdragers — die hier den kokervorm hebben — gebragt en van onderen opgesloten door eene moer. Gegoten ijzer wordt op deze wijze geheel vermeden. De spil, die bij de meeste draaibruggen bestaat uit een gesmeed ijzeren afgeknotten kegel in het metselwerk bevestigd, is hier niet anders dan een taats, die rust op den bovenkant van eene kolom, van geslagen ijzer zamengesteld en in den pijler vastgezet. De taats is naar beneden toe verlengd en moet dienen voor het ligten der brug. De brug wordt niet aan de einden opgezet maar in het midden geligt. Het denkbeeld is niet nieuw. Het werd door het raadslid Michaëlis ontwikkeld. Z.Ed. wilde de ligting doen plaats hebben door waterdruk. In het ontwerp heeft de ligting plaats door een stelsel van hefboomen. Daartoe is in het ondereinde van de verlengde taats een gat gemaakt; daardoor wordt een stalen stuk gestoken, waarvan ieder der uiteinden rust op eene as, die gevat is in den korten arm van twee hefboomen. Over de langere armen van deze loopen zware rollen. De hefboomen vormen van boven over het eerste gedeelte eene regte lijn, daarna eene kromme. Zij zijn, wanneer de brug op de taats rust, horizontaal. Bewegen de rollen zich over de hefboomen, dan blijven zij horizontaal totdat de drukking op het middensteunpunt is opgeheven.

Men begint de brug te ligten en de hefboomen zakken. Maar de rollen blijven zich horizontaal bewegen, omdat de baan waarover zij loopen, oploopt. Is de geheele doorbuiging van de brug overwonnen dan kan door eene kleine voorwaartsche beweging der rollen de brug zooveel geligt worden als noodig is. De hefboomen zakken dienovereenkomstig. Wil men de brug weer laten zakken dan worden de gewigten naar het draaipunt toe bewogen.

Opmerking verdient, dat de rollen zich steeds horizontaal bewegen, zoodat de kracht, noodig om de brug te ligten, niet anders is dan die gevorderd om een gewigt te doen rollen over eene glad afgewerkte horizontale baan.

De spreker stelt zich voor over dit onderwerp eene verhandeling aan te bieden.

Op eenige tot den spreker door de leden Huët, Henket en Amersfoordt gerigte vragen antwoordt hij in hoofdzaak dat de grootste drukking 174000 K.G. of 4 K.G. per m.M² bedraagt; dat het zoogenaamde invreten, in weerwil van de belangrijke drukking, gering is, omdat hier nergens staal op staal wordt gevonden, maar altijd staal op brons, terwijl ook behoorlijk voor smeren dient te worden gezorgd. De verhouding van de hefboomsarmen is als 1 tot 10, het totaal gewigt der tegenwigten 14000 K.G., het aantal omwentelingen van den zwengel $13\frac{3}{10}$. Er wordt aan den zwengel slechts 16 K.G. kracht uitgeoefend, hetwelk dus eene groote besparing van kracht geeft. De kleine hefboomsarm ligt 10 c.M. of de helft van den straal van den hefboomscirkel. De verticale koker is door hoekijzers behoorlijk tegen knikken verzekerd.

---

10. Het lid van Dissel zegt, dat hij de aandacht der vergadering eenige oogenblikken wenscht bezig te houden met de uitkomsten van eenige proeven, genomen met cement.

Uit die proeven namelijk zou volgen, dat cement reeds na weinige weken verharding haar grootsten zamenhang heeft verkregen en daarna aan zamenhang verliest; de proeven die hij genomen heeft zijn wel onvolledig maar toch rekent hij het verschijnsel belangrijk genoeg, om zelfs die onvolledige proeven hier ter sprake te brengen.

Niets zal hem aangenamer zijn dan wanneer door andere resultaten kan worden aangetoond, dat de door hem waargenomen verminderde zamenhang slechts aan toevallige omstandigheden moest worden toegeschreven.

Hij deelt de navolgende cijfers mede:

Omschrijving van de cement.	Volgnummer.	Zamenstelling van den mortel.	Aantal dagen van verharding.	Aantal proeven.	Gedragen gewigt per c.M² in K.G.	
					Gemidd.	Grootst.
Cement van Dyckerhoff & Söhne te Amöneburg bij Biebrich .	1	enkel cement	16	11	16	18.5
	2		407	„	9	12
„	3	„	30	„	19	27.5
	4		390	„	15.5	19
„	5	„	16	6	15	21.5
	6		180	„	12	18
Cement van Wallsend Company te New-Castle-on-Tyne . .	7	„	16	„	16	21
	8		180	„	13.5	20.5
Cement van Dyckerhoff & Söhne te Amöneburg bij Biebrich .	9	half cement en half zand	16	11	4	5.5
	10		396	„	4.5	7
„	11	„	30	„	8.5	10
	12		390	„	3.5	4
„	13	„	16	6	6.5	9.5
	14		180	„	9	10
Cement van Wallsend Company te New-Castle-on-Tyne . .	15	„	16	„	12.5	14.5
	16		180	„	5	8

De proeven nº. 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11 en 12 zijn gedaan te Rotterdam en nº. 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15 en 16 te Bommel; alle proefstukjes waren in doorsnede 16 c.M².

Hij gelooft dat deze zaak wel verdient naauwkeurig te worden onderzocht, met het oog op het steeds toenemend gebruik dat van cement wordt gemaakt.

Het lid de Bordes vraagt of men de cement onder of boven water heeft beproefd.

Het lid van Dissel antwoordt dat dit eerst onder water en toen in de lucht heeft plaats gehad. De versteening geschiedde niet zeer snel.

Het lid Amersfoordt vraagt of de breuk ook met de mikroskoop is onderzocht en wijst op de ruïnen der oude Romeinsche gebouwen, waarvan de cement zoo duurzaam is, zelfs bij waterleidingen, waaromtrent vooral de Pont du Gard vermelding verdient. Veelal gebruikten de ouden pouzzolaan of een cement, waarvan welligt het geheim is verloren gegaan. Die cementen nu zijn met de mikroskoop onderzocht en in sommige vond men meer, in andere minder kristallen.

Welligt moet dit worden toegeschreven aan den aard der zamenstelling met water. Zoo zullen door zeewater zoutkristallen ontstaan, elders zullen zich kalk- of ijzerkristallen voordoen. Het komt er dus zeer op aan, dat men nagaat wat in de cement is gebeurd, hetzij langs mikroskopischen hetzij langs chemischen weg.

Daardoor zal men kunnen nagaan, welke de oorzaak is van den minderen wederstand en of het welligt nuttig zou zijn voor de vervaardiging van de cement ander water te bezigen of daaraan het een of ander toe te voegen, gelijk door den vorigen spreker zelf reeds is opgemerkt, dat cement met zand vermengd duurzamer bleek te zijn; daarin is dus welligt een bindmiddel te zoeken. Spreker geeft in bedenking in dien zin onderzoekingen in het werk te stellen.

Het lid Henket vraagt op de gebruikte cement tot de snel of tot de langzaam verhardende cementen behoort.

Het lid van Dissel antwoordt dat de cement tot de laatste soort behoort.

Het lid de Bordes acht het goed de cement altijd onder water te beproeven om den invloed van de lucht te voorkomen, en betwijfelt of de gedane proeven wel een vasten grondslag geven.

Het lid Boelen wijst op de proeven met cement, die aan de werken der doorgraving van Holland op zijn smalst genomen zijn en die nog al van beteekenis zijn. Hij biedt zich aan den spreker in de gelegenheid te stellen kennis te nemen van die proeven, die aan de betonfabriek aldaar, onder opzigt van den heer ingenieur K. van Rijn, genomen zijn, die zich stellig gaarne bereid zal verklaren den geachten spreker van dienst te zijn. Hij kan er nog bijvoegen dat men aldaar steeds engelsche cement uit Greenwich heeft gebezigd en de proeven met een zuiver werkende unzer met de blokjes onder water zijn genomen.

Het lid van Dissel betuigt zijn dank voor het aanbod en zegt dat hij er dankbaar gebruik van zal maken. Wat het gebruik van water en zand betreft, uit de proeven, te Rotterdam en te Bommel genomen, is gebleken, dat men op beide plaatsen gelijksoortige uitkomsten heeft verkregen, terwijl zand en water op beide plaatsen verschillend waren. Wat nu het nemen van de proeven onder water betreft, men is vrij de proeven te nemen zooals men wil; de proeven zijn wel onvolledig maar niet verkeerd; cement wordt toch dikwijls boven water gebruikt.

Het lid de Bordes antwoordt, dat hij alleen dit heeft bedoeld dat, om uit de proeven tot zekere gevolgtrekkingen te kunnen geraken, alle omstandigheden gelijk moeten zijn, hetgeen niet het geval is indien de proeven in de lucht blijven en dus meer of min aan de zon of den togt zijn blootgesteld, hetgeen invloed heeft op de beproefde cement; en daarom zou hij er de voorkeur aan geven, de proeven onder water te nemen.

Het lid Huët vraagt, hoe de belasting is aangebragt en of dit ook verschil kan maken.

Het lid van Dissel antwoordt: zeer primitief; een houten bak werd met steenen belast, die zeer voorzigtig werden toegevoegd. De proefstukjes, die 30 dagen, en die, welke 180 en 400 dagen lang zijn verhard, zijn alle op dezelfde wijze behandeld.

Spreker wenscht het lid Amersfoordt nog te antwoorden dat de breuk niet mikroskopisch is onderzocht. Alleen is opgemerkt dat de buitenoppervlakte eene eenigzins andere kleur had dan de binnenoppervlakte. Dit kan echter een gevolg zijn van de wijze, waarop de proeven zijn gemaakt.

Het lid Amersfoordt wijst op het graniet als eene kristalvorming in het groot, en hoe dit zich in allerlei vorm en hardheid voordoet, als gevolg van verschillende oorzaken. Wat de genomen proeven betreft, het is zeer ligt mogelijk dat naderhand de graad van hardheid weder zal stijgen. Hij zou het verstandig achten nog geen gevolgtrekkingen uit de proeven te maken.

---

11. Het lid Boelen vraagt op grond van het nog niet te vergevorderd uur verlof om eene kleine mededeeling en eene vraag te doen, en zegt het volgende: In den tijd dat ons vaderland door watersnood werd geteisterd, werden door hem drie à vier heeren, die zich als commissie uit eene van de plaatsen, die geteisterd werden, naar Amsterdam hadden begeven, om bij den burgemeester aanzoek te doen om vaartuigen, ontvangen. Door dezen waren zij naar spreker verwezen en zij verzochten met aandrang om reddingsvaartuigen. Hij verklaarde zich terstond bereid en binnen 24 uren werd aan dit verzoek, als door velen, bereidwillig voldaan. Door zijne bemoeijing werden met medewerking van anderen een aantal sloepen, barkassen enz. franco per Rijnspoorweg verzonden en ook manschappen medegegeven om ze te bedienen. Maar ziet al spoedig bleek het, zooals te voorzien was, dat die vaartuigen voor het beoogde doel ongeschikt waren.

Spreker betreurt het zeer dat hier niet meer van die heeren ingenieurs aanwezig zijn, die den watersnood hebben bijgewoond.

En nu vraagt spreker: hoe is de staat van zaken als er eventueel eene doorbraak, een watersnood ontstaat? Men heeft toch vaartuigen noodig van weinig diepgang, die niet altijd door riemen kunnen worden bewogen, maar met zethaken of boomen, om door allerlei belemmeringen heen te komen. Is men nu, in zoodanig geval, in de gelegenheid zulke vaartuigen in voldoende menigte terstond te verkrijgen? Spreker begrijpt dit niet, want die er voorhanden zijn, zijn niet geschikt, te klein en in den regel te slecht onderhouden. En toch is hem gezegd: men heeft geen behoefte aan vaartuigen, want in geval van watersnood zijn de middelen tot redding ruimschoots voorhanden. Hij wenscht dus de vraag te stellen: welke middelen zijn er voorhanden, gesteld dat een dijk doorbreekt, het land onder water wordt gezet en de menschen geholpen moeten worden om of op de dijken of op vlugtheuvels gebragt te worden?

Hij verlangt daarop niet reeds heden antwoord maar zou toch gaarne nader daaromtrent worden ingelicht.

Het lid van Hasselt zegt, dat hij wel geen volledig antwoord kan geven, maar toch wel omtrent streken, waar hij meer bekend is, namelijk Overijssel. Daar hebben de meeste boeren, voor het geval, dat eene landstreek geïnundeerd wordt, eene zoogenaamde Rijnaak. Doet het geval zich voor, dan wordt dit vaartuig opgelapt, men gaat er mede naar de bedreigde punten en op die wijze heeft men weinig menschenlevens te betreuren.

Het lid Boelen verklaart zeer dankbaar te zijn voor die inlichting, maar niet voldaan. Hij wijst er op dat bij de reddingsmaatschappijen een voortdurend toezigt op de reddingbooten noodig is, hoe de inspecteur (spreker heeft zelf die betrekking bekleed) steeds één of twee malen in het jaar die moet nazien, of behoorlijk zoo wel de vaartuigen als de inventaris worden onderhouden. Het verzuim daarvan kan noodlottige gevolgen hebben, hetgeen door feiten zoude zijn aan te wijzen. En nu zou spreker vreezen dat dit verzuim bij de polderbewoners zich nog al eens zal voordoen.

Het lid van Hasselt is van meening, dat juist hun eigen, hun particulier belang de ware drijfveer zal zijn om behoorlijk voor hun eigendom zorg te dragen.

---

12. Men gaat alsnu over tot het ballotteren van de in de vergadering van den 12den November 1872 als nieuwe leden voorgestelden.

De waarnemende president verzoekt het raadslid L. C. van Kerkwijk en het lid J. J. van Kerkwijk zich met het opnemen van de stemmen te willen belasten.

De uitslag is dat zijn aangenomen:

als gewone leden, de heeren: E. G. A. Fol, architekt, te Rotterdam; jhr. C. C. A. de Maere Limnander, schepen-commissaris voor de publieke werken, te Gent (België); S. K. A. van der Meulen, ritmeester bij het 3de regement hussaren, te Haarlem; A. van Stralen, hoogheemraad van Rijnland, lid der provinciale staten van Noordholland en van den gemeenteraad, te Haarlem.

als buitengewone leden, de heeren: H. F. Beijerman, B. P. Bilheimer, studenten aan de polytechnische school, te Delft, Th. Boom, student te Luik, S. P. H. van Diggelen, E. A. C. F. von Essen, T. A. Gaymans, M. W. J. 's Gravesande Guicherit, F. B. s' Jacob, S. Karsten, H. J. L. M. van Schevichaven en N. A. Schelling, allen studenten aan de polytechnische school, te Delft.

---

13. Om in de vergadering van den 8sten April e. k. te worden geballotteerd worden voorgesteld:

als gewone leden, de heeren: L. J. Bour, ingenieur te Amsterdam, T. Hida Hamagoro, officier bij het departement der publieke werken te Jedo (Japan) en J. A. Pierrot, ingenieur der bruggen en wegen te Maeseyck (België);

als buitengewone leden, de heeren: M. Lindsay Freeman, élève-ingenieur te Heemstede, A. W. Hein, student aan de polytechnische school te Delft, J. F. Helmers, opzigter der Amsterdamsche kanaalmaatschappij te Velsen en H. Ree, élève-ingenieur te Velsen.

Daar er niets meer aan de orde is, sluit de waarnemende president de vergadering, na de aanwezigen voor de betoonde belangstelling te hebben bedankt.

Aldus voorloopig vastgesteld in de vergadering van den raad van bestuur van 11 Maart 1873.

Namens den raad van bestuur,

G. J. G. KLERCK,
president.

J. TIDEMAN,
secretaris.

BIJLAGE 7.

Waarnemingen te Helder,

gedurende de maand October 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde winddruk gedurende het verloope etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.							
					u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.					
				u. m.											
1	Ligtbewolkt, helder, winderig, beneveld, mooiweer.	28	N. Declinatie.	23.49	3.20	0.184		1. 0		0.896					
2	Bewolkt, wind, digtbetrokken, regen, winderig.	29	N.M. 3u. 50m.	»	8.10	0.254		1.25		0.956					
3	Betrokken, winderig, vochtig, regenbui, bewolkt, mooi.	1	Z. Declinatie.	0.32	7.50	0.484		2. 4		0.837					
4	Helder, ligtbewolkt, schoon, koel, mooiweer.	2		1.17	4.56	0.352		2.40		0.938					
5	Bewolkt, helder, schoonweer.	3		2. 5	5.40	0.152		3.30		1.115					
6	Helder, stil, schoonweer, starlicht, mooiweer.	4		2.57	6.30	0.160		3.40		1.075					
7	Helder, mooiweer, starlicht, dauw, mist.	5		3.52	10.12	0.070		4. 3		1.173					
8	Helder, beneveld, mooiweer, betrokken, winderig.	6		4.51	7.53	0.226		4.36		0.813					
9	Digtbewolkt, winderig, regen, mooiweer.	7	E.K. 9u. 23m.	5.51	11.30	0.376		4.40		0.666					
10	Helder, bewolkt, mooiweer, betrokken, regen, onstuimig.	8		6.52	14. 0	0.343		6.17		0.574					
11	Zwaarbewolkt, regen, wind, onweer, hagel.	9		7.51	1.55	0.412		7.52		0.120					
12	Losbewolkt, regen, hagelbuijen, onstuimig.	10	Perigeum.	8.47	0.47	0.224		8.36		0.450					
13	Bewolkt, winderig, buijig, beneveld, schoon.	11		9.40	1.12	0.156		10.20		0.887					
14	Helder, beneveld, schoonweer, regen, wind, onstuimig.	12		10.30	2.27		0.023	11.45		1.042					
15	Digtbetrokken, regen, wind, stormweer, koel.	13	N. Declinatie.	11.18	7. 0	0.496		0.50		0.948					
16	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	14	V.M. 3u. 54m.	12. 6	3.30	0.147		1.10		1.068					
17	Digtbewolkt, beneveld, mooiweer.	15		12.55	4.12		0.007	1.45		1.203					
18	Digtbewolkt, beneveld, regenachtig, mooiweer.	16		13.44	5.12	0.017		2.24		1.215					
19	Ligtbewolkt, beneveld, helder, mooiweer.	17		14.35	5.20	0.084		3.12		1.148					
20	Ligtbewolkt, beneveld, dikke natte mist.	18		15.26	9.54	0.310		3.45		0.878					
21	Bewolkt, winderig, starlicht, mooiweer.	19		16.18	9.45	0.282		4. 0		0.812					
22	Digtbewolkt, winderig, beneveld, stil.	20		17.10	10.12	0.149		4.12		0.810					
23	Bewolkt, helder, starlicht, mooiweer.	21	L.K. 21u. 13m.	18. 0	8.40	0.202		4.25		0.834					
24	Bewolkt, beneveld, helder, starlicht, mooiweer.	22	Apogeum.	18.48	12.37	0.034		5. 0		0.848					
25	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	23		19.33	11. 0	0.100		6.17		0.619					
26	Digtbewolkt, beneveld, winderig.	24		20.18	1. 0		0.042	8. 0		0.559					
27	Digtbewolkt, betrokken, regen, winderig, beneveld, mooi.	25		21. 0	4.20	0.059		9.17		0.713					
28	Bewolkt, beneveld, winderig, mooiweer.	26		21.43	4.52	0.042		10.38		0.737					
29	Ligtbewolkt, beneveld, wind- en regenbuijen, onstuimig.	27	Z. Declinatie.	22.26	2.20	0.080		11.30		0.939					
30	Digtbetrokken, regen, wind, onstuimig, donker.	28		23.11	7. 0	0.710		12. 0		0.226					
31	Digtbewolkt, winderig, helder, mooiweer.	29	N.M. 17u. 48m.	23.59	3.50	0.744		1. 0		0.344					
			Optelling			6.849	0.072			25.443					
						0.072									
						6.777									
			Gemiddeld			0.219				0.821					
											19.30	0.306		12.37	1.070
											20. 0	0.514		13.25	0.859
											20. 0	0.540		14. 7	0.706
											20.44	0.321		14.42	1.006
											21.17	0.232		15.16	1.128
											18.16	0.152		16. 0	1.120
											22.32	0.252		16.25	1.000
											23. 0	0.147		17. 0	0.948
											21.25	0.316		17.43	0.520
											»	»		18.15	0.318
											11.10	0.600		21. 0	0.644
											16. 0	0.590		23.10	0.736
											16.38	0.310		23.28	1.123
											18.17	0.274		»	»
											18.52	0.662		12.55	0.568
											20. 0	0.292		13.27	1.185
											20. 0	0.182		14. 0	1.381
											21. 0	0.215		14.37	1.206
											21.30	0.275		15.20	1.186
											22.17	0.369		16.17	0.809
											19.20	0.207		16.20	0.874
											20.44	0.012		16.53	0.937
											20.43		0.068	17.27	0.790
											22.26		0.023	17.45	0.580
											»	»		19.12	0.607
											15.37	0.283		21.18	0.528
											16. 0	0.266		22.47	0.958
											16.20	0.352		23.42	0.906
											18.32	0.279		23.42	0.654
											19.12	0.959		»	»
											19.42	0.710		13.20	0.562
												9.617	0.091		24.909
												0.091			
												9.526			
												0.328			0.859

BIJLAGE 7 (vervolg).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand November 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde windkruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.			Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag.			Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag.						
				u. m.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.				
1	Bewolkt, winderig, regen, onstuimig, beneveld.	0	Z. Declinatie.	»	8. 0	0.432		1.28		0.885	15.40	0.602		12.54		0.562	21.40	ZW. ZtW. ZOtZ. ZZW. ZW. ZZW.	6.7	1.3	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Zwaar en losbewolkt, regen- en windbuijen.	1		0.50	8.21	0.457		1.36		1.079	21.12	0.848		12.45		0.647	9.98	ZtW. ZWtZ. ZWtW. W. WNW.	18.9	0.9	
3	Losbewolkt, winderig, helder, mooiweer.	2		1.45	9. 0	0.729		2.45		0.329	17.45	0.576		15.26		0.702	9.63	WNW. NWtW. WNW. WZW.	0.5	1.1	
4	Helder, bewolkt, mooi, digtbetrokken, regen, wind.	3		2.44	6.12	0.312		3.30		0.982	22. 0	0.224		15.34		1.198	10.10	ZW. ZtO. ZtW. Z. ZWtZ.	9.3	1.2	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 uur, bedraagt over deze maand 17° 2′ 15″.
5	Digtbetrokken, mistig, winderig, vochtig.	4		3.46	10.25	0.547		3.20		0.716	19. 0	0.399		16. 8		0.638	7.53	ZWtZ. ZW. ZWtZ.	0.8	0.6	
6	Digtbewolkt, betrokken, winderig, onstuimig.	5	Perigeum.	4.47	11.50	0.524		4. 5		0.830	23.40	0.518		17.18		0.538	17.58	ZWtZ. ZZW. ZW. WtZ. WZW.	0.0	3.4	
7	Helder, beneveld, ligtbewolkt, winderig.	6	E.K. 16u. 11m.	5.46	10.25	0.827		5.20		0.139	21. 5	0.462		18.20		0.467	13.25	WZW. ZWtW. ZW.	0.0	3.3	
8	Helder, ligtbewolkt, winderig, mooiweer.	7		6.42	11.30	0.422		6.30		0.644	23. 7	0.214		19.55		0.642	7.27	ZWtW. WtZ. W. WZW.	0.0	1.4	
9	Bewolkt, mooiweer, wind, regen, hagel, onweer.	8		7 35	13.25	0.465		7.35		0.606	»	»		20.50		0.657	4.68	WtZ. ZWtW. W. NW. NWtN.	6.6	0.7	
10	Betrokken, regen, buijig, koud, mooiweer.	9		8.24	4. 0	0.268		8.25		0.329	15.18	0.766		22.50		0.730	4.95	WtZ. NtW. NNW. N. NO.	7.0	1.3	
11	Helder, bewolkt, wind en regen, koudweer.	10	N. Declinatie.	9.12	1.37	0.104		10.23		1.044	14.37	0.220		23.14		1.294	9.70	NOtO. NNO. NOtO. NO.	0.5	1.4	
12	Bewolkt, wind, onstuimig, hagel, natte sneeuw.	11		9.59	2.20		0.214	11.40		1.384	17. 0		0.054	»		»	22.33	NOtN. NOtO. NO. NtO.	0.2	4.6	De grootste declinatie werd waargenomen op den 13den ten 2 uur = 17° 11′ 0″ en de kleinste op den 16den ten 8 uur = 15° 53′ 55″.
13	Digtbetrokken, natte sneeuw, koud, onstuimig.	12		10.46	2.50		0.217	0.12		1.354	17.55	0.225		12.20		1.105	28.08	NNO. NO. NOtO. ONO. OtN.	6.9	1.5	
14	Digtbewolkt, winderig, koud, betrokken, regen.	13	V.M. 17u. 28m.	11.34	3.50		0.170	0.40		1.243	19.12	0.106		12.50		1.364	9.93	OtN. O. NOtO. NtO. NOtN.	0.0	0.7	
15	Digtbetrokken, mist, beneveld, nachtvorst. 1 *mm. ijs.*	14		12.24	7.25	0.154		1.15		1.219	19.18	0.230		13.42		1.073	6.97	NO. OtZ. ZtO. ZOtZ. ZO. OZO.	2.8	1.0	
16	Helder, beneveld, winderig, nachtvorst, mooi. 2 » »	15		13.15	4.36		0.039	1.50		1.191	20.56		0.210	14. 5		1.666	7.35	OZO. ZOtO. ZO. Z.	0.0	0.6	
17	Digtbewolkt, mooi, regenbuijig, vochtig.	16		14. 8	9.37	0.016		2.26		1.364	21.50	0.117		15. 0		1.093	3.42	ZOtZ. OZO. ZtO. ZO. Z.	1.8	0.4	
18	Digtbetrokken, regen, beneveld, mooiweer.	17		15. 0	10.16	0.163		3.22		0.972	22.50	0.178		15.56		0.956	1.60	ZZO. ZO. O. NO. N.	2.0	0.3	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 28sten des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 4′ 9″.37.
19	Digtbewolkt, beneveld, mooi, winderig.	18		15.51	7. 0	0.265		3.40		0.832	18.25	0.167		15.57		0.962	3.68	N. WZW. ZZW. ZZO. ZW.	2.9	0.2	
20	Ligtbewolkt, beneveld, vochtig, mooi.	19		16.40	10.36	0.370		4. 0		0.883	20.14	0.282		17. 8		0.643	6.45	ZWtZ. ZZW. ZtW. ZZW.	0.0	0.2	
21	Helder, beneveld, mooi, digtbetrokken, regenbuijig.	20	Apogeum.	17.27	7.45	0.284		4.12		0.800	20.27	0.039		17. 0		0.815	3.92	ZZW. ZtO. ZZO. Z.	0.6	0.1	
22	Digtbewolkt, beneveld, winderig.	21	L.K. 18u. 5m.	18.11	12. 0	0.446		4.16		0.836	21.40	0.123		18.10		0.500	9.58	ZtW. ZZW. ZZO. Z.	5.4	0.6	
23	Digtbewolkt, wind, onstuimig, regenbui, beneveld.	22		18.54	12.37	0.145		5.32		0.645	22. 0		0.261	18.30		0.648	12.25	Z. ZtW. ZtO.	0.7	1.5	
24	Digtbewolkt, beneveld, mooiweer, winderig.	23		19.36	14. 5	0.447		7. 0		0.677	»	»		20.40		0.370	5.93	ZtW. ZZO. Z. ZtW.	0.0	0.5	
25	Digtbewolkt, beneveld, stormweer, wind en regen.	24		20.18	0. 0	0.120		7.45		0.478	14.22	0.319		20.50		0.510	7.67	ZtW. ZZO. ZtW. ZZW.	6.3	1.1	
26	Helder, beneveld, onstuimig, stormweer.	25	Z. Declinatie.	21. 2	4. 0	0.409		10. 0		0.369	17.20	0.715		22.50		0.034	27.92	ZWtZ. ZZW. ZW.	0.8	2.7	
27	Digtbewolkt, beneveld, wind, onstuimig, mooiweer.	26		21.48	5.30	0.644		11. 0		0.400	15.17	0.671		23.50		0.833	6.95	ZW. ZWtW.	0.0	0.9	
28	Digtbetrokken, mistig, stil, mooiweer, regen.	27		22.38	3. 0	0.369		12. 0		0.742	16.12	0.456		23.57		0.922	0.33	ZWtW. WNW. Z. WtZ. ZtW. ZtO.	4.9	0.2	
29	Digtbewolkt, mooiweer betrokken, regenachtig.	28		23.32	6.30	0.315		12.20		0.917	19. 0	0.379		»		»	3.68	Z. ZZO. ZOtO. OZO. ZZW.	1.2	0.9	
30	Bewolkt, beneveld, mooiweer, vochtige lucht.	29	N.M. 6u. 54m.	»	7.36	0.218		0.37		1.020	20. 0	0.406		13. 0		0.989	2.20	ZZW. ZtO. ZOtZ. ZZO. Z.	1.1	0.6	
			Optelling			9.452	0.640			24.909		9.242	0.525			22.558	286.31		87.9	35.2	
						0.640						0.525									
						8.812						8.717									
			Gemiddeld			0.294				0.830		0.311				0.806	9.54				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{8.812 + 8.717}{30 + 28} = \frac{17.529}{58} = 0.302$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{24.909 + 22.558}{30 + 28} = \frac{47.467}{58} = 0.818$ » — AP.

Gemiddeld verval 1.120 M.

Opgemaakt te Helder den 3den December 1872, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 194 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 114 » » 2.5 » 5 » » » »
» 151 » » 5 » 10 » » » »
» 87 » » 10 » 15 » » » »
» 79 » » 15 » 20 » » » »
» 69 » » 20 » 30 » » » »
» 17 » » 30 » 40 » » » »
» 7 » » 40 » 50 » » » »
» 1 » » 50 » 60 » » » »
» 1 » » 60 » 70 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 2den, ten 3 ure 25 minuten = 62 K.G. op den M².

BIJLAGE 7 (slot).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand December 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde windkruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.							
				u. m.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.					
1	Digtbewolkt, betrokken, vochtige lucht, beneveld, mooi.	1	Z. Declinatie.	0.31	8. 0	0.344		1.20		0.886	1.45	Z.tW. Zt0. 0Z0. 0tZ.	0.0	0.7	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Bewolkt, mooiweer, digtbetrokken, donker, vochtig.	2		1.34	5. 0	0.216		2. 8		1.024	7.00	0. NOt0. NOtN. NO. ZWtW.	0.0	0.8	
3	Digtbewolkt, betrokken, mooiweer, regen, winderig.	3	Perigeum.	2.37	8.30	0.525		2.50		0.787	4.57	ZWtW. NWtN. NtW. Nt0. NN0.	9.3	1.0	
4	Digtbewolkt, regenbui, helder, bewolkt, mooiweer.	4		3.39	7. 0	0.527		3.50		0.713	5.30	Nt0. N. NWtN. NtW.	3.5	0.9	
5	Losbewolkt, buijig, digtbetrokken, regen, winderig.	5		4.38	7.20	0.342		4. 0		0.938	8.90	N. NW. ZOt0. ZZW. Z. ZWtW.	3 6	0.6	
6	Digtbewolkt, mooiweer, mistig, vochtig, regen.	6	E.K. 23u. 56m.	5.32	11.25	0.500		4. 4		0.904	3.57	ZWtW. ZW. Z. WtZ.	1.1	0.5	
7	Bewolkt, winderig, regen, zwaarbewolkt, onstuimig.	7		6.22	13. 0	0.664		5.37		0.446	21.25	W. ZWtW. WZW.	3.1	1.1	
8	Bewolkt, wind, onstuimig, stormweer, zwaarbewolkt, regen.	8	N. Declinatie.	7 10	15.48	0.965		7.50		0.600	45.17	WZW. ZW. Zt0. ZZW. ZW.	5.5	2.8	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 ure, bedraagt over deze maand 17° 3′ 1″.
9	Stormweer, digtbetrokken, regen, helder, winderig.	9		7.56	3. 0	0.952		7.45	0.310		29.67	ZW. ZWtW. WZW. ZWtW.	3.6	4.5	
10	Digtbewolkt, winderig, natte sneeuw, regen, wind.	10		8 42	0.27	0.500		9.40		1.114	11.30	ZW. Zt0. 0. Nt0. NNW.	16.1	1.0	
11	Digtbewolkt, wind- en regenbui, helder bewolkt.	11		9.29	2.30	0.669		11.25		0.578	13.25	NtW. NNW. NW.	4.5	2.4	
12	Helder, winderig, sneeuw, nachtvorst, hagel. 6 *mm. ijs.*	12		10.17	2.20	0.500		0. 3		0.690	7.17	NW. WNW. W. WZW. Z.	0.8	1.6	De grootste declinatie werd waargenomen op den 6den ten 2 uur = 17° 10′ 10″ en de kleinste op den 28sten ten 8 uur = 15° 59′ 10″.
13	Digtbewolkt, buijig, regen, mistig, vochtig.	13		11. 7	6.42	0.406		0.22		0.932	8.73	Z. ZZW. ZtW. ZWtZ. ZtW.	4.8	0.6	
14	Digtbetrokken, mistig, vochtig, beneveld, sneeuw.	14	V.M. 10u. 4 m.	11.59	3.50	0.394		0.50		0.876	1.052	3.35	Zt0. 0. 0tN.	0.9	0.0
15	Digtbetrokken, natte sneeuw, regen, wind, koud.	15		12.51	4.25	0.198		1.17		1.150	1.102	7.12	0tN. 0. 0tN. NO. NOt0.	13.3	0.0
16	Digtbewolkt, winderig, koud, hagel, sneeuw, onstuimig.	16		13.43	5.30	0.141		1.27		1.126	1.488	13.12	NOt0. 0. 0Z0. 0tZ.	0.5	0.7	
17	Digtbewolkt, beneveld, vochtig, wind, regenbui.	17		14.33	9.14	0.024		1.44		1.514	1.055	4.43	0Z0. Zt0. Z0tZ. Z0.	11.3	0.2	
18	Digtbewolkt, beneveld, mooi, natte mist, stil.	18		15.21	9.45	0.038		2.30		1.170	1.260	0.72	Z0. 0Z0. 0. 0tN.	1.2	0.0	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 28sten des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 21′ 35.″62½.
19	Digtbetrokken. mistig, vochtig, koudweer.	19	Apogeum.	16. 6	10. 0	0.003		3. 0		1.422	1.147	3.80	0tN. 0. 0tZ.	0.0	0.2	
20	Dikke natte mist, koud, hagel en regen, digtbetrokken.	20		16.49	8.14		0.026	3.45		1.340	1.235	6.62	0tZ. 0Z0. 0tZ.	1.0	0.0	
21	Digtbetrokken, mistig, vochtig, regenbui, beneveld, mooi.	21		17.31	11.50	0.086		4. 8		1.195	0.852	3.55	0tZ. Z0. ZtW. ZW.	6.9	0.0	
22	Digtbetrokken, regenbui, dikke natte mist, winderig.	22	L.K. 14u. 31m.	18.12	9.45	0.012		5. 0		1.108	1.051	3.17	ZW. Z0. ZtW. Zt0.	1.1	0.0	
23	Bewolkt, mooiweer, helder, beneveld.	23	Z. Declinatie.	18 53	13. 8	0.306		5.40		1.100	0.558	5.07	Zt0. ZtW. Zt0. Z.	0.6	0.5	
24	Helder, ligtbewolkt, mooi, winderig.	24		19.37	11. 0	0.334		7.12		0.659	0.864	7.25	Z. Zt0. Z.	0.0	0.4	
25	Ligtbewolkt, winderig, regenbuijen.	25		20.24	0. 0		0.100	7.40		0.798	0.592	7.75	Zt0. Z. ZtW. ZZW.	0.0	0.7	
26	Helder, beneveld, winderig, mooiweer.	26		21.15	4.30	0.295		9.32		0.548	1.214	6.42	ZZW. ZWtZ. ZtW. Zt0.	0.5	0.7	
27	Helder, ligtbewolkt, starlicht, beneveld, mooi.	27		22.11	1.32		0.100	10.24		1.048	1.029	1.82	Z. Zt0. ZZ0. Zt0. ZZ0.	0.0	0.2	
28	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	28		23.13	6. 8	0.082		11.42		0.977	1.18	ZZ0. Z0. Z0tZ. Zt0.	0.0	0.3	
29	Ligtbewolkt; beneveld, mooiweer, vochtig, regen.	29	N.M. 18u. 56m.	»	3.24	0.373		0.36		0.780	0.868	1.17	Zt0. ZZ0. Z.	0.4	0.5	
30	Dikke natte mist, beneveld, regen, mooi.	0		0.18	3.52	0.233		1. 7		1.018	1.075	3.28	Z. Zt0. Z. ZZW. Z.	0.7	0.0	
31	Helder, ligtbewolkt, mooiweer, regenbuijig.	1	Perigeum.	1.23	3.42	0.216		1.36		1.090	1.088	10.00	Z. ZZ0. ZtW. ZWtZ.	1.0	0.2	
			Optelling			9.845	0.226		0.310	28.522				95.3	23.1	
						0.226				0.310						
						9.619				28.212						
			Gemiddeld			0.310				0.910						

BIJLAGE 8.

—

EEN OUD PLAN VOOR DOORGRAVING VAN HOLLAND OP ZIJN SMALST.

(Platen II en III.)

In D'oude Chronycke ende Historien van Hollant enz. van W. van Gouthoeven, genaamd de Divisie Chronyck (o. a. uitgegeven te 's Gravenhage, 1636). het XCIste Hoofdstuk der derde Divisie, komt een berigt voor luidende:

«Inden laere ons Heeren 860 doe openbaerde een wonderlick «teecken inden Hemel, want de sterren werden gesien van allen «wegen ende houcken tsamen te loopen, ende vierige stralen uyt «te geven; na welcke wonderlicke teeckenen ghevolcht zyn droevige «ende jammerlicke plagen, als groote ongetempertheyt inde «lucht, stadelijcke onverdraechlicke stormen der winden ende «vloeden, seer overgaende haer gewoonlicke Oeveren ofte ter«mijnen, in manieren van eender Diluvien of der vloeden ende «volle wateren; want den Rijn, die voormaels plach te vloeyen «door Wijck te Duersteden, Utrecht, Leyden ende Catwijck in «de Wester-Zee omme des grooten oplopinge ende overvloedicheyt «des zeewaters, recht als wylen eer de Iordaen, so is den Ryn «achterwaerts gekeert, als dat in Hollandt, Sticht ende de Betuwe, «de Menschen ende Beesten in groote menichte zijn verdroncken «ende gestorven; ende om de southeyt des waters, dat met ge«welt van Catwijcks opwaerts (overmits stormende vlagen der «winden) gedreven worden ende versoect zyn, ende bijna «tsamentlick nedergestort, dat alle die boomen, die huyden ten «dage van Leyden tot Nieumagen toe, in broeckige of in waterige «Steden opgegraven worden, kennelicken ghevonden worden alle «eenswechs mits den storme nedergeslagen. Waeromme de luyden «uyt Hollandt, uyt 't Sticht en in der Betuwe met eendrachtigen «Raede, opdat sy voort meer niet argers lijden en souden, «so hebben sy van Wijck te Duersteden, aen beyde sijden een «cleyn Beecke uyt den Rijn vloeyende, geheeten de Leck, met «eenen Dijcke beslagen ende gemaeckt, ende hebben also den «Rijn haeren vloedt ende loop na Utrecht benomen, ende loopt nu «na Vyanen ende Schoonhoven, ende voorts in de Maese en in de «Zee; ende als den Rijn aldus gestopt was, doe werden de Duynen «tot Catwijck weder heel ende schooten in een, soodat den Rijn «gantslijck by Catwijck ghestopt is, daer sy in de zee plach te «vloeyen. Ende den Burch van Brittannien of de Burch te Britten, «bleef buyten de Duynen ligghen in de zee verdroncken, daermen «noch 't Fondament of siet, alst laegh water is.» (*)

Door sommige oudheidkundigen wordt beweerd, dat het gezag dezer oude Chronycke op zeer zwakke gronden berust; op dit punt wordt echter de waarheid van het berigt zeer versterkt, door het werkelijk bestaan van de overblijfselen van den Brittenburch, waarvan men de afbeelding vindt bij Orlers beschrijving der stad Leyden, tegenover bl. 16 van den derden druk.

Sedert dit verzanden van den Rijnmond bij Katwijk is men in Rijnland steeds door wateropstopping geplaagd geweest, en heeft men al gedurig gepeinsd op middelen, om dit water weder te lozen, waarbij men wel in de eerste plaats aan de doorgraving te Katwijk heeft gedacht, maar tevens ook gezonnen heeft, op andere middelen, om dit water kwijt te worden.

Onder die middelen lag voor de hand eene vereeniging van het IJ met de Noordzee, ten einde het water uit de Haarlemmermeer en verdere boezemwateren van Rijnland meer zeker en te allen tijde te kunnen lozen.

Dat zulks dan ook bij dijkgraaf en hoogheemraden van Rijnland niet onopgemerkt is gebleven bewijst hunne resolutie van het jaar 1634:

«Op huijden den 24en April 1634 sijn in achtervolch van de Resolutie ende commissie bij Dijckgrave Hoogeheemraden ende Hooftingelanden op 't Raethuijs binnen der stede van Leijden op den 25en Februarij lestvoorleden genomen ende verleent, savonts int gemeenlantshuijs tot *Sparendam*, in Spaerwouder Ambacht, nae voorgaende beschrijvinge, gecompareert Joncheere Johan van Wassenaer, Heere van Duvenvoorde, Voorschoten, Starenburch etc. Jacob van Wassenaer, ende Duvenvoirde, Heere tot Warmont, Guislain van der Laen, Heere van Vuijterbuyrt ende Wilhelm Ruychaver Hoocheemraden van Rijnlant, Mr. Reynier van Persijn, Raedt ordinaris inden Hove van Hollant, van wege de Huijse van Wassenaer, ende Joncheer Aelbrecht van Wassenaer ende Duvenvoirde, Heere van Alckemade, Hooftingelanden desselffs lants, dewelcke sanderendaechs 's morgens met den wagen gereijst sijn den Sparendamschen dijck op, de Santpoorter ofte Brederodes laen langs, deur de Santpoort, ende *t' Ambacht van Velsen over seeckere duijnen tot inde Bresaep*, voorts de Bresaep deur, tot op het strang vande Noort See, alwaer bevonden werde, dat seeckere geul ofte water-relle gelegen was, daerdoor 't water vande landen inde Bresaep lopende ende affvloijende was, tusschen de duijnen deur, over 't voorsz. Strangh, tot inde Noort See, sijnde alle de voorsz. landen, clingen, ende geesten inde voorsz. Bresaep gelegen, meest deurgaens van eene eenparige ende middelbare hoochte, geen off weynich uijtsteeckende hoochte van clingen ofte santduijnen daerinne wesende, ende bijde Gecommitteerdens ondervraecht ende ondersocht sijnde, naerde gelegentheyt vande Ebbe ende vloet in de Noort Zee, ter voorsz. plaetse, is bij Mr. *Jan Pzn. Douw*, gesworen lantmr. van Rijnlant verclaert ende bij aenteyckeninge bethoont, dat hij *eenige jaren geleden*, ten versoucke van seeckere perticuliere persoonen, gepeylt ende gewaterpast hebbende t' water vande Noort Zee ter voorsz. plaetse, jegens tbinnewater van het ije, ofte wijckermeer, alsdoen bevonden hadde, datte Ebbe ende Vloet in de Noort Zee, ordinaris verscheelende was ses roede voeten, ende twater van het ije ofte Wijckermeer, in ebbe ende vloet niet meer en differeerde als anderhalve voet, sulex dat tverschil daervan was vijfftalve voeten, Item dat oock bij gissinge ende oochmerck bevonden werde, datte distantie uijtte voorsz. Noortzee, recht raijende deur de landen vande Bresaep ende vorder aengelegen landen uijtcomende tusschen het dorp van Velsen, ende de Beverwijck, tot inde Wijckermeer, groot ofte lanck te sijn, de nombre van XIIIc roeden, off daeromtrent ende dat sulex ter voorsz. plaetse bequame openinge, tot meerder waterloosinge voor Rijnlant, aldaer gemaeckt zoude cunnen werden, Soo is den voorn. Dou aengeseijt dat hij daervan een caertgen bewerpen ende tzelve beneffens sijne voorsz. gedane peijlinge, ende waterpassinge, metten eersten onder den secretaris van Rijnlant leveren soude, en sijn dienvolgende de Gecommiteerden daerop wederom des naer noens naer Sparendam vertrocken.» (*)

Wij zien hieruit dat de landmeter Dou eenige jaren geleden peilingen had gedaan, ten verzoeke van zekere particuliere personen. Wie die personen geweest zijn, is mij niet gebleken; maar wel dat reeds in 1629 deze doorgraving ernstig is ter sprake gekomen, zie het volgende «Provisioneel Verbael dienende tot bewijsreden van de bequaemste plaetse voor de waterlosinge van Rhijnlandt metten gevolge, Ao 1629.» (†)

«Dat Rijnlant een waterlosinge in de Noortzee nodich heeft, is soo openbaer dat alle de Ingelanden van dien, daerna wenschen ende verlangen,

Staet te aenmercken, op welcke plaetse, deselve waterlosinge, vande Landen van Rijnlant tot inde Noortzee, opt alder sekerste, ten meesten dienste ende voordeel, soo vant gemeene landt van Rijnlant, int particulier, als vant gansche lant van Hollt. int Generael, opt gevouchlijkst soude connen worden gemaeckt,

Daer worden voorgeslagen tottet selve twee plaetsen, de eene van den Rijn, tot Catwijck totte Noortzee, de ander tusschen de Santpoort ende Velsen, vant Tije aff door de brede Saep totte voorseyde Noortzee,

Indien dat de voorsz. uytlosinge gemaeckt worde tot Catwijck, zoo wert gesustineert dat Rijnlant sal hebben de cortste uytlosinge inde zee,

Daertegens staet te considereren, dat de Rijn ofte de Riviere genaemt de Rijn, niet alleen is de hooft Canael in Rijnlant, maer datte groote meer, met de gevolge, als alle cleyne meeren, poelen, wateren, dobbens ende swetten, in Rijnlant gelegen, het principael water in Rijnlant opnemen; Daerbij comende dat Rijnlant geen polder en is op hem selven besloten ofte bepoldert, maer dat het water van Amsterlant soo wijt ende verder als dat uytstreckt, mettet water van meer ander landen, gemeen leijt, mettet water van Rijnlant, soo compt hetselve in geen consideratie.

Daar beneffens soude ontstaen, int maken van waterlosinge tot Catwijck twee swaricheyden,

D'eerste, dat als 't Gadt ofte canael, ten dienste van de waterlosinge al gemaekt sal sijn, 'tselve niet sonder grote swaricheijt ende costen opengehouden zal connen werden, overmits aldaer geen genouchsame schuyringe ende openhoudinge vant selve Canael sal connen geschieden, om verscheyden redenen,

Ten anderen, omdat te beduchten is, midts de lage gront ende smalle duijnen aldaer, ende ander accidenten, het geheele werck soude mogen comen in te breken, door cracht ende storm vande Noortzee, tot onestimeerlijcke schade van 't geheele lant van Rijnlant metten gevolge. Immers dattet selve werck als een nieu honsbosch, met geduyrige grote costen, soude moeten onderhouden werden,

Maer de voorsz. waterlosinge te maken benoorden de Stadt Haerlem eerst met een Canael van de Noortzee door de Breesaep tottet Tije te graven, ende als dan vant selve canael, voorts tottet Sparen, omme alsoo vande groote meer, ende Spieringmeer soo door als buijten de Stadt Haerlem, tot int voorsz. gegraven Canael, ende volgens inde Noortzee, te losen, midts deselve canalen met sluijsen, openingen ende sluijtingen van dien te versien, na den eijsch vant werk, daerin zoude men seker gaen, ende de twee voorgemelde swaricheijden, die tot Catwijck geschapen sijn te rijsen, niet subject wesen,

Overmits dat alhier geene swaricheijt can vallen, int maken ende geduyrich openhouden vant canael, ofte de waterlosinge, noch geene apparentie is, tot eenige ruyne vant werck noch inundatie,

Om dies wille dattet canael, vant Tije totte Noortzee te maken, van wedersijden altijts can geschuyrt ende opengehouden worden, om de navolgende reden,

Aengesien dattet Canael, met beijden de eijnden, met een groot water sal sijn versien, ende dat deselve groote wateren soo van d'een als d'ander eijnde, doort selve canael haer schuyringe sullen hebben, soo salt selve daer door, tot allen tijden opengehouden worden, ende dienvolgens totte onverhinderde waterlosinge bequaem sijn, alsoo bij alle experienten bevonden werden, dat de canalen tusschen twee grootachtige wateren gelegen, alomme diep bevonden werden, te weten, veel dieper als de groote wateren selff, overmits het prangen van de grote wateren door enge canalen, behalven noch andere middelen, die tot sulcke schuyringe, midts de bequame gelegentheijt vande grote wateren, connen gebruijckt werden, hoewel deselve in desen onnodich souden sijn,

In dese gelegentheijt staet oock geen schade noch inundatie vande zee te verwachten,

Eerstelijck, omdat met goede vaste bondige reden, in dese gelegentheijt can bewesen worden, dat men soowel de waterlosinge, artifieuselijck (*) can verengen, verondiepen ende stoppen, als openhouden ende schuyringe geven,

Ten tweeden, datte gemeene landtgront vande Breesaep omtrent de waterlosinge hooger is als de gemeene vloed vande Noortzee,

Ten derden, omdat aldaer bequame duijnen ten wedersijden vande waterlosinge naer de zee sullen leggen, Insonderheijt aende zuijtsijde, jegens de noorde winden, alwaer sodanige brede ende bequame duijnen leggen, tot sodanige volle versekertheyt, als off Godt Almachtich, die na sijne Voorsienicheyt tot sodanigen werck opt gevouchlijckste hadde geleijt,

Eijntlijck sal uijt het maken van voorsz. waterlosinge tot dezer plaetse ontstaen de navolgende voordelen, tot welck de waterlosinge tot Catwijck te maken geen en connen geven, maer ter contrarie deselve voordeelen, eensdeels hinderlijck sijn,

Eerstelijck dat door de waterlosinge, door de breesaep te maken, alle plaetsen aen Rijnlant, ende aende wateren daermede gemeen leggende, hare verversinge ende schuyringe sullen behouden, niet vermindert, maer eer verbetert werden, daer ter contrarie eenige, door de losinge tot Catwijck, daervan souden versteecken sijn,

De stadt Amsterdam, sal met dit canael connen ontlast werden, van alle opwateren in Tije, overmits dattet water in Tije door dit canael doortocht sal mogen nemen, totte Noortzee,

Waerdoor dan mede, de Sparendamsche dijck metten gevolge,

(*) Aangehaald bij J. Orlers, *Beschrijvinge der Stadt Leyden*, 2de dr. 1641, blz. 13.

(*) Register der Resolutien van Dijkgraaf, Hoogheemraden en Hooftingelanden van Rijnland, Ao 1634, fol. 83 vo.

(†) Loquet no. 70, no. 1711. Rijnl. Oud archief.

(*) Lees: artificieuselijck.

midtsgaders de dijck van Noorthollant ter wedersijden van Tije sullen ontlast werden van alle aenpars, die doort opwater vant Tije mogen voorvallen,

Insgelijcx alle Ingezetenen van Rijnlant, metten gevolge midtsgaders de steden Haerlem ende Leijden, te minder met brackwater werden belast,

Alle het Noorderqtr. van Hollant, sal mede soowel als Rijnlant metten gevolge, door bequame middelen, haer waterlosinge door dit canael, door de Noortzee mogen nemen, tot grote dienste niet alleen van hare oude landen, maer insonderheijt mede voor haer alrede bedijckte meeren,

Gelijck mede de meeren, als noch te bedijcken, groot voordeel daeruijt mogen trecken, sonder swaricheit ende eenige ondienste met minder costen mogen bedijckt werden,

Eijntelijck, soude oock lichtelijck dwers door dit canael het water uijt Zuyt- in Noorthollant, en ter contrarie mogen gelaten werden tot dienst van degeene des van bederff hebbende, midtsgaders meer andere saken hier overgeslagen, die ten dienste vande Lande soude mogen strecken,

Conclusie.

«Aengesien dat de waterlosinge tot Catwijck te maken (om voorgaende reden) groot pericul van inundatie onderworpen is, ende naer alle apparentie geen lange jaren sal connen geduyren, daer ter contrarie de waterlosinge door de Breesaep, sonder perickel vast ende zeker sal gaen,

Dat te beduchten staet, dat de waterlosinge tot Catwijck gemaekt sijnde, sal comen te verstoppen, ende door geen genouchsame middelen sal connen geschuyrt en opengehouden werden, daer ter contrarie de waterlosinge door de Breesaep te maken, inde genouchsame schuyringe ende openhoudinge vast ende seker gaet.

Dat de waterlosinge vant Lant van Rijnlant met Amsterlant ende andere landen, in haer water gemeen leggende, in alle geval soowel door de waterlosinge vande Breesaep, als tot Catwijck can geschieden.

Dat de Stadt van Amsterdam mettet canael door de Breesaep connen ontlast werden, van alle opwateren in Tije,

Dat de dijcken van Zuyt- ende Noorthollant ten wedersijden van Tije, hierdoor sullen ontlast werden, van alle prangen ende gewelt van aenpars doort opwater in Thije,

Dat soowel Noort- als Zuythollant, door dit canael door de breesaep te maken, in hare waterlosinge sullen connen werden gedient,

Dat alle de Ingesetenen vant Landt van Rijnlant, metten gevolge, mitsgaders de steden Haerlem ende Leyden met minder brack water sullen werden belast,

Dat mede overt bedijcken van eenige noch onbedijckte meeren minder swaricheijt ende meerder voordeel en benefitie sal vallen,

Dat de schuyringe ende verversinge van water soowel binnen de stadt Haerlem, als Leyden sal blijven versekert,

Soo is vastelijcke te besluyten, dat de voorseijde waterlosinge, door de Breesaep tot Noortzee te maken, verre de dienstichste, nutste, nodichste ende sekerste is,

Te meer alsoo alle de jegenwoordige uijtwaterende sluijsen van Rijnlant ende andere, hierdoor in haer wesen sullen blijven, daar se naer alle apparentie door de waterlosinge tot Catwijck (Indien die effect conde crijgen ende behouden) soude comen te vervallen.»

Of dit provisioneel Verbael, door eenen Dijkgraaf, eenen Hoogheemraad, of door een ander is opgemaakt, is mij wederom niet gebleken.

Zeker is, dat dit Verbael zijne kennis put uit een ander nog vroeger stuk, dat echter ongedagteekend is, zijnde een: « Concept om Suit en Noorthollandt in waterlosinge te beneficeren, oock om Noorthollandt met versch water te ververschen.»

«Aengesien datte differentije vande Ebbe ende Vloet in de Noortzee ordinaris is verschillende zes roede voeten, ende int Tije niet meer als anderhalve voeten, de differentie daervan is dan vijffthalve voeten, ende is naer alle apperentie te besluijten datte vloet als deen helft als twe voeten en drije duijmen hoger gaet als int Tije ende mede de Ebbe gelijcke twe voeten ende drie duijmen lager, over sulcx soude water twe voeten en drie duijmen lager in de zee connen afgeloost werden alst jegenwoordich loost int Tije, om dan die vrucht daervan te becommen,

Men sal maken een canael tusschen de Santpoort ende Velsen vant Tije af totte Noortsee toe, wijt naer den eijsch, ende leggen aen elcx eijnde een sluijs met duijckers omt canael naer gelegentheijt te mogen openen en sluijten,

Daer naer sal men aen de sijde van Suijthollandt het Sparen ende andere canalen daeromtrendt sijnde, maecken ende leijden tot aent voorsz. canael, hetselve mede opt eijnde mett een sluijse ende duijckers versien om'tselve te mogen openen ende sluijten als voren.

Desgelijcx mede van Noorthollandt een canael ofte canalen te maecken tot int eerste nieuwe canael tzij dat ment selve make doort Tije ofte de Wijckermeer opt engste; aen wedersijden met dijcken beset, ofte bewesten het Tije ende de Wijckermeer omme, tot het canael toe naer de Schermer streckende, waervant beginsel hiernevens afgebeelt is. (*)

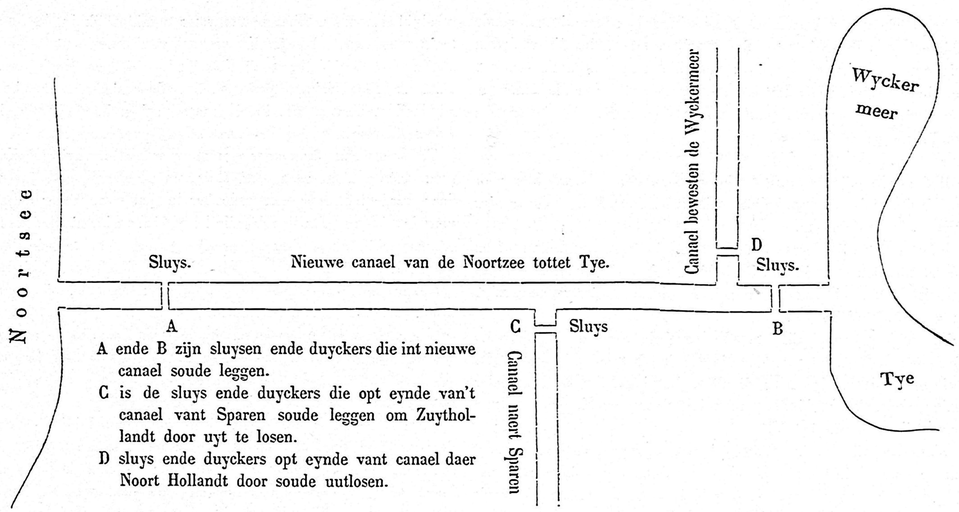
De practijcque ende 't gebruijck vant voorsz. canael sal sijn driederleij, eerst de waterlosinge van Suijt- ende Noorthollandt, ten tweeden omt water door Suijt in Noorthollandt te laten, ten derden de openhoudinge ende schuijringe vant canael, mitsgaders mede de stoppinge van dien om alle schruppelen wech te nemen.

Eerst vande waterlosinge.

«Om de waterlosinge in Suijthollandt bequamelijck te hebben men sal alle lage ebben van de zee de sluijs ende duijckers A aen de Noortzee gelijck mede aent canael, vant Sparen C ende later het water daerdoor alle lage ebben afloopen — soo lange daer geen beleth ofte verhinderinge en comt, 't water in de zee hooch werdende sullen de sluijsen door 't opcomende water connen gesloten werden.

Niet anders sal oock sijn de waterlosinge van Noorthollandt door het openen van de sluijsen A ende D, ten tijde als int Tije laech water is can oock den sluijs ende duijckers aen B geopent werden, gemerct de ebbe in de Noortzee soo langh niet en duirt als int Tije,

(*) Zie het *fac simile*, plaat II.



A ende B zijn sluysen ende duyckers die int nieuwe canael soude leggen.
C is de sluys ende duyckers die opt eynde van't canael vant Sparen soude leggen om Zuythollandt door uyt te losen.
D sluys ende duyckers opt eynde vant canael daer Noort Hollandt door soude uutlosen.

Beijde dese waterlosingen sullen veeltijts wel gelijck connen gaen gemerct het water in de zee lager sijnde als in de canalen daer Suijt ende Noorthollant door souden uijtlosen, zo sal d'een d'ander met water niet connen overvallen.

Om versch water door Suijthollandt in Noorthollandt te laten.

«Indien het water in Noorthollandt lager soude mogen sijn als in Suijthollandt so sal men eerst sluijten de sluijsen ende duijckers B. C. ende D. [ende laten 't water uijte noortzee comen door A int nieuwe canael totte hoogste ebbe toe] (*), omme het water int canael dat eenigsins brac achtich is door de sluijse ende duijckers A soo laech in de see laten aflopen als doenlijck is,

Daernaer sal men sluijten de sluijsen ende de duijckers A ende openen de sluijsen ende duijckers C ende D, so sal het hoger water van Suijthollandt vallen int canael tusschen de sluijsen A en B ende vervolgens door de sluijsen ende duijckers D in Noorthollandt.

Maer alst water heel laech in Suijthollandt is, men soude in soodanige gelegentheijt mogen het water van de vaert door Uijtrecht laten comen in Rhijnlandt, en soo vervolgens Noortwaert aen door Suijthollandt in Noorthollandt door de voorsz. canalen als voorschreven is.

Anders het water uijt Suijthollandt in Noorthollant te laten sonder het canael vant Tije totte Noortzee te maecken, men salt canael vant Sparen leijden tot aen de Slaper van Rhijnlandt gelijck mede het canael van de Schermer vervolgens, mede tot aen deselve Slaper, alsdan daerin een sluijs geleijt soo can men door deselve sluijse het water van het een quertier van hollandt int ander laten.

(*) Deze woorden zijn in 't handschrift uitgeschrapt.

Doch ware goet hiervan eens Inspectije te nemen ende waterpassinge te doen en daervan verbael te maecken opdat men mochte weten alle gelegentheijt ende met wat voordeel tot schuyringe ende verversinge van water door Suijt in Noorthollandt dese saeck soude connen geven, ende dat niet alleen in dese saecke maer mede bij tijden van oorlogen doort insteken van dijcken, etc.

Vande openhoudinge ende schuijringe vant nieuwe canael tuschen de Noortzee ende het Tije.

«Overmidts datte vloet uijte de zee zes voet boven de ebbe gaet men sal sluijten de sluijsen ende duijckersB. C. ende D, ende laten twater uijt de Noortzee comen door A int nieuwe canael totte hoochtste vloet toe; alsdan de sluijse ende duijckers A mede sluijten ende gesloten houden tot de laechste ebbe toe, alsdan deselve openen, so sal het water met cracht daeruyt vallende sodanige schuijringe geven in de mondt vant canael tot in de zee als begeert soude mogen werden, van gelijck de sluijse aen B alleen geopent sijnde sal het canael mette mont van dien tot int Tije toe gelijcke schuijringe hebben.

Bij gelegentheijt van bequame tijden mogen beijde de sluijsen ende duijckers C ende D gesloten sijn, A. ende B. opengestelt werden soo sal het canael tusschen de zee ende het Tije mede connen geschuijrt werden.

Omt nieuwe canael te stoppen.

«De bequame schuijringe van 't canael hiervoor verclaert verstaen hebbende mocht ijemant dencken dat die metter tijdt alte groot soude werden, sal daerom om alle schrupelen wech te nemen, hieraen wijsen hoe 't selve canael gestopt can werden, de manier is dusdanich :

de sluijsen ende duijckers B. C ende D. gesloten sijnde ende sluysen

ende duijckers aen A opengestelt, so sal daerdoor sooveel sandts ende andere uijt de zee int canael gebracht werden, dat die wederom sal comen te verstoppen gelijck men hiervan experijentie siet aen de cleijne canaeltgens omtrent de Breesaep aen zee die soms geopent sijnde al wederom comen toe te stoppen doordien datter geen schuijringe achter is.»

Het zoude mij in 't minst niet verwonderen, als wij hier voor ons hadden de oorspronkelijke peilingen, door Dou «*voor eenige jaren geleden*» gedaan.

Immers dat wij hier niet hebben het Caertgen dat Dijkgraaf en Hoogheemraden hem in 1634 «hebben gelast te bewerpen» blijkt daaruit dat deze laatste kaart in 't Archief van Rijnland aanwezig, en gedagteekend is. (*)

Zij wordt genoemd Chaerte ofte Ruygh bewerp, en is indedaad, ofschoon met meer zorg geteekend dan het schetsje (plaat II), veel minder uitvoerig, daar zij alleen het kanaal afbeeldt, zonder eenige sluis, of verbinding met het Sparen en de wateren van Noordholland boven het IJ.

Wanneer wij het plan, (plaat II), leggen naast eene kaart van de doorgraving van Holland op zijn Smalst, zoo als die in onzen tijd (1873) wordt uitgevoerd, dan blijkt ons, dat er een belangrijk verschil bestaat tusschen beide ontwerpen, in zooverre dat het oude plan het IJ in wezen liet, het nieuwere plan het IJ bij Schellingwoude heeft afgedamd.

Wanneer wij echter de ontworpen sluizen nagaan, dan komen hare ligging, en de redenen waarom zij gemaakt zijn, weder onderling vrij wel overeen.

Immers de Sluis A is volmaakt dezelfde, als welke thans in het kanaal aan zee ligt: de sluis B is dezelfde als de Oranjesluis bij Schellingwoude; de sluis C stelt voor de sluizen van Spaarndam, Halfweg en Amsterdam, de sluis D stelt voor de sluizen van Nauerna, Zaandam, de sluizen Willem I en Willem III.

Wat de uitwatering betreft valt op te merken, dat bij het oude plan het IJ een zeeboezem gebleven ware, aan eb en vloed onderhevig, waarop Rijnland, Amstelland en Schermerboezem steeds zouden hebben kunnen spuijen, terwijl de oudtijds voorgeslagen werken wel het IJ zouden hebben verligt, in zijne hooge waterstanden, maar het niet in het minste in zijne werking zouden hebben belemmerd; terwijl de nieuwe werken, het IJ afsluitende, eenen nieuwen tusschenboezem tusschen Zuiderzee en Noordzee hebben tot stand gebragt, die slechts met veel moeite en kosten in staat te maken zal zijn om al het overtollige water van Rijnland, Amstelland en Schermerboezem af te voeren; terwijl zoo men zulks van het nieuwe kanaal blijft verlangen, de scheepvaart noodzakelijk daarin, door de sterke strooming, zal bemoeijelijkt worden.

Of het oude plan zoowel op scheepvaart als op waterlozing berekend was, is mij nergens gebleken; eene eigenlijke haven aan zee is er niet op te zien; ofschoon het de opmerking niet mag ontglippen dat de sluis A niet aan zee, maar een eind wegs binnen de duinen is ontworpen, waar zij ook thans ligt, zoodat hierdoor althans eene soort van voorhaven is ontstaan, welke bij de sluis te Katwijk, die onmiddellijk aan zee ligt, geheel ontbreekt.

Dat men in ouden tijd in Rijnland wel bedacht was op de wenschelijkheid, om uit het binnenwater onmiddellijk in de Noordzee te kunnen varen, bewijst het verhaal van Orlers omtrent de daarstelling van het Mallegat bij Katwijk in 1572, waarbij hij vermeldt «dat er eene Schuyt gedreven is, door de twee Duyckers tot «inde Zee, diemen met kracht moest teghen houden, of sy hadde «door de kracht vande Zee terstont verlooren geweest.» (*)

Trouwens een der oudste plannen voor de doorgraving bij Katwijk (van 1629) toont eene open sluis, en de mond des Rijns wordt daar verdedigd door een zeebreker in den vorm eener delta, die voor het in- en uitzeilen bij allerlei winden veel aanlokkelijks heeft, en waarschijnlijk sterker zoude zijn geweest dan de beide hoofden die de Engelschen thans te Velsen hebben uitgebragt, en die bereids gebleken zijn, in hunnen tegenwoordigen toestand, niet tegen de kracht der zee bestand te wezen.

Wanneer wij verder letten op de jaren, waarin de eerste ontwerpen van waterlozing zoowel te Katwijk als aan de Breesaep in Rijnland zijn gemaakt, dan mag het onze aandacht niet ontglippen, dat zij vallen tusschen de jaren 1570 en 1634.

Deze jaren nu zijn de roemrijkste van den tachtigjarigen oorlog; de naam *Dou* doet ons denken aan zijnen naamgenoot den grooten schilder, den tijdgenoot van Rembrant: het zijn de jaren waarin Leeghwater in Noordholland meeren droogmaakte en het beroemde plan tot droogmaking van de Haarlemmermeer ontwierp.

Wie mogt betwijfelen dat het ontwerpen van dergelijke plannen juist in dezen tijd eigenaardige moeijelijkheden moet gehad hebben, bedenke dat het beleg van Leiden valt in 1574, en dat in een Recueil van 't gebesoigneerde omtrent Katwijks uitwatering bij Rijnland aanwezig, wel degelijk blijkt, dat men daarmede in dezen tijd zoude zijn voortgegaan, daar het hier heet:

«Ende voorts in corten tijt geheel ten effecte gebracht soude ge«weest sijn, in gevalle 'tselve door de oorlogen, ende Inlantsche «Beroerten nyet en waere verhindert geweest.

«Ende alhoewel de oorlogen naer 't verloop van eenige jaeren «in 't midden van den lande wat begonnen te cesseren, ende dat «sulx de noot wel vereijscht soude hebben, 't voorsz begonnen «werck wederom te hervatten,

«Zoo en heeft et nochtans nyet cunnen geschieden, doordyen «'t lant van Rijnlant te veele lasten ende oncosten te draeghen «hadde, mettet repareren van den Sparendamschen dijck, colck, «ende sluysen,

«Die staende de voorsz troebelen, zoo ontramponeert waeren «datte reparatie ende wederopregtinge van desen merkelijke sommen «was vereyschende.»

Dat in later tijden het maken van de uitwatering te Katwijk belet is geworden door tegenkanting der regeerders van Leiden en vooral van Haarlem, is mij gebleken uit de stukken over die uitwatering in Rijnlands archief aanwezig, en welke wel eene afzonderlijke behandeling en meer bekendheid zouden verdienen; het is mij *niet* gebleken, dat na het ontwerp van Dou de doorgraving van de Breesaep op nieuw bij Rijnland ter sprake is gekomen, vóórdat het tegenwoordig onderhanden ontwerp door de hooge regering aan Rijnland (in 1861/2) ten fine van berigt, consideratien en advies werd toegezonden.

Wat de personen betreft, die aan het onderzoek naar de uitwatering door de Breesaep hebben deelgenomen, het was eene commissie bij Dijkgraaf, Hoogheemraden en Hoofdingelanden benoemd te Leiden op 25 Februarij 1634.

Volgens bepaling der Staten van Holland van 1591 (*) waren toen Hoofdingelanden twee van wege de Staten van Holland voor het belang van gemeenelandsgoederen in Rijnland gelegen, een uit de Edelen van Holland voor de abdij van Rijnsburg en Leeuwenhorst; de heer van Wassenaer; de heer van Hazerswoude, nog vijf van de principale Edelen, in Rijnland ingeland wezende die men gewoon is te beschrijven; de stad Leiden, de stad Haarlem en de commandeur (van St. Jan) tot Haarlem, te zamen dertien Hoofdingelanden.

Volgens 't register van resolutien waren dan ook in de vergadering van 25 Februarij 1634 zestien personen aanwezig, met dien verstande dat voor Haarlem en Leyden opkwamen of twee burgemeesteren, of een burgemeester geassisteerd met den pensionaris. Ontbreekt een Hoofdingeland voor de abdij van Rijnsburg, welke trouwens volgens Orlers, na verwoest te zijn geworden in den oorlog, in 1612 was opgeruimd en gesloopt.

Zij was volgens den *Tegenwoordigen staat van alle volken*, ten behoeve der Ridderschap verbeurd verklaard, en voor hare regten kwam het oudste lid der Ridderschap op.

Wij lezen dat uitten Collegie van Hogeheemraden zijn gecommitteert die Heeren Dyckgraeve, Duvenvoirden, Warmont, Uytterbuyrt en Ruichaver, ende uitten Hooftingelanden, Persijn, Alckemade, Leyden ende Haerlem.

Nu hebben in deze vergadering de burgemeesteren van Leyden en Haerlem tegen de voorgeslagen maatregelen, ja zelfs tegen 't onderzoek, tot tweemalen toe geprotesteerd, en er is desalnietemin bij meerderheid van stemmen besloten, dat de commissie voort zoude blijven werken.

Wij vinden nu dat op de zamenkomst te Sparendam ontbreken de Dijkgraaf van der Bouckhorst, en, zooals te voorzien was, ook de hoofdingelanden uit Leiden en Haarlem; maar wij vinden aanwezig:

1. Johan van Wassenaer van Duvenvoorde enz.
2. Jacob van Wassenaer van Warmont . . } Hoogheemraden.
3. Guislain van der Laan van Vyterbuyrt . }
4. Willem Ruichhaver . . . . . }
5. Reynier van Perseyn Raad van Holland, van wege den huyse van Wassenaer.
6. Aelbrecht van Wassenaer van Alkemade.

Het kan onze opmerking niet ontsnappen dat alle deze personen in meerdere of mindere mate juist het huis *Wassenaer* en het huis *Duvenvoorde* vertegenwoordigden; terwijl de andere streken en ambachten van Rijnland ontbraken: welligt heeft men in 't benoemen der commissie, welke voornamelijk de uitwatering van Catwijck te onderzoeken had, het liefst gekozen de edelen, die daar in de buurt zetelden.

In de notulen van die tijden worden geene opgaven gedaan van de persoonlijke meeningen der leden van de commissie, van meerderheid of minderheid, tenzij een hunner uitdrukkelijk protesteerde.

Dit schijnt bij het onderzoek in de Bresaep geen plaats te hebben gevonden; in 't algemeen wordt vermeld dat men het opmaken van eene kaart, waarschijnlijk met algemeene stemmen, opdroeg aan Jan Pieterszoon Dou.

Deze Dou schijnt te zijn geweest de Ingenieur, de ziel van het gansche werk: het was duidelijk Dou, die het geheele plan verzonnen had: hij de gesworen landmeter van Rijnland had eenige jaren geleden ten verzoeke van particuliere personen gepeild en gewaterpast, aan hem wordt ook het onderzoek in de toekomst opgedragen.

Omtrent dezen Jan Pieterszoon Dou vind ik opgeteekend (*) dat hij heeft vertaald de werken van Euclides, over de meet' kunst (een werk, in deze eeuw merkwaardig als afkomstig van eenen landmeter, en dat zelfs nu nog in onzen tijd van zulk eenen man verwondering zoude baren). Wij vinden van hem vermeld een plan der stad Leiden (†), en eene oculaire inspectie van Grave en omstreken, ook van de geprojecteerde vaart uit de Peel. Dat onze Dou over Grave heeft geschreven, laat zich daaruit verklaren, dat de Leidsche schutters in zijnen tijd naar Grave zijn uitgetrokken geweest, waaromtrent men bij Kramm het leven van Geraert Dou, den beroemden schilder in olieverw, kan nazien.

Dat hij steeds nadacht over waterleidingen en hare rigting, blijkt alweder uit het ontwerp tot drooglegging van de Peel, waaraan ook eerst in den jongst verloopen tijd de hand geslagen is, maar dat even als «'t Canael door Breesaep» door Dou het eerst is ontworpen.

Het heeft mij dikwijls verwonderd, dat de ingenieurs van dien tijd zulke grootsche plannen als het onderhavige durfden te ontwerpen. Immers zoo wij in onzen tijd het kanaal langs Velsen hebben zien uitvoeren met behulp van stoom, toegepast op voertuigen, vaartuigen, baggerwerktuigen, het vervaardigen van kunststeen, het metselen, het uitpompen van grond en polderwater, het heijen van palen enz. enz., alle deze middelen waren aan de oude ingenieurs niet bekend, en toch aarzelden zij niet de ontwerpen te maken.

Misschien maakt iemand de tegenwerping, dat zij wel groote ontwerpen maakten, maar weinig ten uitvoer bragten; maar dit zoude ondankbaar zijn; vergeten wij niet dat wij aan hunne vlijt en kunde het geheele stelsel van zeedijken te danken hebben, dat nog op dit oogenblik Holland verdedigt, dat Leeghwater in Noordholland tallooze meren droogmaakte, en de polders in Zuidholland van tijd tot tijd door minder bekende ingenieurs drooggelegd (waaronder de Soetermeersche meer door onzen Dou), minstens 800 in getal zijn; de sluizen in de dijken, de trekvaarten en trekpaden, dat alles is opgerigt in een tijd toen de ingenieur niet veel anders dan schop en kruiwagen als werktuigen kon bezigen, terwijl hij dan nog dikwijls de schop tegen de piek of 't musket moest verwisselen om zich tegen den gehaten Spaanschen vijand te verdedigen.

Nergens vindt men bij Dou, bij Leeghwater of hunne tijdgenooten eenigen den minsten twijfel aan de mogelijkheid der uitvoering van hunne plannen; zij zouden welligt wat meer tijd hebben gebruikt, dan thans, doch zij zouden de werken tot stand hebben gebragt,

(*) Op verkleinde schaal medegedeeld op plaat III.

(*) *Beschrijvinge der Stadt Leyden*, 2e dr. 1612, blz. 15.

(*) Zie Gevers van Endegeest, *het Hoogheemraadschap van Rijnland*, I, fol. 225.

(*) Zie Chr. Kramm, *Levens en werken der Hollandsche en Vlaamsche Kunstschilders*, II, blz. 365.

(†) Te vinden in Orlers *Beschryvinge der Stadt Leyden*.

die zij voorsloegen, zoo slechts de regeerders hen daartoe hadden in staat gesteld.

Het was in de regerings-collegien, dat de wil, de kracht, maar vooral het verstand ontbraken, en ontzaggelijk veel tijd werd verknoeid met beuzelen.

Toen men in 1634 commissie benoemde, had men beraadslaagd van 1537 af, (blijkens het meergemelde Recueil).

In 1629 was geresolveerd « dat dijckgraef en Hoogheemraden al « sulcke middelen gelyeven souden te bedenken en by derhant te « nemen en in 't werck te stellen als tot vermijdinge en conservatie « van vorder afspoelinge derselver landen tot gemeene costen be- « vonden soude worden te behoren.

« Surcherende nyettemin d'selve besoingens tot dat de effecten van « de voorgenomen openinge van waterlosinge tot Cattwijck eerst « sullen wesen ondervonden. »

Dit surcheren heeft geduurd van 1629 tot 1804, toen eindelijk tot die uitwatering werd besloten.

Intusschen waren de studien van Dou omtrent de uitwatering aan de Breesaep zoodanig in 't vergeetboek geraakt, dat toen koning Willem I de vraag stelde, tijdens het ontwerpen van 't Noordhollandsch kanaal, of het niet beter ware het kanaal te maken door de Breesaep, de kamer van koophandel te Amsterdam, daaromtrent door den minister van binnenlandsche zaken geraadpleegd, in haar antwoord zich onthield, om die vraag te beantwoorden, als meenende dat die vraag niet ernstig gemeend konde zijn, en geen antwoord waardig was; terwijl later het werk, niet meer door Hollanders, maar door Engelschen ondernomen is, wier werken, hoe bewonderenswaardig ook, toch reeds nu gebleken zijn verre van volmaakt te wezen.

Moge het hier berigte leiden tot betere en meerdere studie van de werken van het voorgeslacht; immers, wanneer ook onze regeerders iets nieuws verzinnen, is het goed te weten wat de voorgangers over die zaak welligt hebben gedacht, al ware het slechts om de misslagen te vermijden, die zij misschien hebben begaan; in vele gevallen echter is het tegendeel waar; de mannen, die in het laatst der vijftiende en in het begin der zestiende eeuw den strijd tegen Spanje hebben gevoerd, meren en plassen hebben drooggelegd, dijken hebben daargesteld, die naar Oost-Indie en Nova-Zembla zijn gevaren, het stadhuis te Amsterdam hebben gebouwd, die vlootvoogden hadden als Tromp en de Ruyter, en veldheeren als Maurits en Fredrik Hendrik, zij hadden gedachten, plannen en opvatting, die wat helderheid, doelmatigheid en grootschheid betreft voor die van onzen tijd niet alleen niet behoeven onder te doen, maar de onze in breedte en ruimte van inzigten verre overtreffen en daarboven de voorkeur verdienen, zoodat zij als voorbeelden behooren te blijven strekken voor een nageslacht, dat naar vooruitgang wenscht te streven.

Haarlemmermeer, 21 Januarij 1873.

AMERSFOORDT.

BIJLAGE 9.

BIJDRAGEN TOT DE LEVENSBESCHRIJVING VAN JAN PIETERSZN. DOU, ZIJN ZOON JOHANNES, ZIJN KLEINZOON JAN JOHANNESZN., ALLE DRIE LANDMETERS VAN RIJNLAND.

Voorrede.

Toen ik in het Instituut van Ingenieurs mondeling verslag deed over het oude plan van doorgraving van Holland op zijn Smalst, vlocht ik daarin eenige bijzonderheden uit het leven van Jan Pieterszn. Dou, welke de aandacht trokken van verscheidene leden, die mij verzochten, ook die te boek te willen stellen, hetgeen ik sedert gedaan heb.

Bij het nazoeken bleek mij, dat vele schrijvers, die het leven van J. Pz. Dou behandeld hebben, herhaaldelijk den vader met den zoon en den kleinzoon, en de landmetersfamilie Dou met de familie van den schilder Gerart Dou hebben verwisseld.

Ten einde nu aan deze verwarring een einde te maken, zoo heb ik de bescheiden, door mij omtrent deze personen gevonden, in tijdrekenkundige orde bewerkt. Ik heb daarbij telkens vermeld de plaats, waar de bescheiden te vinden zijn.

Wat duister scheen heb ik trachten toe te lichten, waar dit wenschelijk scheen heb ik van de merkwaardigste stellingen en geschriften uittreksels gegeven.

Deze tijdrekenkundige volgorde geeft welligt niet den bevalligsten vorm, waarin de levensbeschrijving van verdienstelijke mannen kan gegoten worden. Zij heeft echter dit voor, dat vergissingen in persoonsnamen en jaartallen moeijelijker worden, en dat de latere onderzoeker gemakkelijker het ontbrekende kan aanvullen.

Immers het ligt voor de hand, te veronderstellen, dat er, van de hand dezer landmeters, vele kaarten en opstellen zullen bestaan, ook op plaatsen waartoe zich mijn onderzoek niet heeft uitgestrekt, en nu eenmaal de oplettendheid op hunne verdienste is gevestigd, zullen latere onderzoekers het door mij bijeengezochte meer volledig kunnen maken, hetgeen deze brave oude Hollanders wel schijnen te verdienen.

De opgaven die volgen zijn verkregen op het archief der stad Leiden, van jhr. W. I. C. Rammelman Elsevier, archivaris; op de bibliotheek der Leidsche hoogeschool van den heer dr. W. N. du Rieu, conservator; op 't gemeenelandshuis van Rijnland, van den heer C. H. Dee, beambte aldaar; op 't provinciaal archief van Noordholland van den heer C. Druyvesteyn, en anderen te hunner plaatse genoemd, aan alle welke heeren ik bij deze verzoek voor hunne heuschheid mijnen dank te mogen brengen.

Stamboom der familie Dou (*).

Pieter Arentsz Dou, kuiper.

gehuwd met Diewertje Hermans-dr. Volgens bevolkingsregister woonden zij 1581 te Leiden op den Ouden Rhijn, naast het Weeshuis, en hadden zeven kinderen.

1	2	3	4	5	6	7
Herman Pietersz. Dou, geb. 1569, wijnroeijer en *straatmeter* der stad Leiden 1601—1638, trouwt in Maart 1609 Hendrika Hendriks-dr. Vlietenthoren.	Arent Dou leefde in 1609.	JAN PIETERSZ DOU, geboren tusschen 1570 en 1574, *Landmeter* 1597; notaris 1618—1635 (Leiden). Een der veertig in Rade Leiden 1617, 1618. Trouwt 1°. 1598 Marijtje Louris van Segwaart. dº. 2°. 29 April 1607 Josina Philips dr. Sadelaer, geb. te Gent 1583 (uit eene graveursfamilie), zij sterft 20 Sept. 1624. Hij wordt 8 Augustus met een zijner zoons in de Pieterskerk te Leiden begraven.	Neeltje.	Geertje.	Katryna.	Marijtje, gehuwd met François Heusicq.

1	2	3	4
Philip Jansz Dou, geb. 10 Februarij 1609, passementmaker, tr. October 1634 Margriet Jacobs-dr. van der Weele. Hij sterft 1668.	Nathanaël Jansz Dou, trouwt Febr. 1635 Annetje Verbeecq.	JAN JANSZOON DOU, of Douw, geb. 1615. In 1634 student der wiskunde aan de Leidsche Academie, *Landmeter* van Rijnland 1635—1682, notaris 1637—1682, tr. 1°. Junij 1641 Eva Louis-dr. Sitteen. tr. 2°. April 1644 Catharina Thier. tr. 3°. Aaltje Besemer, wed. Joannes Thier. 1669. Begraven 28 Maart 1682 Pieterskerk.	Onmondige kinderen, genoemd in eene acte van 1635, doch onbekend.

1	2
Jan. In 1670 kwartiermeester in het 4e kwartier schutterij.	Catharina, geb. 1640, tr. Feb. 1660 Aelbert Steveninck. Zij sterft Januarij 1703. Hij sterft December 1707.

1	2	3	4
JOHANNES DOU, of DOUW, geb. 1642, *Landmeter van Rijnland* 1665. Opzigter van den Sparendamschen dijk en Kastelein op Swanenburg (onder Houtrijk en Polanen) 1669. Trouwt ..... Sterft op den huize Swanenburg 1690.	Dr. Florentius Douw, geb. 1647, studeert en promoveert in de medicijnen te Leiden 1670 (dissertatie: « de suppressione menstruorum »). Trouwt te Wassenaar 1675 Christina Schouten van Weesp. Aangesteld 1690 als kastelein op Swanenburg. Hij en zijne vrouw in 1703 aldaar kinderloos overleden. Hij is begraven in de Hooglandsche kerk te Leiden 1 Dec. 1703.	Alida Douw, trouwt Maart 1685 Pieter de Haes (wolscheerder.) Hunne kinderen zijn bij de Remonstranten gedoopt.	Pieter, adelborst schutterij 1670, sterft vóór 1683. Had toen een onmondig kind.

1	2
Margriet Douw, getrouwd met Mr. Daniel Basius, geb. te Rotterdam 1662, leefde nog in 1707.	Mr. Jacob Douw, geb. 1672, woonde in 1684 als student te Leiden bij zijnen oom Florentius. Advokaat te Leiden 1693. Tr. Sept. 1695 Sussanna Coone; die later hertrouwde met Laurens van Buren. Sterft 16 Aug. 1704.
	Jan Douw, geb. 1698, tr. Januarij 1723 Elisabeth van Hoogmade. Gestorven 1778.
	Mr. Jan Balthasar Douw, promoveerde in 1760 te Leiden, advokaat, raad en oud schepen van Leiden 1778.
	Eene dochter. Gehuwd met van der Sleiden.

(*) Opgemaakt door jhr. W. I. C. Rammelman Elsevier uit de verschillende bescheiden en acten, later in dit opstel opgenoemd. Aº 1873.



Indien de ziel verhuyst nae Pythagora'es gronden
In nieuwe lichaemen, wanneer sy wiert ontbonden,
Soo, ziet in 't beelt van Douw, die sich voor u vertoont,
Euclidis ziel verplant, die hier, doch beeter, woont.

Evert van Swynen Exc.

JAN PIETERSZOON DOU.

De bovenstaande houtsnede is eene kopij naar eene op koper gegraveerde plaat, in het bezit van dr. van der Willigen te Haarlem, vermeld *Navorscher*, blz. 46 van 1857. De plaat zelve is, naar gissing van den heer Philip van der Kellen, stempelsnijder te Utrecht, gegraveerd door Persyn; men meent dat daarvan een proefdruk heeft bestaan bij van Dam van Noordeloos, en indertijd verkocht is door van Engelen en Eeltjes, opvolgers van van Baalen te Rotterdam. De tegenwoordige kopij werd, op mijn verzoek, door Ed. Taurel (in 1873) te Amsterdam vervaardigd. Wie het vers gerijmd heeft, is mij onbekend gebleven.

Volgens opgaaf van jhr. Ramnelman Elzevier was het wapen van Jan Pietersz. Dou (Vroedschap 1617—1618) zooals het voorkomt in de wapenkaart van Rijckhuysen (alsmede van Jacob Balthasar Dou 1760) drie groene klaverbladen (?) op een veld van zilver.

Anno 1570—1574. Het juiste geboortejaar van Jan Pietersz. Dou is tot hiertoe onbekend gebleven. Geene acte is gevonden, waaruit zijn ouderdom volledig blijkt. De doopboeken van deze jaren worden te Leiden niet gevonden. Daar de stad in 1573—1574 door de Spanjaarden belegerd is, kunnen die medegenomen zijn, door de Roomsch Katholieke geestelijken, tijdens Duc d'Alba, toen zooals Orlers zegt «veele en verscheidene Kloosters en Kerken «afgeworpen en geruïneert wierden.»

De naam van J. Pz. Dou komt het eerst voor in de notulen der schutterij (dl. I, f°. 27) in 1592. Volgens Orlers bleef men in de schutterij van zijn 18de tot zijn 60ste jaar. Hij moet dus in of vóór 1574 (het jaar van 't beleg en ontzet der stad) geboren zijn.

A°. 1581. Bevolkings-register van September 1581, Leiden, Bon Burgsteeg, f°. 160. Oude Rhijn naast het (Gereformeerde) weeshuis, 1ste huis.

Pieter Adriaens; Cuyper. — Diewertje Harmansdr. zijn wijf, Harman, Arent, JAN, Neeltje, Geertgen, Katryna, Marytge, haerluyder kinderen.

A°. 1588. Chaerte van de Vennip (een schiereiland in Haarlemmermeer) door Symon Frans van Merwen, bestaande in zeven kaarten of deelen, gecopieerd door Jan Pietersz. Douw A°. 1607. Papier. (Archief Leiden.)

A°. 1589.

A°. 1590. Chaertboek van alle de landen op de Sleet gelegen (aan het IJ en het Haarlemmermeer, het gemeene land van Rijnland competeerende) gemeten door J. Pz. Dou, geassisteerd door Mr. Pieter Bruyns, gezworen landmeter. Hermeten in 1634 door J. Pz. Dou alleen. Papier. (Archief Rijnland.) Zie 1637, 1666, 1670, 1683.

A°. 1591.

A°. 1592. Notulen schutterij Archief Leiden dl. I, f°. 27, 31 December: «syn de personen onwillich geweest synde om de ronde «te doen, voor die van den Gerechte gehoort, en 't selve gedaen- «synde, by deselve gecorrigeert mitter Clocke» (d. i. van de pui van het Raethuys afgelezen) «als Claes Jansz. van Torenvliet, «*Jan Pieterzn. Dou*, als de meeste worden gebruyckt hebbende, «elx 4 Gulden.» De broeder van J. Pz. Dou, genaamd Herman Dou, trouwde in 1609 met Heintje *Vlietenthoren*, welligt een zuster van den onwilligen schutter; althans de namen hebben eenige overeenkomst.

A°. 1593. Tien Maart. Notulen schuttery, Archief Leiden, Dl. I, f. 28. «Jan Pietersz. Dou heeft by requeste versocht, ontslagen te «worden uyte wacht, vermits syn gebreck (indispositie) en *armoede*, «'t welck hem vooralsnog afgeslagen werden, 't welck gedaan «synde, hy noch versocht om te mogen waecken voor eenige «officiers, synen dienst versouckende: dat in advies gehouden is.»

Bevreemdend is hierbij, dat hij wel konde waken voor anderen tegen belooning, en niet voor zich zelven; (omtrent zijne armoede zie 1611.)

A°. 1584. (Bon register Leiden Burgsteeg f. 53. Archief Leiden). Pieter Adriaensz. Cuyper, de vader van Jan Pietersz. Dou koopt van het Gereformeerd Weeshuis een huis op den Ouden Rhijn, het 1ste huis naast dat weeshuis om *f* 1600 vrij. Dit huis werd A°. 1628 bij scheiding aanbedeeld Francoys Heusicq, als getrouwd hebbende Marytgen Pietersdochter eene der dochters van Pieter Aerntsz. Douw.

A°. 1595. (Archief Leiden.) Een register in 8vo. wegens de meeting van het Vroon A°. 1595. Dit zijn waarschijnlijk de veldaanteekeningen gemaakt door J. Pz. Dou, tot het ontwerpen eener groote kaart, van de visscherijen der stad. Zij leveren het bewijs hoe netjes, eenvoudig en naauwkeurig hij bij zijne opmetingen te werk ging. (Zie A°. 1624.)

In dit jaar was J. Pz. Dou rondassier bij de schutterij in het kwartier van Adriaan Pietersz. van der Werff. Aflezingsboek fo. 95, Archief Leiden.

A°. 1596.

A°. 1597. Jan Pieterszoon Dou wordt landmeter, hetgeen blijkt uit de opdragt van zijn Tractaet van Roeden aan Dijckgraef en Hoogheemraden van Rijnland, Delfland ende Schieland, geschreven 30 October 1629, waarin hij zegt: «dat hy jegenwoordigh *twee-* «*endertigh* Jaeren als gesworen Landmeeter, niet alleen in Rynland «en Delflandt ende Schielandt; maer mede door Zuydt ende Noort- «Hollandt, Zeelandt, Brabandt ende meer andere plaetsen, syne «Practycque heeft geëxerceert.»

A°. 1598. 14 Julij. Aangeteekend en gehuwd te Leiden:

Jan Pietersz. Dou, landmeter, jongman, van Leyden, vergeselschapt met Pieter Arentsz. Cuyper, (zijn vader) met:

Marytge Louris, jongedochter van Segwaert, vergeselschapt met Marytge Maertens, hare moey.

Thesauriers Rekening van Leiden. 20 Nov. 1598. Aan J. Pz. Dou, wijnroeyer 14 gl. 7 st. 8 p. die hy tot maken van verscheydene instrumenten, dienende tot wynroeijen voor deze stad verschoten heeft. 14 gl. 7 — 8.

A°. 1599. Op 18 en 19 Mei heeft Jan Pietersz. Dou, in tegenwoordigheid van *Jan van Hout*, secretaris van Leiden, gemeten de sluizen in den Spaarndamschen dijk, de wijdte van de bruggen in Haarlem, de wijdte van het Spaarne, de sluizen binnen Amsterdam, de Zijlbrug enz. De bewijzen zie Archief Rijnland, loket 70, n°. 1716.

Deze Jan van Hout verzamelde een Keurboek op de vervuiling der grachten van Leiden, in quarto formaat, op het Raadhuis gedrukt. Zie «Verhaal van de middelen tot verversching van het «water in de Grachten der stad Leyden, gedurende eene reeks van «bijna twee honderd en vijftig jaren, door S. van der Paauw, stads «Architect, Leyden by L. Herdingh en Zoon 1828,» bl. 16. De opmeting van de bruggen en sluizen van J. Pz. Dou zal met deze waterverversching in verband hebben gestaan; hij was met Jan van Hout bekend, en heeft hem zijne zes eerste boeken van Euclides opgedragen.

«Corte Onderrichtinge dienende tot het maecken van de reduc- «tien van de jaer-custingen tot gereede penningen, om dienvolgende «te eysschen en te ontfangen den veertichsten penning op alle «vercochte of vervreemde onroerende Goederen, volgende 't placaet «der Heeren Staten van den XXII Decembris vyftien honderd acht- «ennegentich.

«Gedrukt op 't Raedhuys der Stadt Leiden in den jare 1599.» Uitgegeven en onderteekend door J. van Hout, Secrataris, S. F. van Merwen (Mathes.) Ludolf van Collen (Matthes.) M. Minten (Schoolmeester) J. PIETERSZ. DOU gezworen wijnroeijer en landmeter.)

In deze Onderrigting wordt reeds van het *tientallig* stelsel gebruik gemaakt, en voorgesteld om het *Troysgewigt* in decimalen te verdeelen, enz.

Een exemplaar met aanteekeningen van J. van Hout is volgens berigt van den heer jhr. Rammelman Elzevier op het Leidsch Archief aanwezig. (Zie omtrent tiendeelige breuken A°. 1600.)

De stad Leiden had eene *eigene* drukkerij op het Raadhuis van A°. 1577 tot 1609, die door Jan van Hout bestuurd werd.

Thesauriersboek van Leiden. 3 April 1599. J. Pz. Dou landmeter en gezworen wijnroeyer dezer stede van een vierendeel jaers belooning hem by die van den gerechte op den 18 January ll. toegevoegd voor zyn moeite in het roeyen en pylen van alle de wijnen alhier binnen deser stede ingekomen en gesleten. 37 gl. 10.:

Hij ontving jaarlijks *f* 150.

A°. 1600. Jan Pietersz. Dou voleindt met J. Sems (landmeter in Vriesland) zijn boek «Practijck des Landmetens. Leerende alle rechte «ende cromsijdige Landen, Bosschen, Boomgaerden, ende ander «velden meten, soowel met behulp des Quadrants als sonder het- «selve. Midtsgaders alle Landen deelen in gheliicke ende onghelijcke «deelen op verscheyden manieren, met eenighe nieuwe ghecalcu- «leerde Tafelen, daertoe dienende. Van nieus ghecomponeert ende «in druck uyt ghegeven, door Iohan Sems geadmitteert Lantmeter «by den Hove van Vrieslant, ende Jan Pietersz. Dou, gheadmitteert «Lantmeter by den Hove van Hollant. Ghedruct tot Leyden by Jan «Bouwensz. A°. 1600 (4o.).»

Van dit werk was in 1873 een exemplaar op de bibliotheek der hoogeschool te Leiden (539 F. 24). Volgens opgave van ds. P. Leendertz. Wz., te Medemblik, bestaat daarvan eene tweede uitgave 8o., gedrukt te Amsterdam, zonder jaartal, op de stadsbibliotheek te Leeuwarden (bibliothekaris W. Eekhoff).

Het verdient de aandacht, dat in dit werk zeer uitvoerig wordt gehandeld over de tiendeelige breuken, die niet, zooals thans geschiedt, geschreven worden met de eenheden ter linkerhand, vervolgens eene comma en dan de tiendeelige deelen, b. v. 9,549, maar steeds $9\frac{549}{1000}$, hetgeen bij optrekken, aftrekken, vermenigvuldigen en deelen vrij omslagtig is.

Bij zijn «Tractraet van de Roeden» zullen wij later zien, welk meerder gebruik J. Pz. Dou van het tiendeelig stelsel maakte (zie op 't jaar 1629); hij zegt echter reeds in de voorrede «Tot de verstandighe Lesers:»

«Al waer int eerste (deel) verclaert wort de namen der maten, «sommige linien, ende Geometrische lijnen, voorts de spetien in «roeden, voeten, duymen ende mede van de thiende deelinge der «roede, als adderen, substraheren, multipliceren, divideren ende «radix quadrato (sic) te extraheeren; verclarende wijder met wat «gereetschap een Lantmeter behoort voorsien te wesen» enz. Hij eindigt met te zeggen:

«Neemt dit alles tē beste, beminde Leser, ende verwacht hier- «mede met ons 't gene Meester Ludolph van Ceulen, Meester Symon «Stevin, ende Meester Samuël Crop, Ingenieur van sijn Excellentie «van de Mathematische Consten (wil God) in 't licht sullen brengen. «Vaertwel.»

Met Syn Excellentie wordt bedoeld Prins Maurits, aan wien en aan de Staten van Holland het boek is opgedragen.

Bladz. 15 haalt hij aan «de thienden by den const-rijcken Meester «Symon Stevin beschreven, ende int licht gebracht, daer den «curieusen Leser 't selve in sijn Arithmetique int Franchois ofte «in Duytsch sal vinden. Volgt additie, substractie» enz.

Achter aan het werk komt een tweede deel:

«Van het gebruyck der Geometrijsche instrumenten, Leerende «alle onghenakelicke lengten, breeden, wyden, hoochten ende diepten, «met behulp van sommighe Geometrijsche instrumenten afmeten, «soowel sonder calculatie als met behulp derselvighen.

»Desghelijex Caerten maken, sowel van eenighe Lantschappen «met hare behoorlicke Steden, Dorpen, Casteelen ende Sloten als «van eenighe particuliere Velden, ende hoemen eene gantsche Pro- «vintie, midtsgaders de Middel-linie ende ommeloop des Aertbodems «sal afmeten, ende een Stadt, Stercte ofte Casteel inde gront legghen, «met meer andere constighe stucken der Geometrie belanghende.»

De titelplaat stelt landmeters voor in sierlijke (Spaansche?) kleeding. De plaat is gegraveerd, even als andere platen in 't boek voorkomende, »Coperstucken» genaamd; de ingevoegde geometrische figuren zijn houtsneden, waarschijnlijk door J. Pz. Dou zelven gegraveerd (zie voorrede Euclides).

A°. 1601. Herman Pietersz. Dou wordt te Leiden aangesteld als wijnroeijer en landmeter. (Zie 1635.)

Hij is gehuwd in Maart 1609, en zijne huwelijksche voorwaarden zijn op het Archief te Leiden te vinden. (Zie A°. 1592.)

Kaarten der landen onder Stompwijk en Voorschoten gemeten op verzoek van Nicolaas van der Wiel (Wielen) rentmeester der Universiteit, J. Pz. Douw, papier, 22 Junij 1601. Archief Leiden.

Kaart van de Landen van Luttike Geest, in de ambachte van Catwijck, op verzoek van Burgemeester van Leiden opgemaakt door Jan Pietersz. Dou 11 October 1601. Archief Leiden.

A°. 1602. Kaart der landen gelegen te Alphen, op verzoek van N. van der Wielen gemeten door Jan Pietersz. Dou 31 Oct. 1602. (Archief Leiden) met behulp van Harmen Pietersz. Dou en in kaart gebragt. Papier.

Thesauriers Rekening van Leiden. 31 Mei 1602. Aan Jan Pietersz. Dou 200 gl. in betalinge vande moeite en costen die hy gedaen en gedragen heeft volgens zeker contract en specificatie aande ordonnantie gehecht, zoo belangende 't maecken van twee *groote* Chaerten by Mr. Symon Frans van Merwen begonst, te weten, d'eerste van de metinge van de Meeren en des Stads Wateren en Vischeryen met de eilanden daerin gelegen, Ende de *tweede* van de Stadt met de omliggende landen tot *duisent* roeden rondsom met alle de canalen, wegen en waterlozingen, daerin comende, als oock de metinge van de wateren in 't Ambacht van Leyderdorp. 200 gl.

A°. 1603.

A°. 1604. In den Toeeygenbrief van de ses eerste Boucken van Euclides zegt Jan Pietersz. Dou, dat hij in dit jaar heeft gemaakt en uitgegeven zekere kaerte van de stad Leiden, met het voornaamste land des Heemraadschaps van Rijnland (welke kaart, tot hiertoe, echter nergens gevonden is).

In het stedelijk Archief te Leiden bestaan van J. Pz. Douw.

Grondkaart bon Maredorp, 30 Sept. 1604.

dito Catharina Gasthuis binnen Leiden, 18 Maart 1604.

dito St. Elisabeths Gasthuis, dito 1604.

1 Kaart van het Dol of Pesthuis binnen Leiden A°. 1604. . . . Archief Leiden, J. Pz. Dou.

Kaart der landen van de Universiteit gelegen in den Ambacht van Voorschoten door J. Pietersz. Dou, papier. Archief Leiden.

Thesauriers Rekening van Leiden. Aan J. Pz. Dou *f* 30.— wegens het meten en chartering van Stads Vestwal aan de Witte poort (daar waar de molea van Rembrant van Rijn gestaan heeft).

Jammer dat deze kaart gemist wordt!

A°. 1605. Kaart van den polder van Rijnenburch, papier, J. Pietersz. Dou, 24 October 1605. (Archief Leiden).

Kaart der landen van de Universiteit gelegen in Soeterwoude 17 November 1605. J. Pz. Dou, papier. Archief Leiden.

Kaart der landen van de Universiteit gelegen buiten de Koepoort aan de Vliet, papier. J. Pz. Dou, Archief Leiden.

A°. 1606. (19 Mei.) Op de Stads bibliotheek te Amsterdam bestaat een boek in klein 4°. (Wisk. II. Da n°. 20.) getiteld:

«De ses eerste Boucken *Euclidis*, van de beginselen ende fon-«damenten der Geometri. Waerby gevoecht sijn eenige nutticheden, «uyt deselve Boecken ghetrocken; Mitsgaders de Specien in Geome-«trische figuren, als 't maecken, veranderen, 't samenvougen, «aftrecken, vermenichvuldigen ende deelen.

«Overgheset, verclaert ende uytgheleyt, tot vorderinge ende «oeffeninge van alle leergierige liefhebbers derselver vryer Conste, «door Jan Pieterszoon Dov, der stadt Leyden Lantmeter ende «Wijnroeyer.» Tot Leyden voor Ian Iansz. Orlers, Boeckvercooper in den Duytschen Bybel, 1607.

In den toe-eygen-brief aen den Eerwaerdigen, Verstandigen Ian van Hovt, der stadt Leyden Secretaris, zegt de schrijver, onder meer:

«Dewijle nu onse neder-duytsche natie hun sonderlinghe in dese «heerlicke const (der Geometri) beginnen te oeffenen, ende be-«vinden dat tot deser tijt toe de boucken (Euclidis) niet in «neder-duytsch zijn uyt ghegaen, hebben eenighe (verstaen dat ick «de gront der propositien van de eerste ses boucken, so wel deur «de Fransoysche als Hoochduytsche exemplaren conde afnemen, «hoewel anders in die spraken onervaren) my ghesocht deur alle «middelen te beweghen om die in onse neder-duytsche spraeck «over te setten, ende tot haer gherijf te laten uytgaen.

«Maer alsoo my noch in verscher memorie was de groote moeyten «ende costen, die ick ghehadt hebbe, niet alleen int componeren «ende uytgheven der boucken van de Practijck des Lantmetens, «ende van het ghebruyck der Geometrische Instrumenten, door «my ende Meester Iohan Sems, des lantschaps van Vrieslants «Lantmeter ende Ingenieur, in den Iare sesthienhondert voleyndt, «maer oock in het maken, ende uytgheven van seeckere Caerte «vande stadt Leyden met het voornaemste lant des Heemraetschaps «van Rijnlant, inde Iare sesthienhondert en de vier volbracht, soo «hadde ick wel reden om hetselve achter-weghe te laten, doch deur «heftighe aenporringhe van verscheyden deser const-liefhebbers, voor-«namelic Frans Corneliszoon collecteur vant ordinaris waeck-ghelt «dezer stede, ende Meester Iohannes Vernave, ben ick veroorsaect «geworden om mijn overschietende tijt in 't oversetten der voor-«schreven ses boucken, ende 't snijden der figueren daertoe be-«hoorende, te besteden, ende deselve met een cort byvouchsel «(in welck ick de nutticheden van dien ettelicke maten aenge-«wesen hebbe) doen drucken: twelck van my te vlijtigher is «gheschiet, omdat ick bevinde dat onse voorschreven boucken «(daer Euclidis ses eerste boucken als een grontvest niet qualick «by voughen) in diversche Lantschappen met gheen cleyne danc-«baerheyt (achtervolghende verscheyden brieven aen my ghesonden) «zijn ontfanghen. —

«Dewijl my nu kennelick is, dat uE. een sonderlinghen lief-«hebber zijt van alle gheschicte ordeninghen ende beleydinghen, «die deur dese const, wetenschap niet weynich ontstaen, soo «hebbe ick mijn arbeyt in desen ghedaen, uE. willen toeschrijven, «biddende dat uE. believe tselve int goede te nemen, ende my «voor den Soilis beschermen. Vaertwel. In Leyden desen negen-«thienden Meye Anno sesthien-hondert ende ses. uE. dienstwilli-«ghen Ian Pieterszoon. Dou.»

Kaartboek van het Gereformeerd Weeshuis te Leiden. De meting van 1606; Onderteekening 23 Maart 1607. J. Pietersz. Dou, perkament. (In 1873 in 't Archief van dat Weeshuis.)

Nog aldaar: Tafel van Ambachten, Dorpen ofte Hooftvaerten onder welke de landen, den Heyligen Geest binnen Leyden In 't geheel ofte ten deel toecomende sorteren ende zijn gelegen; op het schutblad van papier geschreven met letter als voorgaande en uit denzelfden tijd afkomstig. Kaarten geteekend met kleuren op perkament, het boek bevat 110 folios; Folio 100 is van 1631, fol. 103 van 1623. J. Pz. Douw.

Folio 78. 1641 Jan Jansz. Dou.

Folio 105. 1673 gemeten 1671 Johannes Douw. (Zie dat jaar).

Dit kaartboek verdient vooral te worden nagezien om den fraai bewerkten titel, waarin J. Pz. Dou niet alleen rekenschap geeft van de wijze van meten door hem gevolgd, de personen die de aanwijzing deden, zoo als dikwijls voorkomt, maar ook nog wordt bijgevoegd:

«De meting en calculatie is also gedaen, dat ick deen maet en «calculati door d'ander geprobeert hebbe, en my daerdoor van de «waerheyt van dien genouchsaem hebbe connen versekeren, 't welck «mij goed gedocht heeft hier aen te roeren, op dat de regenten «nu ofte intyden ende anderen des aengaende hierop te beter «mochten vertrouwen» enz.

In het Archief van Rijnland bestaat het bewijs dat J. Pz. Dou de meting heeft gedaan van het ingenomen deel van Oegstgeest, bij de vergrooting van Leiden aan die zijde den 8sten October 1606. Zie ook 1611 en 1614. (Opgave van den heer C. H. Dee, ambtenaar aldaar.)

A°. 1607. Eene kaart van de Vennip door Symon Frans van Merwen in 1588 gemaakt en door J. Pz. Dou gecopieerd, bestaande in 7 kaarten of deelen (Archief Leiden.) Zie 1608 en 1588. Kaartboek J. Pz. Dou voor het Gereformeerd Weeshuis te Leiden gemaakt 1606, met verklaring van 1607. (perkament.) Archief Weeshuis Leiden.

Kaart van den grond vande huysinge en erve van Johan Laleyn gelegen te Leyden aan St. Pieterskerkhof, J. Pz. Dou, 16 January 1607, papier. Archief Leiden.

A°. 1607. J. Pietersz. Dou hertrouwt met Josina Philipsdochter Sadelaer, geb. te Gent 1583, dus omstreeks dertien jaren jonger dan hij. Omtrent den graveur van dien naam zie Kramm, in voce.

Thesauriersrekening Leiden. 11 Oct. 1607. Aan Mr. J. Pz. Dou, als getrouwd gebbende Josyna de Sadelaer, erfgename van zaliger Philips Sadelaer hun Vader van 2 achterstallige lijfrenten elk van 10 gl. 15 st. verschynende 8 Juny 1605, staande ten lyve van Josyne de Sadelaer en Abraham haar broeder, facit. 21 gl. 10 st.

A°. 1608. A. J. van der Aa, Biographisch Woordenboek der Nederlanden, Haarlem, van Brederode 1858, deel 3 in voce Dou (J. Pz.), noemt:

Kaart van de scheiding tusschen de Nassauer gronden en die van Cromstrijen, aan en op het Hollandsch diep 1608.

Jan Adriaensz. Leeghwater, van de Bedijking van de Beemster, (voorkomende achter eene uitgave van het Haarlemmermeerboek, in mijn bezit) uitgegeven hij Jan Graal in 1710, § 2, zegt: «De «namen van de vier principaelste landmeters, waren deze navol-«gende perzonen: (die de Beemster, allereerst de Ringdijk, daerna «de wegen en slooten, ende de Cavelinghen, met advys van de «E, Heeren Bedykers, geroit ende gestelt hebben: Mr. Lucas Jansz. «Sinck van Amsterdam; met Mr. Jan Pieterszn Dan (Dou?) van «Leiden, met Augustyn Bas van Alkmaar, ende Schout Reier «van Warmenhuizen.

In zijn Tractaet van de Roeden en Landmaeten (op het woord Rijperroede) zegt J. Pz. Dou:

«Voor in 't begin van de bedijckinge van de Beemster, in 't af-«meten van de Landen tot de Dijckagie, gebruyckte men in den «Rijp Hondtbosser maet. Daernaer hebben sy haer roede verandert «op de Schermerhoornsche; als voorsz. is. Dit werde ick eerst gewaer «doen de Beemster droogh geworden was, overmits ick aldaer ge-«meten hebbende restante stuckkens Landts, die buyten den Ryn-«sloot van de Beemster waren blijven leggen, ende by de Heeren «Dijckgrave ende Hooge Heemraden, by de roede verkoft. — «Schrijft my de E. Symon Pietersz. Secretaris van de Beemster, «dat de Koopers by mijn metinge de Landen niet en begeerden te «ontvangen, alsoo dezelve byna de helft te groot gemeten waren. «Ick antwoorde: de Landen gemeten te hebben met deselve mate «daer sy deselve by hadden verkoft, dat ik wel geruchten hadde «gehoort van veranderinge: maer dat het billick was met deselve «maet in te meten, daer men mede uytgemeten hadde.» Zie A°. 1609 en A°. 1624.

Kaertboeck van de Landen van Dirck Jansz van der Beeck, onder Soeterwoude, Katwijk en Valkenburg, door J. Pz. Dou. (Archief Rijnland, papier.)

Kaartboek van de landen van Jacobsz. van Assendelft onder Katwijk en Valkenburg, door J. Pzn. Dou. (Archief Rijnland, papier.)

Kaart van de scheiding van Hillegom ende Vennip, met de landen aldaer gelegen 10 Julij 1608 door J. Pz. Dou (Archief Leiden) perkament. Vergelijk deze kaart met die van de Vennip A°. 1607.

Kaart der landen van de Universiteit gelegen buiten de Rijnsburgerpoort door J. Pz. Dou. 17 Maart 1608. Archief Leiden.

A°. 1609. Kaart Landen tusschen Syllpoort en Marenpoort die tot Ramen (rekken voor lakenwevers, wolkammers enz.) gebruickt werden 18 April 1609 J. Pz. Dou. Archief Leiden, papier.

Kaartboek van alle landen het St. Catharina Gasthuis te Leiden competeerende, door Jan Pietersz. Dou, gezworen landmeter, get. 1609 op last der Regenten van het gasthuis gemeten, groot 250 bl. op perkament. (In 1873 voorhanden in het Archief van dit Gasthuis.) Zie A°. 1618, 1604.

Landen gemeten op verzoek van Nicolaas van der Wiell rentmeester der Universiteit te Leyerdorp aan de Cleyne Does door J. Pz. Douw, papier. (Archief Leiden.)

Landen of Uiterdijk gelegen in den Ambachte van Voorschoten 4 Maart 1609 papier. J. Pz. Dou (Archief Leiden.)

Tractaet van de Roeden, in de opdragt, verhaalt J. Pz. Dou dat in dit jaar, Prins Maurits, van hem heeft ontboden, door een expressen, eene juyste halve Rijnlandsche Roede, welke hy niet gesonden heeft, dan naer perfecte juystinge, op nieus voor 't Raethuys van Leyden, tusschen de ysere stylen aldaer.

Jammer dat die stylen bij eene latere verbouwing weggenomen zijn! J. Pz. Dou zegt verder ter aangehaalder plaatse: «Van gelyken «syn Vorstelyke Genade ontboden hebbende een halve Delflandtsche «Roede, ende daernaer my die beyde op syn Camer vertoont, «bevonde dat de Delflantsche halve Roede omtrent de dicte van een «gemunte halve Ryxdaelder korter was als de halve Rijnlandtsche

«Roede. Nog grooter differentie verklaerde my Mr. Pieter Jansz. «van den Houk, gesworen Landtmeter ende Pontgaerder tot Delf, «gesien te hebben tusschen de Schielandtsche ende Delflandtsche «roeden.» Zie Aº. 1624 en 1608.

Thesauriersrekening Leiden. 1 Sept. 1609. Aan Mr. Jan Pietersz. Dou voor zyne reis naar Rotterdam, Delfshaven en Schiedam. 23 gl. 11 st.

Aº. 1610. Grondkaart van de landerijen welke in de vierde vergrooting der stad Leyden (1610) zijn ingenomen, bevattende al datgene wat gelegen heeft tusschen den Rijn genaamd Galgenwater, de Turfmarkt, de Oude Vest, en het Water van de Heerengracht tot de Heerepoort enz. J. Pz. Dou. Archief Leiden.

Aº. 1611. Grondkaart van Leiden, gemeten door J. Pz. Dou. Archief der stad Leiden. Zie Orlers, beschrijving van Leiden, 3e druk bl. 30.

Grondteekening tot de vergrooting der stad Leiden, tusschen de Heeregracht en Oude Vest door J. Pz. Dou, 31 Januarij 1611 (Archief Leiden.)

Meting Landen onder Oestgeest, Rijnlands Oud Archief, Loquet 61 nº. 1590.

Landen van het Catharina Gasthuis gelegen tusschen de Steenstraat buiten de Morschpoort en Maredyk door J. Pz. Dou. (Archief Leiden.)

Jan Pietersz. Dou koopt in 1611 een huis, gelegen in de Nieuwstraat het zesde van den Burg (Nº. 12 nieuw nommer, thans bewoond door D. Schramp, winkelier 1873), waarin hij met een zijner zoons in 1635 is overleden. Hij was dus niet meer onvermogend, zooals hij in 1593, bij de Schutterij, had opgegeven (zie dat jaar en het jaar 1622). Welligt heeft zijn tweede huwelyk, met mejuffrouw Sadelaer, eene Belgische refugiée, hierop invloed gehad.

Aº. 1612. Platte Grond van Leiden uitgegeven door J. Pz. Dou. (Archief Leiden.)

Kaart van de Breedte der huizen en erven tusschen de Vliet en de Catharina Veststeeg 7 Aug. 1612. (Archief Leiden.)

Kaart der erven tusschen de Doelen en Vissteeg, de breedte der Vestwal en Vestsloot door J. Pz. Dou 1612. (Archief Leiden.)

Aº. 1613. Platte Grond van de Torensteeg aan weerskante van den Stadhuistoren, van J. Pzn. Dou. (Archief Leiden.)

Op den laatsten Maart, meting der Stad Leiden, op last van Borgermeestere (Zie Orlers, Beschr. Leyden, bl. 52.)

Thesauriersrekening Leiden, Mei 1613, vermeldt metingen van J. Pz. Dou van landen in Leyderdorp en het Ambacht van Soeterwoude.

Prins Maurits geeft ordre aan Jan Pietersz. Dou om in Cuyck, by de meting Rynlandsche maat te gebruiken (Zie Opdragt Tractaet Roeden en Landmaten 1629.)

Aº. 1614. Twee Grondkaarten der Stad Leiden, zijnde de *Vrijdom* buiten de Mare en Rijnsburgerpoort, door J. Pz. Dou (Archief Leiden) gegraveerd. Komen voor by Orlers 3e uitg., blz. 52.

Aº. 1615. Caert vande tuinen gelegen inde Vrijdommen van Leiden (papier) Archief Leiden. (zonder jaartal) J. Pz. Dou (?)

Aº. 1616.

Aº. 1617. C. W. Pape, bijdrage tot de Oudheidkennis van Noordbraband. (Zie Handelingen van het Noordbrabantsch Genootschap 1837, bl. 165) zegt:

«Reeds eenige jaren geleden had ik kennis gemaakt met den «heer d'Aumerie, schoolopziener in het 3e schooldistrict onzer «provincie (Noord-Braband) en onze ontmoeting gaf, onder andere «gesprekken, ook aanleiding om over de Peel (de Palus of het «Moerasland der Ouden) te spreeken. De heer d'Aumerie zeide «mij, dat er nog eene oude kaart van de Stad Grave bestond, «op welke ook de Peel voorkwam, en toen ik mijn verlangen be«tuigde om dezelve te zien, beloofde ZEd. mij, den bezitter der«zelve, den Heer Walter, Wethouder te Grave, deswege te «spreeken. Met de meeste voorkomenheid ontving mij de heer «Walter ten zijnen huize, en was terstond gereed mij de kaart «te toonen, die op perkament geteekend, zich nog in zeer goede «orde bevond. Ik deel bij deze het opschrift er van mede:

«Kaart van de Oculaire Inspectie van Grave en omstreken, ook «van de geprojecteerde vaart uit de Peel (in *1617* door Jan «Pieterszoon Dou) bij Jan van Call uurmaker en landmeter te «Nijmegen Aº. 1647 in Sept. en Dec.

«Het eigenlijke doel dezer kaart is, blijkens eene aanteekening «op dezelve geweest «om te zien of men eenen bequamen weg «mogt vinden, om uit zijner Hoogheids Peel, den turf op de Maas «door Schuiten te voeren.»

«Voor zoo ver mij bewust is, is het bestaan dezer kaart «onbekend Althans Paringet maakt er geene melding van, en «misschien is zij ook in zoo verre niet onbelangrijk, als op dezelve «de grensscheiding voorkomt der Peel, tusschen Ravestein en «het land van Cuyk, ten minste achtte de overledene Luitenant «Generaal de Man ze van genoegzaam gewigt, om dezelve, onder «vriendelijke vergunning van den eigenaar, voor het topographisch «bureau te doen copieeren.»

Eene andere kopie is voorhanden in de Leidsche Bibliotheek in Bodel's Apparaat van de kaartmakers en kaartgraveurs, in voce J. Pz. Dou.

Op 22 Julij 1617 werd Jan Pietersz. Dou lid der Vroedschap te Leiden. Afgegaan 13 October 1618; vijf dagen voor hij notaris werd. Zoude dit welligt om deze reden geweest zyn? Het zoude mogelijk kunnen zijn, doch hierbij dient in het oog gehouden, dat op dezen dag door zijne Prinselijke Excellentie Hoogl. Mem., om eenige gewichtige redenen, binnen Leyden de Vroedschappen en Veertigen veranderd zijn. Daar bij deze verandering juist de *Remonstranten* door Maurits werden afgezet, versterkt dit de gissing dat Jan Pietersz. Dou *Remonstrantsch* zal zijn geweest. (Zie Orlers Beschrijving Leiden, bl. 643, waar J. Pz. Dou onder de Vroedschap genoemd wordt en Wagenaar, Boek XXXIX, bl. 272). Welligt heeft hij ook nu, als in 1592 bij de schutterij, «de meeste woorden gebruikt» en heeft hij daarvan nog in 1623 de gevolgen ondervonden. (Zie de beide jaren.)

Kaart van de Landen der Heerlijkheid 't Sant, met de hooge jurisdictie in Oestgeest, door J. Pz. Dou 18 February 1617, perkament. (Archief Leiden.)

In 1617 was J. Pz. Dou adelborst onder de piekeniers der Leidsche Schutterij (Aflezingsboek fº. 319, Archief Leiden) toen de Schutterij op nieuw geregeld was ten opzigte der verzamelplaats of loopplaats der schutters in tijden van nood. Van eenen eed door hem als schutter of notaris gedaan blijkt in de registers van Leiden niets voor het jaar 1622. (Zie aldaar.)

Aº. 1618. Jan Pietersz. Dou verzoekt aan de Regering van Leiden om notaris te worden, en tevens zijn landmeterschap uit te oefenen. Toegestaan 18 October 1518. (Archief Leiden.) (Zie Aº. 1617.)

Er bestaat van hem slechts één notarieel protocol van 1618 tot 1635. (Gerechtsdagboek II, folio 245, Archief Leiden.)

Tafel Ambachten, dorpen, Hoofdvaarten, landen Heilige geest weeshuis. J. Pz. Dou, perkament, eindigende in 1618. Archief Gereformeerd Weeshuis Leiden.

Kaartboek landen St. Catharina Gasthuis. Jan Pietersz. Dou 1618 op perkament, groot 312 bl. (In 1873 in 't Archief van dat Gasthuis te Leiden.) Zie 1609, 1604.

Aº. 1619. Op den vijfden Januarij zijn ter Vergadering der Staten-Generaal verscheenen Mr. Simon Stevin, Willebrordus Snellius, Samuël Marlois en Mr. Jan Pietersz. Dou, en hebben aan haere H. Mog. by geschrifte gepresenteert haere verclaringen over het experiment van de Inventie van Jan Hendrichs Jarichs (ontvanger generaal van het collegie ter Admiraliteit tot Doccum) belangende het *passen op de zeecaerten* (elders genoemd *de Generale regel des gesichts des grooten seevaerts.*) Deze vier personen waren door de Staten Generaal gecommitteerd om de inventie van Jarichs te onderzoeken.

Snellius, Marlois en Dou hadden ieder acht dagen gevaceerd, en ontvingen daarvoor te zamen 165 gl. 1 stuiver.

(Zie Dodt van Flensburg, Archief voor Wereldl. en Kerkel. Geschiedenis, 7de deel fol. 19 enz.)

Aº. 1620. Elisabeth Gasthuis. Een folio register op perkament, bevattende de landen, die aan het Gasthuis toebehooren, door J. Pz. Dou in dit jaar fraai geteekend (met verzamelkaarten) folio. (Archief Leiden.) perkament.

Eene kleinere kopy van hetzelfde register, geteekend door zijnen zoon Jan Janszoon Dou 1655—6—22. (Archief Leiden.) perkament.

Jammer en vreemd is het, dat uit beide exemplaren zijn weggescheurd de eerste kaarten van landen onder Leyderdorp gelegen; welligt met een of ander misdadig doel?

Zoowel op de Bibliotheek als hier treffen wij meermalen van dezelfde kaarten twee exemplaren aan, een in groot, een in klein formaat. Het is mogelijk dat deze vervaardigd zijn tegen onverhoopt verlies, en om het kleinere formaat bij inspectiën enz. in het veld te kunnen medenemen.

Het verscheuren schijnt, behalve in 't Elisabeth Gasthuis, ook elders te hebben plaats gevonden, want vooral onder de kaarten op de Leidsche Bibliotheek voorhanden, dragen vele perkamenten de blijken vroeger ingebonden te zijn geweest, en tot verzamelingen te hebben behoord. (Zie 't volgende jaar.)

Aº. 1621. Kaart van Landen onder Soeterwouw (perkament), uit een boek genomen, gemerkt XXVI (Leidsche Bibliotheek) J. Pz. Dou, *zonder jaartal.*

Kaart van een stuk Lands onder Soeterwouw, aenkomende de drie hoofdkerken tot Leyden (perkament) zonder jaartal, gemerkt XXX (Leidsche Bibliotheek) J. Pz. Douw.

Aº. 1622. Van dit jaar af betaalde Jan Pieterszn. Dou jaarlijks vijftig gulden in de 200sten penning; hij moet dus toen niet onbemiddeld zijn geweest. (Archief Leiden.)

In dit jaar trok de Leidsche schutterij uit naar Grave: het blijkt niet dat J. Pz. Dou haar vergezeld heeft, ofschoon hij in 1617 (zie dat jaar) voor Prins Maurits de kaart van Grave had geteekend. Wel is een lid van de familie van den schilder Gerart Dou onder de uittrekkende schutters geweest. (Zie de *Levens en werken der Hollandsche en Vlaamsche kunstschilders* van Chr. Kramm.) De onderstelling van dezen, dat J. Pz. Dou een oom van Gerart Dou zoude kunnen geweest zijn, hetwelk hij uit naam, plaats en tijd van inwoning gereedelijk opmaakt, wordt door niets bevestigd. Integendeel de familie van J. Pz. Dou was uit Leiden, die van Gerart Dou uit Harlingen afkomstig; zij hadden te Leiden andere woningen; van de Leidsche familie waren velen Remonstrantsch gezind, van de Vriesche waren velen Mennonieten, hetgeen kan worden opgemaakt uit de plaats waar hun huwelijk werd gesloten, niet in de kerk, maar ten raadhuize, en uit het gaan van drie geboden. (Zie Aº. 1641). Nergens vergezelt Gerart Dou de leden der andere familie bij hun huwelijk, waartoe men hem, den aanzienlijken beroemden schilder, ware hij van de familie geweest, alligt zoude genoodigd hebben.)

Het portret van J. Pz. Dou draagt (volgens den heer Taurel) geene kenmerken, dat het naar een schilderij van Gerart Dou zoude kunnen gegraveerd zijn.

Het zoude te wenschen zijn, dat het oorspronkelijk schilderstuk (even als dat van Sweelinck) werde teruggevonden: het schijnt wenschelijk de aandacht van kunstliefhebbers hierop te vestigen; uit de gravure blijkt met zekerheid dat het door een flink meester uit den besten tijd van den bloei der Nederlandsche schilderkunst moet geschilderd zijn.

In het Register Burgemeester en Gerechtsdagboek van publieke saken (Leidsch Archief) wordt eed gedaan door vele personen, onder anderen notarissen; doch Dou komt er niet in voor, tot in het jaar 1622, op 22 Augustus, toen hij met eenige anderen den eed deed volgens plakaet der Staten Generaal van 15 Augustus 1622.

Kaart van eenige landen van het Huiszittenhuis buiten de Witte poort, 2 Aug. 1622, door J. Pz. Dou (Archief Leiden). Zie 1628, 1664.

Aº. 1623. Kaart Hemmeer. J. Pz. Dou 13 Februarij (Archief Leiden.)

Bij vele kaarten kan men opmerken, dat zij inden *winter* zijn gemaakt, waardoor de meting over 't ijs mogelijk is geweest, hetgeen bij meren en wateren zeer zeker de voorkeur verdient.

Kaart van het Zweyland, de Kever ende Eymerpoel, met de wijze van bedijking, ten verzoeke van de huiszitten meesteren begonnen 18 December 1622 (dus in den winter) voleindigd 4 Aug. 1623 door J. Pietersz. Dou (Archief Leiden.)

Kaart Braassemmeer ende wijze van bedijking (24 December 1622 — 1 Augustus 1623, door J. Pz. Dou (Archief Leiden.) Daar dit meer nog altijd vol water is, zoude welligt nog heden ten dage het plan van onzen J. Pz. Dou kunnen worden uitgevoerd, even als zulks te Velsen en aan de Peel gedaan wordt. (Zie 1647.)

Jan Pieterzn. Dou werd in 1623, op vermoeden dat hij medepligtig was aan den beraamden moord van Prins Maurits, gevat, en in hechtenis gebragt, doch onschuldig bevonden zijnde, na eenige dagen onder borgtogt ontslagen (zie G. Brandt, *Historie der Reformatie*, IV, blz. 953, 954; J. Wagenaar, *Vaderlandsche Historie*, X, blz. 464).

Bij Brandt leest men daaromtrent het volgende:

«Te Leyden was ook veel te doen over 't stuk der Conspiratie.

Paulus Stochius voor desen Vroedtschap der Stadt en Secretaris der Weeskamer, maar van beide die ampten verlaten, wierdt den veertienden van Februarius des avondts ontrent ten vijf uuren, met Gulielmus Coddæus, geweesen Professor in de Hebreeusche taele, in de Boekwinkel van Govert Basson door den Schout Mr. Willem de Bont in hechtenis genomen. Dan Coddæus heeft men korts daer na weêr ontslagen. Dien selven avondt ontrent half negen uuren wierdt ook de Landtmeter Jan Pieterszoon Dou door de Schouten uit sijn huis gehaelt en in de gijselkaemer gebracht. Daer op heeft men terstondt Stochius scherpelijk over de Conspiratie ondervraeght van tien uuren af tot middernaght, en Dou, van twaelf uuren inden morgenstondt. Maer sy bleven bestendig by 't betuigen hunner onnooselheit en onschuldt. Sy waeren den sesten van Februarius beide te Soetermeer geweest om eenig veenlandt te koopen, daer sich toen ook de verkoopers lieten vinden, maer nadien de Conspiratie op dienselven dagh in den Haghe wierdt ontdekt, en dat die verkoopers aen dat werk vast of verdacht sijnde gevangen wierden, of sich verschuilden, viel daer over ook nadenken op Stochius en Dou, en men wilde weete wat gesprek se te dien dage te Soetermeer met die luiden hadden gehouden· Doch men hadt daer niet dan van landtkoop en van geen Conspiratie gesproken. Als men dan geen blijk van schijn noch schuld kon vinden, liet men Dou sonder hem verder te hooren of t' ondervraegen noch negentien dagen sitten tot den vijfden van Maert, toen wierdt hij, onder belofte van ter vermaening der Heeren weêr in recht te sullen verschijnen, onder borghtocht van tweeduizent gulden, ontslaegen. Daer 't bij bleef.» Uit dit alles schijnt intusschen wel af te leiden, dat hij tot de Remonstranten behoorde.

A°. 1624. Landen onder Oestgeest, op verzoek van Jhr. Francois van der Does gemeten door Jan Pz. Dou (A°. 1624) Archief Leiden. (Zie A°. 1626, 1633, 1658.)

Jan Pz. Dou «confereert op de Bedyckinge van de Wormer met «Mr. Reyer Cornelisz., Secretaris van Geestmer Ambagt ende Land-«meter, omtrent de Rhynlandtsche en Hondtbosscher Roede, en «vindt dat thien Rhynlandtsche Roeden even juyst soo lanck waren «als elf Hondtbosscher Roeden.... gelyck deselve proportie van «ouden tyden als voor hondert jaren bekent is geweest: sulx (zegt «hij) dat ik jegenwoordigh naer alle apparentie vastelick besluyte, «datter geen veranderinge in de Rynlandtsche Roede is voorgevallen». Tractaet van de Roeden en Landtmaten, Opdragt bl. 2 en verder aldaar op het woord «Rijperroede». Zie A°. 1608 en 1609.

Kaart Cleypolder te Sassenheim, behorende aan den heer van Wassenaer, van J. Pz. Dou. 1624. (Archief Leiden.)

Kaart van de Vroonwateren, 1624, door J. Pz. Dou, gecopieerd door Jan de Smet 1688. (Archief Leiden.) (Zie A°. 1595.)

Kaart van het Vroon geteekend in 1743 door Melchior Bolstra naar de kaart A°. 1624 van J. Pz. Dou. (Archief Leiden.)

Kaart Lisserpolder (gegraveerd) in 1624 uitgegeven door J. Pz. Dou. (Leidsche Bibliotheek.)

Hooftcaert van Lisse met de Nerckelanden, zonder jaartal, perkament, door J. Pz. Dou. (Leidsche Bibliotheek.)

Kaart van de Haarlemmermeer door J. Pzn. Douw 1624 met aanwijzing waar de verpachtingen van het Vroon plaats hadden. (Archief Leiden.) (Zie boven en ook A°. 1595 en 1641.)

A°. 1625. Kaartboek van de landen toebehoord hebbende aan de voormalige abdij van Leeuwenhorst gelegen in Rijnland (zie Inventaris Rijks Archief), door J. Pz. Dou (zie A°. 1631).

A°. 1626. Verbael van de uiterste limiten en landscheiding van Oostgeest 7 November 1626 door J. Pz. Dou. (Archief Leiden.) (Zie A°. 1624, 1633, 1658.)

Ontwerp bepoldering landen Soetermeersche meer, ten versoucke van requiranten, volgens gedane aenwijsinge van Opposanten, 23 Martii 1626 J. Pz. Dou (perkament). Oud Archief Rijnland (zie 't volgend jaar, en A°. 1635.)

A°. 1627. Kaart van Soetermeer, Segwaert en Stompwyck, zooals bij de H, H. Heemraden van Rijnland geordineert is, dat in eene polder soude werden besloten, op den 2en Julij 1627, dato 19 Junij 1633. J. Pz. Dou, perkament. (Archief Leiden.)

Kaartboek van landen in Amstelland en Rijnland (begin 1627 einde 1633) voor den heer Isaäc van Gerwen, door J. Pz. Dou, perkament. (Leidsche Bibliotheek uit het legaat Bodel Nijenhuis.)

Deze kaarten geven eene voortreffelijke gelegenheid om het werk van J. Pz. Dou te vergelijken met dat van andere landmeters uit zijnen tijd. Zijn schoon vast schrift, zijne juiste lijnen, fraai opgebragte tot op heden goed standhoudende kleuren, de keus van het perkament, ja het geheele voorkomen zijner kaarten, toonen hoeverre hij zijne kunstgenooten in alle bijzonderheden zijner kunst vooruit was.

Kaart van Schagen, Barsingerhorn, Haringhuysen, Colhorn en Burghoorn, 17 Mei 1627 op last van Albrecht Heer van Schagen met de partijen van landen aan dezelve heerlijkheden behorende, daarin afgebeeld, welke kaart nog lang op het Schagerslot is bewaard geworden. Zie Dirk van Schorel, *Chronijk van Schagen*, bl. 48 en Aanteekeningen Bodel Nijenhuis. (Leidsche Bibliotheek.)

Kaart van twee stukken lands gelegen in Voorschoten, toebehorende de Universiteit van Leiden door J. Pz. Dou A°. 1627. (Archief Leiden.) (Zie A°. 1645.)

A°. 1628. Concept om Suyt- en Noort-Holland door een kanaal aan de Breesaep water te doen lozen. (Rijnlands Oud Archief Loquet 70 n°. 1722.) Afgedrukt in mijne Verhandeling over dit onderwerp in Bijlage 8 hiervoor.

Aan Jan Pieterszoon Dou werd in 1628 door de Regering van Leiden de last opgedragen om (nopens de verversching van water in de stads grachten) eene en andere onderzoekingen te doen, en nieuwe middelen voor te slaan, ten einde nadeelige gevolgen van de bepoldering der Soetermeersche Meer zoo mogelijk te verdrijven (zie A°. 1626/7) en dat gedeelte der stad, hetwelk het meeste hinder leed, behoorlijk te ververschen. (Zie van der Pauw, Waterverversching Leiden. fo. 50.)

Kaertboek van de eigendommen van de Kerk van Noorden van J. Pz. Dou, 1628, perkament. (Rijnlands Archief.)

Kaarten Landerijen Huiszittenhuis in Warmont. Een zonder jaartal doch vóór 1628. Een van hetzelfde stuk land (kleiner) 5 Mei 1628, dezelfde kaart grooter 5 Mei 1629, perkament, Jan Pietersz. Dou. Leidsche Bibliotheek, aangekocht uit de nalatenschap van Luzac. (Zie 1622, 1664.)

Nog eene vierde kaart van dezelfde afkomst, zonder jaartal, doch blijkbaar vóór de laatste vergrooting van Leiden, door J. Pz. Dou. (Leidsche Bibliotheek.)

In het Archief van het Huiszittenhuis te Leiden waren in 1873 voorhanden:

Een kwarto boek, op perkament, bevattende de landen aan het Huiszittenhuis behorende, met kaarten van 18 April 1618, 12 Januarij 1619, 21 Julij 1623, 12 Aug. 1627 van Jan Pietersz. Dou. (Zie 1664.)

Het groote kaartboek was toen verdwenen; waarschijnlijk zijn de kaarten ter Leidsche Bibliotheek overblijfselen daarvan.

Kaart van eene partij landen van de Abdij van Rijnsburg gelegen aan de Crostsloot te Rijnsburg, perkament, J. Pietersz. Dou 8 April 1628. (Archief Leiden.) Zie 1633, 1635, 1644.

A°. 1629. Jan Pietersz. Dou voldoet op 18 Julij 1629 aan den last hem in 1628 gegeven, door het inleveren aan de Regering van Leiden van «een ruig bewerp» tot het plaatsen van keerschutten met wachtdeuren en windwatermolens met breede schepraden.» (Zie van der Pauw, Waterverversching Leiden.)

In 1629 vervaardigde iemand in Rijnland (waarschijnlijk J. Pz. Dou) het Provisioneel Verbaal doorgraving Breesaep. (Oud Archief.) Zie boven.

Op den 30sten October 1629 draagt J. Pz. Dou zijn tractaat van Roeden aan Dijkgraaf en Hoogheemraden van Rijnland op.

In de boekerij van den hoogleeraar Fruin te Leiden bestaat daarvan een afdruk getiteld:

«Tractaet van de Roeden en Landmaten, door Hollandt, Zee-«landt ende andere daer ontrent leggende plaetsen gebruyckt: «De selve by Roeden-lengte, Roeden quadraet, ende Morgens, elcx «in hare rechte proportie, jegens den anderen gecalculeert. Door «Jan Pietersz. Dou, in syn leven Landtmeter tot Leyden. Midtsgaders «het Tractaetje van de Landtmaten, gemaeckt door C. Fr. Evers-«dyk, Reekenmr. 's Landts en Graeflyckheyt van Zeelandt. Van «nieuws gedruckt en met eenige dingen ter saken dienende ver-«meerdert. Door M. van Nispen, Geadmitteert Landtmeter Tot «Dordrecht. Voor Mattheus van Nispen, Boeckverkooper in de «Wijnstraet, by de Nieuwebrug, in de Sonnewyser 1664. Gedruckt «by Nicolaes de Vries, wonende in de Nieuwstraet, by 't Latynsche «School. Anno 1665. (Dus gedrukt een jaar nadat het boek is uitgegeven!)

Omtrent het tiendeelig stelsel zegt J. Pz. Dou, in de Ordre van de Beschryvinge deses Tractaets:

«Aangaende de Roeden van de Landen, Steden en Piaetsen; dat «zyn hooftmaten, gelyk mede Morgens, Geersen, Gemeten, Bunders «&c. als wesende versamelingen van ettelicke quadraet Roeden, «tot sulken getale als in elke Plaetse ofte Landt in 't gebruyck is.

«Maer de voeten die zyn ten respecte van de groote der Landen «niet substantieel, want of eenselve Roede gedeelt is in 10, 12, «14, 18 minder ofte meerder gedeelten (die men noemt Voeten) «is gelyke veel, als de Roede onverandert blyft, waaromme jegen-«woordig meest alle de Landt-meters hare Roeden verdeelen in «thien voeten, elk soodanigen voet in thien duymen, om alle cal-«culatien te doen in geheele getalen.

«Maer de metingen die by Voeten geschieden ende verklaert wer-«den, 't zy in lengte, breede, ofte by voeten quadraet, daer inne «moet men de voeten der Roeden elk in syn Contreye gebruyken, »waeromme de voorsz. Landt-meters, die de thiende deelinge ge-«bruyken, beneffens deselve ook op een Roede hebben geteykent, «de Voeten en Duymen die in haer plaetsen in 't gebruyk zijn.»

In het Tractaet van Roeden ende Landtmaten van van Eversdyck, komt voor:

«*Hoe dat men de lengte van de Bloysche Roede bekomen sal, «sonder hulpe van eenigerhande Mate.*

«Om dit te doen, sullen wy ons behelpen met tweederhande «dingen, die hier altijd by de handt, ende wel te bekomen zijn: «Het eerste is *Troys Gewicht*, daer men 't Muntwerk ende alle «silver en gout mede weegt; ende daeromme by alle Silversmits «wel te vinden. Het andere is *klaer Regenwater*, zynde een «lichaem, van welck 't Gewicht der deelen met sijn geheel, altydt «een zelve proportie behoudt.

«Ick hebbe op verscheyde tyden by ervarentheit bevonden, dat «een *Goesche* stoop Regenwater weegt 5 ℔ 5¾ oncen, *Goes* gewicht, «ende een cubique *Goeschen* hout-voet, houdende juyst 10 alsulcke «stoopen, 53 ℔ 9½ oncen. Voorders zijn 25 *Goesche* hout-voeten even «soo lang als twee *Bloysche* Roeden, ende 2560 ℔ Goes, wegen «juyst 2261 ℔ Troys. Daer uyt volght, dat een Cubique Bloysche «roede Regen-water weegt $92449\frac{54,580}{100,000}$ ℔ Troys gewicht; elk ℔ van «twee Marck of 16 Oncen. Laet nu gemaekt werden eenen vier-«kanten Bak van loot, in lengte, breete en hoogte overal gelyk, «in forme als een Teerlink (hoewel men ook wel andere formen «souden mogen nemen) van welken Bak yder zyde, by gissinge, «lank sy 3 of 4 voeten, min of meer, doch hoe grooter hoe zekerder; «aen allen zyden wel effen en winckelrecht. De Sauduere, daer «'t loot mede aen elkanderen gevoegt sal werden, moet van buyten «komen; ende den bak sal met hout bekleedt werden, om door «'t gewicht van 't water niet te konnen buygen. Den Back nu aldus «wel net toebereyt synde, sal men eene van deszelfs zijden deelen, «in 1000, of liever in 10000 gelijke deelen; het welke bequamelijk «op een stuk Hoornpergament, met schuynsche linikens, gedaen «kan werden, alsvoren is geseght.

«Desen Bak nu wel juyst in 't waterpas gestelt zynde, sal men «een groote Kruyk nemen, met eenen nauwen hals, om sooveel «sekerder te konnen meten, houdende 4, 5, 6, min of meer «stoopen nats; ende alsdan met een seer nette correcte Balance, «gewogen, hoe veel 't klaer Regen-water deser kruyke (tot boven «toe vol gedaen zijnde) weeght.

«Ik neme dat er alsoo een kruykke is, die juist 25 ℔ 10 Oncen «12 Engelschen Troys gewicht, regenwater houdt; met dese kruycke «sal men den looden Back vollen; daer is niet aangelegen wat «water dat het zy, als maer elcke kruycke op 25 ℔ 10 oncen «12 Engelschen *Troys* gerekent werdt, gelijk die vol regenwater «gewogen heeft. Ik neme nu datter in den Bak 230 alsulcke «kruycken gaen, ende daer schiet noch een weynigh plaetse «over, daer geen volle kruycke ingaen kan; daeromme de laetste «kruycke gevolt met regenwater, ende den Back daermede «voort effen volgedaan, ende het overschot, dat inde kruycke «gebleven is, gewogen; dat ick neme te wegen 11 ℔ 4 oncen «5 Engelschen 10 Asen; de 231 kruycken wegen effen «5928 ℔ 0 Oncen 12 Engelschen; waervan getogen het overschot, «blijft noch dat in den Back is, 5916 ℔ 12 Oncen 6 Eng. 22 «Assen. Dese bedragen in tiental $5916\frac{770.998}{1.000.000}$ ℔.

«Gemerckt nu yder zyde vanden Bak langh is 10,000 deelkens, «soo begrypt den gehelen Bak in syn lichaem 1.000.000.000.000 «cubicque deelkens: Segt nu $5,916\frac{177,998}{1,000,000}$ ℔ zyn gelyck van li-«chaem met 1.000.000.000.000 cubicque deelkens; hoeveel cubicque

«deelkens sullen doen 91.449 $\frac{54586}{100.000}$ ℔ (dat is een cubicque Bloysche «Roede)? komt 15,625,000,097,815 cubicqne deelkens.

»Hieruyt den cubicqwortel getogen, komt 25,000 deelkens, dat «een Bloysche Roede langh is; geen $\frac{1}{16.000}$ deel van een duym «breedt min of meer. Soo sal men dan 25,000 deelkens, of $2\frac{1}{2}$ «mael de zyde des Backs nemen, om de rechte lengte van een «Bloysche Roede te hebben.

«Wij weten wel dat deze dingen so net en precys niet en kon- «nen toegaen, dat men niet wel ettelycke duysent asen en soude «konnen miswegen: doch alwaer 't schoon soo, dat 'er omtrent «de 2000 Asen miswogen waren, soo en soude evenwel de «lenghte der Roede, daerdoor geen $\frac{1}{1000}$ deel van een duym «breedt te kort of te langh bevonden worden.

«De Bloysche Roede nu aldus bekomen hebbende, konnen uyt «de voorgaende Tafel, de lengten van alle d'anderen gevonden «werden.

«Soo yemandt door dusdanigen Werckinge, de lengten der «Schoutsche, Rynlantsche of Putsche Roeden begeerde te vinden, «die zal weten, dat (volgens de voorgestelde proportien) een cu- «bicque Schoutsche Roede regenwater weegt 102,417 $\frac{957.624}{1.000.000}$ ℔; «een Rynlantsche 105,580 $\frac{13\,145}{1.000.000}$ ℔ ende een Putsche 134,253 «$\frac{699.583}{1.000.000}$ ℔ Troys gewicht, waermede gehandelt kan worden gelyck «vooren van de Bloysche Roede is geleert, ende men sal komen «tot het begeerde.

«*Dusverre het werkje van den heer Eversdyck, sullen nu, om «de volgende bladen te vullen, noch eenige andere speculatie, «over 't vinden van Roeden, gelyck volgen sal.*

«*Ander Aenmerkinge, over 't vinden van een Rynlantsche, «Bloysche ofte andere Mate: sonder te hebben eenige kennisse «van de lengte derselver.*

«Men moet, om hiertoe te geraken, aenmerken, dat den Om- «treck des gantschen Aertkloot op sijn dikste genomen, be- «grijpt volgens de stellinge van d' Oude ende Hedendaegsche «Aerdtryck-beschryvers, effen 360 graden, zynde yder graed van «een der groote ofte lengte. Ende alhoewel men hadde konnen «meerder ofte minder graden voor denselven Omtreck der Aerden «stellen: soo is evenwel het voorsz. getal van 360 voor het be- «quaemste om te deelen aengenomen.

«Ende dewyl den Hemel der vaste sterren mede in so veel graden «als den Aertkloot wert verdeelt, ende die beyde ront zynde, zoo «respondeert yder graed des Hemels ook juyst met al syn deelen «tegen die van den Aerdtkloot: soo men dan op den Aerdtkloot «van d' eene plaets na d' ander reyst, mits dat sulx van 't Noorden «na 't Zuyden ofte van 't Zuyden na 't noorden in een rechte linie «geschiet, soo sal men bevinden, dat men voor yder graet die men «in den Hemel aen de sterren verandert in hare hooghtmetinge, «soo in 't Zuyden als Noorden, effen op den Aertkloot een recht «360ste deel, dat is een graet in breete is voortgereyst; soo men «dan weet te meten of te ondervinden, hoeveel Roeden de eerste «plaets van de leste, daer men gekomen is, afleydt, soo (heeft) men «oock sekerlick gevonden. hoeveel sulcker Roeden den omtreck der «aerden kan uytmaken.

«Nu heeft den Hooghgeleerden Professor Matheseos Willebrordus «Snellius, door menighvuldige observatien bevonden, dat een graedt «in breete, effen bedraeght 28,500 Rynlandtsche Roeden, ende een «duytse myle, zynde het 15ste deel van soodanigen graedt, begrijpt «dan effen 1900 van deselve Rynlantsche Roeden. Ende alsoo «9566 Rijnlantsche Roeden, effen 10,000 Bloyse roeden doen; soo doen dan ook seer na 2000 Bloysche Roeden een duytsche «myle. Item alsoo ordinair 3 mylen werden gereeckent op 4 uyren «gaens, soo doet dan yder uyre gaens effen 1,425 Rynlandtsche «ofte 1,500 Bloysche Roeden, daeruyt dan mede volght, dat yder «duytsche myle soude begrypen effen 1809½ Zuythollandtsche «roeden, ende yder uyre gaens 1,357 derselver Zuythollandtsche «roeden, 't welck alles volgens de Reeckeninge van den voorsz. «Snellius soo soude moeten volgen.

«Dit nu alsoo vastgesteld zynde, ende men uyt dese gevondene «distantie een Roede willende bereyden, na de lengte van de Ryn- «landtsche mate, boven genoemt, soo is voor eerst noodig, te vinden «op den Aertkloot 2 plaetsen, die juyst eene graedt, dat is $\frac{1}{360}$ deel «van den ganschen Omtreck der Aerden van den anderen leggen. «Ofte in plaetse van eenen graedt, soude men oock mogen nemen «½ graedt, ofte om 't gemacx wil ¼ deel van een graedt: want «sulx is alles even mackelyk te vinden, 't welcke alderbest met «een exempel ofte twee kan verstaen werden.

«Ick hebbe verscheyde malen, de Polus hooghte in onse stad «Dordrecht» (het is hier van Nispen die spreekt) «helpen obser- «veren met mynen besonderen goeden vriendt Sr. Michiel Dylman, «grooten liefhebber der Mathematische ende Astronomische specu- «latien, en dat met 3 à 4 verscheyde groote Quadranten door «hem selven geprepareert, zijnde den Radius van 't kleynste «ontrent 3½ voeten, en de andere veel grooter, ook met een «Sextant van omtrent 7 voeten, waerop de verdeelinge tot op «minuten geteekent waren, en met dese instrumenten, op ver- «scheyde tijden des jaers de Polus hoogte gesocht zijnde, hebbe «die altijd tot Dordrecht bevonden te zijn 51 graden 49 mi- «nuten, en 51 graden 50 minuten, somtijds een van beyden, en «somtydts tusschen beyde; doch alsoo het eerste meest bevonden «is, soo stelle ick vast, dat het midden der stad Dordrecht voorsz. «is gelegen op de voorsz. hoogte van 51 graden 49 minuten, en «met dese of diergelycke Instrumenten, de hooghte van een ander «stadt, of Noordwaerts of Zuytwaerts van onse voorsz. stadt afge- «legen, gesocht synde, soo kan men terstont vinden hoeveel Ryn- «landtsche, ofte Bloysche Roeden deselve van den anderen gelegen «zijn. Gelyck ick exempels-wyse stelle de stad Gouda in Hollandt, «haer polus hooghte bevonden te zyn effen 52 graden 2 minuten. «Ende alsoo deselve van Dordrecht voorsz. Noortwaerts is ge- «legen, soo is oock het midden derselve van 't midden der stadt «Dordrecht afgelegen effen 13 minuten van een graet, doende «juyst 6,175 Rynlandtsche ofte 6,455 Bloysche roeden.»

«Dit nu al wetende resteert alleen, dat men wete hoe men «dese Distantie, tusschen Dordrecht en der Gouda in een «rechte linie sal brengen, om die in 6,175 deelen te konnen «verdeelen: want indien tusschen die twee steden een rechte weg «liep, of een treckvaert was, gaende in een rechte linie van d'eene «stadt op d'andere, soo was sulcx light om doen, maar also sulcx «niet en is, soo moet men op een andere wyze daertoe geraken, «te weten, dat men 1 à 2 toorens van Dorpen in 't ooge neme, «die tusschen de twee voorsz. steden in een rechte linie leggen, «gelyck alhier is het dorp Bercouw, in den Crimpenerwaart, ende «het dorp Nieuwleckerland in den Alblasserwaert, ende des winters,

«als de wateren alomme toegevroosen zijn, met een zekere lange «gemaekte keten van omtrent 100 voeten, perfectelyk aftrekt, de «lengte van 't midden der stadt Dordrecht af, recht na Nieuw- «leckerlant toe, en van daer weder op Bercouw, en eyndelick tot in «'t midden der stadt Gouda, en wel ter degen onthouden hebbende, «hoeveel zoodanige ketens lengte, tusschen de twee Stede zyn ge- «vonden, zoo is alles volbracht dat noodig is geweten; want laet den «voorsz. keten begrypen effen 100 gelyke deelen, ('t is even eens hoe «lanck yder deel is) en dat denzelve van Dordrecht tot op der «Gouda, is voortgetrocken effen 600 reyzen, zoo is dan tusschen «beyde oock effen geweest 60.000 ketens deelen, zeght dan door «den Regel, 60.000 ketens deelen begrypen 6.175 Rynlandsche «Roeden (te voren gevonden) hoeveel begrypen 100 deelen? dat is «eenen keten, antwoord $10\frac{7}{23}$ Rynlandsche Roeden, dat is yder «keten is lank effen 10 Rynlandsche Roeden en noch $\frac{7}{23}$d eel en «van een Roeden, waermede dan gevonden is, de juyste lengte van «een Rynlandtsche Roeden, 't welck wy begeerden.

«En alsoo yemandt myn mocht tegenwerpen, dat de juyste Polus- «hooghte zoowel niet is te vinden, of dat zulcx wel 1 minute zal «verschelen, en dat derhalven daeruyt de Mate niet net kan wer- «den gevonden, alsoo yder minuten 475 Roeden verschil geven «kan; ten anderen, dat oock niet wel mogelyck is, dat met de «voorsz. keten, de lengte wel afgetrocken kan worden, omdat «tusschen beyde veel Dycken, en andere hooghtens en laeghtens «zijn, daer nochtans vereyscht werdt, dat zulcx op een egale «vlackte, in een rechte linie geschieden moeste. Daerop zegge ik «op het eerste, dat men om zulcx te verhoeden, in plaetse van «eenige minuten van een graedt, liever 1 à 2 graden nemen «kan. Want zoo men op de distantie van 2 graden breet, op «d' Aerdtkloot al 1 minute miste, zoo zoude zulcx op yder «Roede, geen merckelyck verschil maecken konnen: en te min- «der, omdat men al zelden met zoo een welgemaeckt Quadrant «een minute misschen zal, want ick vertrouwe, dat zoo men «met twee groote, wel gemaeckte Quadranten, op gelycke tydt, «te weten des middaghs, als de Sonne in 't Zuyden staet, der- «selve hooghte peylde, dat men oock juyst gelycke hooghte vinden «zal, en zoo het een Quadrant 500 Roeden Noordelycker als het «andere wert gestelt (mits dat zulcx geschiede op een waterpassen «grondt) dat het Zuydelyckste Quadrant, de Sonne meer als een «minute zal hooger vinden, als het Noordelykste: wel verstaende «als zulcx geschiedt, op eenige plaetsen benoorden den Æquator «gelegen, en dat derhalven het feylen niet veel zal bedragen. Op «het tweede zegge ick, dat men om dat ongemack te ontgaen, «plaetse nemen kan in alle deelen van de werelt, die effen en «glad genoeg leggen; want men kan in Hollandt zelven, de Zee- «strandt van Santvoort tot Egmond op Zee, met groot voordeel «daertoe gebruycken, alsoo die effen en vlack genoegh daartoe is «leggende, en daerom weynig fauten zal onderworpen wesen. En «desgelycks zijn in andere deelen des werelts, veel vlacke Velden, «als Heyden, en andere diergelycke plaetsen, die al bysonder «daertoe bequaem zijn, alsoo oock by sommige werdt gelooft, «dat de Velden van Mesopotamien door de Griecksche Hemelmeters «zijn gebruyckt geweest, om den omtreck der aerden te vinden, «alzoo dezelve zeer groot en vlack zijn.

«Op wat wyse, nu den voorsz. Heer Willebrordus Snellius heeft «gevonden, dat yder graedt op den Aertkloot juyst 28,500 Rynlandtsche «roeden bedraeght (want wy zyne stellinge voor goedt aannemen) «en is tot myner kennisse niet gekomen: doch ick achte, dat hy «zal geprocedeert hebben op myne voorgaende wyze, te weten uyt «de Polus hooghte van twee plaetsen, die effen 1 graedt van den «anderen afgelegen zijn, zoo ten Zuyden als ten Noorden, en die «plaetsen haer Distantie, heeft hij pertinent moeten observeren, «door verscheyde staenplaetsen tusschen beyde gelegen: even op «die wijze, als men gewoon is Landskaerteringe te doen, welcke «Distantie, door een vastgestelde Basis, in Rynlandtsche roeden «verdeelt, moet uytgereeckent wesen, en de door verscheyde «metinge bevonden moet zyn wel te accorderen.»

Ofschoon nu de laatste aanhaling niet regtstreeks op Jan Pieterszn. Dou betrekking heeft, maar op Eversdijk en van Nispen, heb ik gemeend haar geheel te moeten opnemen, daar het waarschijnlijk aan weinigen bekend is, hoe de toepassing van het tiendeelig stelsel op maten en gewigten aldus reeds in de zeventiende eeuw in Nederland werd voorbereid; het verdient, mijns inziens, wel eenige opmerking, met hoeveel eenvoudigheid onze voorzaten dergelijke belangrijke zaken behandelden, en die, zonder eenigen ophef en laatdunkendheid, alleen bij wijze van *bladvulling* plaatsten. (Zie Aº. 1669.)

Aº. 1630. Kaart van Rijnland bezuiden den Rijn tusschen den straatweg van 's Hage en de Copierskade onder Alphen (163?) Jan Pieterszn Dou. (Oud Archief Rijnland.) papier.

Caerte van de gelegentheyt van 't Oost binnen Ryndycx quartier van Rijnlant, tusse den Rijndijck ten Noorden de Lantscheydinge, ten suyden Voorschoten wech of Doedinxlaen, ten Westen en Copieren Cade, ten Oosten besloten, sulcx als men meent deselve *in ééne polder* te besluyten, en met watermolens te bemalen; fraai exemplaar, op papier, van J. Pz. Dou (zonder jaartal). (Archief Leiden). Papier.

Aº. 1631. Kaart van de Landen gelegen tot Sparendam, tusschen de nieuwe waterkering van Rynlandt ten Suyden en de Santpoortsche Laen ten Noorden deselve Landen gelegen (thans, 1873, geheeten de verdolven landen, waarmede de Sparendamsche Dijk verhoogd is). 1 Oct. 1631 *perkament.* J. Pz. Dou.

Kaartboek van J. Pz. Dou van de landen der voormalige abdy van Leeuwenhorst gelegen in Delfland en Schieland 11 febr. 1631. (Rijks Archief.) Zie inventaris en Aº. 1626.

Kaart van de Spieringmeer en de Inlaag (O. Arch. Rijnland) papier.

Caerte van de gelegenheyt van Nieuwkoop en Noorden.... (ontwerp van bepoldering) (O. Arch. Rijnland), perkament.

Situatie van de landen tusschen de Rijpwetering, Braassemermeer, Lycksloot en Lyckerpoel, om die te bepolderen Dec. 1631. (Archief stad Leiden.)

Kapittel ten Hooglande, Kaartboek der landen competeerende het kapittel ten Hooglande (St. Pancras of Hooglandsche kerk) door J. P. Dou 28 Oct. 1631. Hieronder die der Memorien en Zevengetyden (Archief stad Leiden.)

Int Resolutieboek van Dijkgraaf en Hoogheemraden van Rijnland komt voor:

«Dyckgraeff ende Hoocheemraden van Rynlant, collegialiter ver- «gadert synde, hebben tot Ordinaris Lantmeter van Rynlant geely- «geert ende aengenomen Mr. Jan Pietersz. Dou, ende dat in plaetse «van den overleden Mr. Adriaan de Bruyn, omme 't selve lant in

«alle ordinare, en andre voorvallende saecken, als Gesworen Lant-«meter getrouwelyck te dyenen; daertoe hy gehouden wert den «behoorlycken eedt in handen van Hoocheemraden te doen, en dat «op de Tractementen ende Belooningen, als andre voorgaende Lant-«meters gewoonlyck van 't lant van Rynlant genoten hebben, off «'t gene hem andersints met kennisse van saecken toegevougt sal »mogen werden.

«Aldus gedaen in de Herberge aen 't Schouwe over Doedinxlaen, «in den Ambachte van Voorschoten by Dyckgraeff ende Hooc-«heemraden, praeter Berckenrode, huyden, dezen XIIden Septem-«bris XVIC eenendertich.»

J. Pz. Dou schijnt gewoonlijk betaald te zijn op declaratie voor verrigte werkzaamheden. Echter vindt men toch Rek. v. Rijnl. 1635: «Jan Pietersz. Dou, gesworen lantmeter van Rynlant betaelt «tsestigh ponden (= guldens) over een jaer wedden hem verschenen met den ingang van den jare 1635. In 1636 en 1637 komt hij niet meer voor in de Rekening, maar in plaats van hem staat er:

«Jan Jansz. Dou ende Steven van Broeckhuizen gesworen lantmeters van Rynlant, betaelt tsestigh ponden over een jaer wedde enz. LX £.

A°. 1632. Twee kaarten van de Vliet naar den Leydschen Dam door J. Pz. Dou (zie volgend jaar). Archief Leiden.

A°. 1633. Einde van de kaarten geteekend voor van Gerwen. (Zie 1627) (Leidsche Bibliotheek) door J. Pz. Dou. Ook van hem:

Nieuwe memorie tot verversching van Leidsch grachtwater (O. Archief Rijnld. Loquet 70 n°. 1723). Zie van der Paauw bl. 51.

Een kaart van de landen die uit Oestgeest in de Heerlijkheid van Rijnsburg zijn getrokken door J. Pz. Dou 1633. (Archief Leiden.)

(Hierbij eene verklaring over die landen door J. (Jansz.?) Dou van 10 Januarij 1644). Zie ook A°. 1624, 1626, 1658.

J. Pz. Dou. Kaart van de Hanepoel 6 Oct. 1633. (Archief Leiden.)

do Kaart van Cleypoel of Jan Jervensz. Poel 6 Oct. 1633. (Arch. Leiden.)

do Kaart van Rijpwetering of Coppoel 6 Oct. 1633. (Arch. Leiden.)

do Kaart van Lijckerpoel 6 Oct. 1633. (Arch. Leiden.)

do Landen in Amsterveen, van E. vrouwe van de Lier 1633. 3. 12 (Leidsche Bibl. Bodel Nyenhuis.)

Kaart van de trekvaart buiten de Wittepoort, van den hogen Rijndijk totte Vliet. 23 Julij 1633. J. Pz. Dou. (Archief Leiden.) Zie 1635 en 1632.

Kaart *Soetermeer* enz. (Zie A°. 1627 en 1638.)

A°. 1634 24 April. Aan J. Pz. Dou wordt gelast kaart doorgraving Breesaep te maken, hy levert die op 't Archief van Rijnland (Ruygh Bewerp).

Kaart van het land behoorende tot de Volmolen, van Herman Pietersz. Dou (broeder van J. Pz. Dou). (Archief Leiden) zie 1635.

Caerte ende afteykeninge van de gelegenheyt tusschen Kerckdam ofte den Deyl ende 's Gravenhage met ontwerp van den rijweg Wassenaer, papier. (Archief Rijnland) J. Pz. Dou.

J. Pz. Dou hermeet de landen in Rijnland op de sleet gelegen. (Zie op A° 1590.)

Kaart en afteekening van de Singel tusschen de Exsluys (Neksluys of Naakte Sluis) en de Wittepoort der Stad Leyden 10 Junij 1634 *erkament*, door Jan Pietersz. Dou. (Archief Leiden.)

Kaarten der Landen gelegen in Dircxlandt, toekomende de Universiteit in Leiden. Zij was eerst gemaakt voor Jacob Cornelisz. Gouter. J. Pz. Dou, papier. (Archief Leiden) 16 Oct. 1634.

Kaart der landen gelegen in Suytwyck, toekomende de Universiteit op verzoek van den Burgemeester van Leiden gemaakt door J. Pietersz. Dou, papier. Archief Leiden.

A°. 1635. Kaert Binnenwegschen Polder onder Schieland. (Archief Rijnland) *papier*.

3 Julij 1635. Burgemeesteren van Leiden houden eene inspectie van de wateren om de stad, welke te voren op de nu gedijkte Zoetermeersche Meer correspondeerden, en worden daarbij, behalve door J. Pz. Douw, geadsisteerd door Willebrord van Spierinxhouck, Contrarolleur der Fortificatiewerken der Staten van Holland, te Delft.

12 Julij 1635. Gedeeltelijk verbrande kaart van het Ambacht van Leyderdorp en Soeterwoude door Jan Jansz. Dou (de zoon). Archief Leiden.

Kaart van de landen toebehoord hebbende aan de voormalige abdij van Rijnsburg gelegen in Delfland en Schieland 17 Julij 1635 (Rijks Archief) J. Pz. Dou. Inventaris.

Gelijk Kaartboek van de abdij van Rijnsburg, gelegen in Rijnland 25 Julij 1635. (Rijks Archief) J. Pz. Dou, zie Inventaris.

Kaart van twee volmolens met de erven en communicatielaan, buiten de Marepoort en Maredijk van J. Pz. Dou. (Archief Leiden.) De volmolens waren eene voorname oorzaak van de vervuiling van stadswateren, en in 1583 naar de uiterste of vestgrachten verwezen. Zie van der Pauw bl. 16. Zie A°. 1663.

Kaart van de trekvaart buiten de Wittepoort van den Hoog en Ryndyk totte Vliet. (Het Studentenpad?) 25 April 1635, *perkament*, J. Pz. Dou. (Archief Leiden.) Zie 1633.

Blijkt op het Archief der stad Leiden, Begrafenis Register n°. 7 fol. 50, dat op 8 Augustus 1635 in de Pieterskerk zijn begraven «Jan Pietersz. Dou, met syn soon, by den Burch.»

Jhr. Rammelman Elsevier veronderstelt dat hij aan de pest zal zijn overleden, die toen te Leiden vreesselijk heerschte.

Dat deze aanstekelijke ziekte kan ontstaan zijn uit de vervuiling der stadsgrachten, te Leiden, boven herhaaldelijk vermeld, kan alligt worden gegist; dat J. Pz. Dou meer dan anderen aan den invloed der verpestende dampen is blootgesteld geweest, blijkt reeds uit de Inspectie van 3 Julij 1635 bovenvermeld, waarbij hij uitdrukkelijk als tegenwoordig wordt vermeld.

Zoo zyne droogmaking van de Soetermeersche plassen schuld is geweest aan de vervuiling der Leidsche wateren, hij heeft er met het leven voor geboet.

Ook zijn broeder Herman moet in dit jaar ongesteld zijn geweest, want hij verzoekt aan de Regering van Leiden, *gedurende zyne ziekte*, een noodhulp te mogen hebben. Hij was in 1601 als wijnroeijer en straatmeter aangesteld en nu de 66 jaren gepasseerd (volgens 't request). Hij leefde nog in 1638 (Rammelman Elsevier).

A°. 1636. Het middel waarmede men de pest trachtte te bestrijden was afzondering en verzorging; wij vinden dan ook op het Archief te Leiden eene kaart van het nieuwe Pesthuis 1637 door Herman Pietersz Dou (broeder van J. Pietersz. Dou). Het is het tegenwoordige militaire Gevangenhuis. (Zie Orlers, beschrijving stad Leiden.)

Jan Jansz. Dou en Steven van Broeckhuizen komen voor het eerst voor in de rekening van Rijnland als gezworen landmeters.

A°. 1637. Jan Jansz. Dou maakt op 28 July kopy van de kaart van Antonie van Velsen, van het eiland Abbenes, in Haarlemmermeer (Archief Leiden). Kaart van Abbenes Julij 1637, perkament, J. Jz. Dou. Archief Rynland. (Zie 1657).

Kaart van den Butterhuispolder (2 Maart 1637) door Jan Jansz. Dou, perkament. (Archief Leiden.)

Kaart van de trekvaart en weg van Voorschoten naar Leiden zynde Vliethouck, Lammen en Varkensgat 1637, 29 Dec. door Jan Jansz. Dou, perkament, Archief Leiden. (Zie 1661.)

Meting van Landen genaamd het Griet (Leymuiden) op de sleet van de meer, April 1637 Jan Jansz. Dou, perkament (Archief Rijnland.) Zie 1590, 1634.

In de opdragtbrieven van huizen en erven Register 3 M. fol. 31 Archief Leiden, komt voor:

18 Maart 1637 «Wij schepenen &c. oorkonden dat voor ons «verschenen zijn, Phillips, Nathanaël en Jan Dou, *voljaarde* kin-«deren, mitsgaders Herman Pietersz. Dou en Adriaan Quyryns «van Paddenpoel als voogden over de minderjarige kinderen van «Mr. Jan Pietersz. Dou, verkooper, aan Adriaan Jacobsz. lampmaker, «een huis op de korte nieuwstraat voor *f* 1950 —; *f* 400 gereed «en jaarlijks *f* 200.»

Deze oorkonde bewijst (behalve de opnoeming der kinderen van Jan Pieterszn. Dou) onder anderen ook, dat zijne familie eene andere was dan die van Gerart Dou, en dat de gissing van Kramm, als zoude Jan Pieterszn Dou een oom van Gerart Dou (den beroemden schilder) zijn geweest, abusief is. Douwe Janzn. *de Vries*, vader van Gerart Dou, woonde op 't Rapenburg, en Gerart Dou woonde op 't Galgenwater. Ook bij de huwelijken worden de familien niet door elkander verzelschapt, hetgeen alligt, om de aanzienlijkheid van den beroemden schilder, zoude gebeurd zijn. Ook blijkt uit het huwelijk van Douwe Janszn de Vries, die na drie geboden door schepenen werd getrouwd, dat hij waarschijnlijk Mennoniet was; van Jan Pieterszn Dou gisten wij (zie A°. 1623) dat hij Remonstrantsch kan geweest zijn.

Hiertegen strijdt niet dat zijne zoons Nathanael, de hosewever, 22 Febr. 1635 en Philips, de passementier, 18 Oct. 1634 kerkelijk (gereformeerd) getrouwd zijn, daar deze zulks om der vrouwen wille kunnen gedaan hebben; bij beide huwelijken was de vader Jan Pieterszn Dou getuige.

Kaart van de Palmagiebaen (Paille Maille) en trekvaart buiten de Witte poort door Jan Janszn Douw, 6 Sept. 1637, perkament. (Archief Leiden.) Dit is (als ik mij niet bedrieg) de landhuishoudelijke proeftuin van wijlen Wttewaal, dien ik in mijn studententijd te Leiden nog gekend heb, die toen reeds in verval was en later ook al tot klein geld is gemaakt. Ik weet niet of zulks onder het ministerie van Thorbecke of een ander is geschied; zeker is, dat tegenwoordig het oprigten van een Akademischen proeftuin weder gewenscht is, daar die te Deventer weinig teekenen van leven geeft en zulk eene inrigting voor studenten in staathuishoudkunde, landhuishoudkunde, en toekomstige Indische ambtenaren, te Leiden hunnen tijd doorbrengende, niet te veel is, om van toekomstige predikanten niet te spreken, voor wie landhuishoudkundige studien bij het besluit van 2 Aug. 1815 voorgeschreven zijn, doch die dit vak vroeger steeds verzuimden. (Zie 1635.)

A°. 1638. (Opdragtboek 3 N N N fol. 356 Leidsch Archief).

«Op 13 September. Wij schepenen &c. Phillips, Nathanaël en «Jan Janszn. Dou, mitsgaders Herman Pieterszn. Dou als voochd «over de onmondige kinderen van Jan Pieterszn. Dou (in zijn leven «notaris en landmeter) alle kinderen en erfgenamen van deselve «Jan Pieterszn. Dou, verkoopen aan Stoffel Janszn., den grond van «een uitgang, van ouds genaamd *Grieckenland*, gelegen aan de «noordzijde van de Hooglandsche kerk.»

Van andere vaste goederen is niet gebleken; doch uit de betrekkingen, waarin de kinderen van J. Pz. Dou bij hunne huwelijken voorkomen, blijkt dat zij nu welgestelde lieden waren; het geslacht heeft dan ook nog lang te Leiden in aanzien geleefd, als uit de opgaven in volgende jaren zal blijken.

Trekweg en trekvaart naar de Vliet 1638, 5, 4, Jan Janzn. Dou (perkament). Archief Leiden. (Zie 1633 en 1635.)

A°. 1639. Vier kaarten der geslachtorfde landen, gelegen bij de ringsloot van de Soetermeersche meer door Jan Janszn. Dou, dato 9 April 1639, perkament. (Archief Leiden).

A°. 1640. Jan Jansz. Dou wordt te Leiden uit de schutterij ontslagen tegen *f* 10 's jaars recognitie.

A°. 1641. Jan Douw, landmeter, jonkman van Leiden, wonende aldaar in de Nieuwstraat, vergezelt met Mattheus Mattheusz. zijn bekende, trouwt met Eva Louys Setteen, jongedochter van Leyden, vergezeld met Annetgen hare moei (Zie 1644.) Zij trouwden op 't Stadhuis en waren dus *dissenters*. (Zie A°. 1622.)

Het blijkt niet of zijne woonplaats nu de Corte of de Lange Nieuwstraat was. Welligt had Jan Dou het vaderlijk huis van den lampenmaker Adriaan Jansz. gehuurd. (Zie Anno 1637.)

Jhr. Rammelman Elzevier gaf mij op dat J. Jnz. Douw ook een huis had in de Nieuwsteeg hoek Sonneveltsteeg (nu Ruïne).

Mogelijk zijn dan *Nieuwstraat* en *Nieuwsteeg* met elkander verward. Hij woonde echter van 1669 tot 1682 in de Maarsemansteeg, en betaalde *f* 120 in den 200en penning; dus *f* 70 meer dan zijn vader Jan Pietersz. Dou, die slechts *f* 50 betaalde. (Zie A°. 1622.)

(De woonplaatsen van alle deze lieden zouden minder belangrijk zijn, indien zij niet dienden, om de verwisseling te beletten, met b. v. Gerard Dou, die op het galgenwater woonde: en bij de scheidingen der perceelen, de stelligste bewijzen leverden van de afstamming der familien). Omtrent de woonplaats van Gerard Dou zie Kramm, in voce.

Volgens Chr. Kramm, levens Holl. schilders, verwijst «Willem «Claesz van Utrecht, (in dit jaar 1641) jeghenwoordig school-«houdende binnen Rotterdam, in zyn werk Practyke der Bosch-«hieterye, Rotterdam by Jan Wolfferse 1641» tot verder onderzoek naar de Boeken van Euclides, uitgegeven door J. Pz. Dou.

Jan Jansz. Dou teekent in 1641 kaarten landen Heiligegeest weeshuis te Leiden. (Zie folio 78. Archief van het Gereformeerd Weeshuis Leiden).

Kaart van Haarlemmermeer, waarop staat:

«Deze Chaerte hebbe ick onderschreve gezworen Landmeter ge-«copieërt naer seeckere Chaerte gemaeckt by Jan Pietersz. Dou, «gesworen Landmeter, wylen myn Vader, synde my daeromme «wel bekent deselve by hem gemaeckt te syn, ende hebbe naer «gedane Collatye dese met de originele bevonden te accorderen, «desen XVII Februarij 1641. Jan Jansz. Dou.» Leidsche Bibliotheek.

A°. 1642.

A°. 1643.

A°. 1644. Verklaring der Landen van Rijnsburg, door Jan Jansz. Douw. (Zie A°. 1633.)

Chaerte van de Sassenheimer Kerklaan, mitsgaders van de nieuwgeordonneerde vaart naar 't dorp Sassenheim. Dec. 1644. Johannes Dou, perkament. Archief Rijnland.

Jan Jansz. Dou, weduwnaar van Eva Sitteen, trouwt voor de tweede maal 9 April Catharina Thier. (Zie 1641 en 1669.)

A°. 1645. Chaerte van de Wateringe genaemt de Oude Vliet, Maart 1645 Joh. Douw, perkament. (Archief Rijnland.)

Kaart der landen van de Universiteit gelegen te Kouderkerk omtrent de Westvaert door Johs. Douw 1645, papier. Archief Leiden.

Chaerthouck van alle de landen de Uyniversiteit binnen de Stadt Leiden in 't geheel oft deel toebehorende, gecoomen van de Abdye van Egmont ende de Conventen binnen en buyten de voorsz. Stad Leyden, gemaeckt by my Johannes Dou, metinge begost 4 September 1643 voleyndigt 10 Augustus 1645. (Leydsche Bibliotheek). Perkament.

(Omtrent landen aan de Universiteit behoorende zie A°. 1627.) Orlers zegt, 3de druk, bl. 191. «Tot onderhoud van de Hoogeschoole «te Leiden hebben de Prins van Oranje en de Staten dezelve ge«doteert en begiftigt met verscheyde Renten en Inkomsten, in«zonderheyd daertoe ordonnerende verscheide Goederen, Landen, «Pachten, Renten enz. van de Kloosters en Conventen» enz. enz. Wij hebben dus daarvan hier eene lijst, te merkwaardiger, omdat zij tevens de bezittingen der abdij van Egmont aanwijst.

Deze goederen worden tegenwoordig niet meer ten behoeve der Hoogeschool geadministreerd. Het zoude belangrijk zijn, ook uit landhuishoudkundig oogpunt, te onderzoeken, wat zij opbragten, door wien, onder welk voorwendsel, en op welk tijdstip zij tot klein geld zijn gemaakt! dit echter zoude mij hier, waar ik mij tot de levensbijzonderheden van het geslacht Dou moet bepalen, te ver leiden; ik neem de vrijheid dit onderwerp aan te bevelen aan studerenden in staathuishoudkunde te Leiden; een onderzoek of die kaarten overeenstemmen met de groote kaart van Rijnland, en het tegenwoordig kadaster; de huur die zij thans opbrengen, hunne bestemming als grasland, bouwland, of wel afgekleid of uitgeveend land, of wel iets anders; eene vergelijking van de toenmalige met de hedendaagsche waarde, zoude zeer belangrijk kunnen zijn. De lijst in deze bijdragen gegeven is bereids groot genoeg om een goed boekdeel te vullen, en meer naauwgezette onderzoekingen, ook in de rekeningen van curatoren der Universiteit, zouden gewis nog veel meer aan het licht brengen, dat zeer wetenswaardig is.

A°. 1646. Kaart van de Landen langs den Sparendamschen dijk gelegen, onder Houtrijk, 't Hofambacht, Oostdorp. de Heining en Sloterdijk, Mei 1646, Joh. Dou, perkament. (Archief Rijnland.)

Kaerte van Aelsmeer, Schrevelsrecht en Leymuiden, Johannes Dou, Maart 1646, papier. (Archief Rijnland.)

Kaart der landen van de Universiteit gelegen in den Ambachte van Soeterwoede, perkament, Johannes Douw 14 Januarij 1646. Archief Leiden.

A°. 1647. A. J. van der Aa, Biographisch Woordenboek, geeft op dat in 1647 te Utrecht, *voor het eerst*, zoude zijn gedrukt, de zes Eerste Boeken van Euclides door J. Pz. Dou. Dit is onjuist: zie A°. 1606. Het werk was trouwens reeds aangehaald in 1641. Zie dat jaar; zie ook 1702.

Jan van Call te Nijmegen geeft J. Pz. Dou's kaart van de Peel uit (zie van der Aa als boven, en ook dit opstel A°. 1617).

Kaart van de landen van Brasemmermeer onder Rijnsaterwoude door Joh. Douw en Steven van Broeckhuysen, 6 Mei 1647 perkament (Archief Rijnland.) (Zie A°. 1623.)

A°. 1648 (Vrede van Munster.)

A°. 1649. Jan Janszoon Douw teekent eene groote kaart, genaamt de stad Leiden, met de Heerlijkheden de stad toebehoorende. (Zeer fraai Exemplaar.) Archief Leiden.

A°. 1651. Chaerte van de twee geconcipieerde watertochten te maken d' eene aan de Noortoostsyde, d' andere aen de suytwestsyde van 't dorp van Alphen ('t zoogenoemde kanaal achter Alphen,) door Johannes Douw, 2 November 1651, perkament. (Archief Rijnland.)

A°. 1652.

A°. 1653.

A°. 1654.

A°. 1655. Jan Jansz. Dou copieert de kaarten Elisabeth Gasthuis door J. Pz. Dou geteekend (zie 1620).

A°. 1656.

A°. 1657. Kaart van Abbenes en Haarlemmermeer, Johs. Dou febr. 1657, perkament. (Archief Rijnland) zie 1637.

A°. 1658. Kaart van een stuk lants gelegen buiten de Koepoort, behorende aan de stad, 30 Dec. 1658 door Johannes Douw (papier), Archief Leiden.

Kaart van twee stukken Lands bij de stads Watermolen in Soeterwoude, ten noordwesten van de Rodenburgerlaan door Johs. Dou, 28 Dec. 1658. Archief Leiden.

(Zie omtrent dezen Watermolen van der Paauw, waterverversching bl. 70.)

Kaart van zeker stuks lants gelegen in Oegstgeest van den Hoogen Morsdijk omtrent het Gerecht Joh. Douw 27 Dec. 1658, papier. (Archief Leiden.) (Zie A°. 1626.)

Kaart van de geapprobeerde laatste vergroting der stad Leiden, Joh. Dou, Julij 1658. Archief Leiden.

Kaart van de uitlegging der stad (Leiden) tusschen de oude Voorstad en den Nieuwen Rijn, A°. 1658 door Johan Dou. (Archief Leiden.)

Kaart van de landen gelegen tusschen Rotterdam en Waddingsveen benevens de Vaarten, waardoor de schuiten komen in de Gouwe, van Johannes Douw. (Arch. Leiden.) Zie jhr. Rammelman Elsevier, over het Trekpad van Leiden over Woerden naar Utrecht, in de Handelingen van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde, bl. 4.

A°. 1659. Kaart van gemete tuynen, die bij de laatste vergrooting der stad Leiden, A°. 1659 in de stad zijn getrokken, door Johs. Douw. Archief Leiden.

A°. 1660. Jan Janszoon Dou teekent de vergrooting der stad Leiden begonnen in dit jaar, voortgezet in 1661. Archief Leiden.

Kaart van den lagen Rijndijk en den Ouden Rijn, loopende van de Zijlpoort tot de Zijl of Spanjaartsbrugge door Johannes Douw 29 October 1660, papier. Archief Leiden.

Kaart van den voorkant der Duinen onder Wassenaar van de scheiding met Delfland tot Katwijk door Joh. Dou. Van deze kaart bestaat slechts eene *kopy* gemaakt door Klaas Vis 1796. (Archief Rijnland) papier. Zie A°. 1661.

Kaart van den voorkant der duinen onder Katwijk en Noordwijk. van de scheiding van Wassenaar tot den Duindam, September 1660. Joh. Dou. Papier. Archief Rijnland. (Zie 1661.)

A°. 1661. Kaart van den voorkant der duinen tusschen Jan den Boerslaan, en de scheiding van Rijnland met den Hondsbossche 1661. Joh. Dou. (Archief Rijnland.) Zie A°. 1660.

Jan Janszoon Dou figureert op de kaerte van Rijnland eene linie voor 't meerendeel door 't vaste land bezuyden den Rijn, en ook op eenige plaatsen den Rijn volgende, volgens dewelke men eene trekvaart zoude kunnen graven, en door dezelve met jachtschuiten binnen den tijd van zes uren varen van Leiden op Utrecht. Vroedschaps Resolutie Leiden 18 Julij 1661. Archief Leiden.

Zie het Trekpad van Leiden over Woerden naar Utrecht, door jhr. Rammelman Elsevier.

Chaerte van de Houffslagen der Ambachten gehoufslaagt op den Hoogen Rijndijk van beoosten de Bodegraversluys tot de Hoogewoerdspoort te Leiden, en van Leiden tot Katwijk op den Rijn Julij 1661, door Joh. Dou. (Archief Rijnland) papier. (Zie 1662.)

A°. 1662. Kaart van den Rijn van Alphen tot Leiden met den hoogen en lagen Rijndijk, Joh. Dou, papier. (Archief Rijnland) zonder jaartal.

A°. 1663. Grondkaart van den Volmolen tusschen de Mare en de Stokdammer Wetering buiten Leiden, door Joh. Douw. (Archief Leiden.) Zie A°. 1635.

A°. 1664. Hooft Chaerte van de Landen die de Arme Huyssittenen der Stad Leyden Competeren, in Warmont, Alckemade, Oegstgeest, ende Jacobs Woude; Johannes Dou, perkament (Leidsche Bibliotheek, uit de nalatenschap Luzac.) (Zie 1628.)

De Kaart der Landen van het Huiszittenhuis van J. Pz. Dou (zie 1628) op kleiner schaal gebragt door Joh. Dou notaris en lantmeter in 1664; doch waarin ook nog voorkomen de landen onder Valkenburg. Catwijk, Noordwijk, Oudshoorn, geteekend door Joh. Dou 10 Dec. 1664. (In 1873 aanwezig Archief Huiszittenhuis, Leiden.)

Van Nispen en Eversdijck bezorgen eene nieuwe uitgave van het Tractaet van de landmaten van J. Pz. Dou (zie A°. 1629).

A°. 1665. «Hoocheemraden van Rynland, vertrouwende op de «bequaemheyt, goede kennisse en de studie der Geometrie van den «persoon van Jan Douw, soone van Johannes Douw, ordinaris «landmeter van Rynlandt, hebben denselven *Johan* Douw aenge«nomen ..... omme met en benevens zijn vader, voornoemden «Johannes Douw ende in deszelfs assistentie geemployeert ende ge«bruyckt te werden enz. Aldus gedaen te Halfwege den Spaern«damschendyck in 't gemeenlandtshuys van Rynlandt den 23 Maart «1665.»

(Resolutienboek van Rijnland Archief aldaar.)

A°. 1666. Chaert van den boezem of inwijk van het IJ, genaamd het Houtrak, met de eilanden Ruigoord, Hoeksnes, en de buiten en binnen Heining, Januarij 1666; twee exemplaren, een perkament, een papier, Joh. Dou (Archief Rijnland). Zie A°. 1670 en 1637.

Uit de Notulen schutterij Leiden blijkt omtrent Jan Janszn. Dou (kleinzoon van Jan Pieterszn. Dou) het volgende:

«Johannes Douw zoon van den landmeter Douw is op syn ver«soeck (alsoo hy ontboden was om schutter te worden), geappointeert «op 16 gl. ingaande 10 Januarij 1666, vermits syne ‖lichamelijke «swacheyt en andere redenen.» In de rekening der schutterij heeft hij jaarlijks betaald zestien gulden in 1666, 1667, 1668; na dien tijd komt hij niet meer voor, en wordt in de notulen geene melding van hem gemaakt. Misschien heeft hij de stad Leiden verlaten, en is toen naar Sparendam gegaan. (Zie 1670.) (Archief Leiden.)

A°. 1667.

A°. 1668.

A°. 1669. Van der Aa (Biogr. Woordenb. in voce Dou) haalt aan een tweeden (?) druk van het Tractaat over de Landmaten van J. Pz. Dou, Eversdijk en van Nispen. (Zie A°. 1629.)

Jan Janszn. Dou trouwt voor de derde maal, 28 Mei 1669, met Aeltje Besemer, weduwe van Dr. Joannes Tijer (Thier). Naar den naam te oordeelen kan dit de weduwe geweest zijn van den broeder zijner tweede vrouw. (Zie 1644.)

Kaarte van den Veenweg en den Veurweg onder Veur, Johannes Dou, Julij 1669 papier. (Archief Rijnland.)

A°. 1670. Florentius Dou, promoveert te Leiden in de medecijnen. Hij draagt zijne dissertatie «de suppressione menstruorum» op aan Jan Janszn. Dou, landmeter, zijnen vader, en Johannes Dou, opzigter Sparendamschen Dijk zijnen broeder. (Leidsche Bibliotheek.) Hij heeft verder bij zijnen broeder op Swanenburg gewoond, (zie het geslachtregister hierboven) en is later zelf Casteleyn aldaar geworden.

Chaerte van het water genaamd het Houtrak, met de omstandige gelegenheden van dien, Januarij 1670, Joh. Dou, papier. (Archief Rijnland). Zie 1666 en 1590.

Uit een schrijven van Mr. D. F. van Leeuwen, secretaris van het hoogheemraadschap der Uitwaterende sluizen en Officier van Justitie te Alkmaar, van 6 Maart 1873, bleek mij het volgende:

«In Februarij 1670 is door den landmeter Jan Janszn. Douw, «te Leiden woonachtig aangenomen om een complete kaart te «leveren, aan het collegie der Uitwaterende Sluizen, van het «gansche District: met die kaart was hij in 1675 gereed, het was «de zoogenaamde groote 16 vels kaart:

«In 1677 is aan *Coenraad Dekker*, plaatsnijder te Amsterdam, «opgedragen het op de plaat brengen dezer kaart voor 1575 «Caroli guldens, buiten de letters en de plaat.

«Tenzelfden jare is het snijden der letters besteed aan Abraham «Deur, mede te Amsterdam woonachtig; de honderd voor ƒ 3.—5 st. «vijf letters voor één woord gerekend.

«In 1682 zijn eenige kaarten gekleurd door Jan Maertz, kaart«afzetter (Sic) te Amsterdam.

«Om de naauwkeurigheid der door Douw geteekende kaart te «vérifiëren, is aangeteekend, dat in het jaar 1675, alvorens de «kaart werd geaccepteerd, door Dijkgraaf en Hoog Heemraden der «Uitwaterende sluizen verschillende Bestuurders en dorpen enz. «uit het district, die gerekend mogten worden naauwkeurig met «de plaatselijke gesteldheid bekend te wezen, op verschillende tijden «werden opgeroepen, om ten hunnen overstaan en met Douw, «die ook present was, de juistheid der geleverde kaart na te zien.

«Aan Douw is betaald een prijs van 4000 Caroli Guldens, blij«kens kwitantien in 1675, 1677, 1678, 1679, 1680 afbetaald.

Mr. van Leeuwen vermoedt echter, «dat die som betaald is «voor het vervaardigen terzelfder tijd van dezelfde kaart in kleinere «formaten, namelijk de 2 vels en de 1 vels kaart, zoodat er 3 «soorten bestonden en nog bestaan, namelijk de zoogenaemde «*groote*, *middelbare* en *kleine* kaart.

Hij vermoedt dit «omdat hij nergens anders den vervaardiger «dier laatste kaarten vond opgeteekend (alleen op de groote staat

«de naam Johannes Douw) terwijl in de notulen van 1682 vermeld «staat, dat verkrijgbaar waren gesteld bij den bode van het collegie, «de groote kaart voor *f* 4 de middelbare voor *f* 2 en de kleine «voor 12 stuivers.

Op alle drie de kaarten staat vermeld: met octrooi voor 15 jaren, terwijl aan Mr. van Leeuwen indedaad is gebleken, «dat «in het jaar 1680, dit verzocht is van de Staten-Generaal, om- «dat gezegd wierd, dat de kaart in eene andere provincie zou «worden nagedruckt en Dijkgraaf en H.Heemraden bevreesd waren, «dat het bereids in 1679 verkregen Octrooi der Staten van Hol- «land niet voldoende was om den nadruk ook in de andere pro- «vinciën te weeren.

«Nergens, noch in de notulen, noch in de door Douw onder- «teekende kwitantien vond Mr. van Leeuwen van *verschillende* «kaarten gesproken, maar alleen van *de kaart*; op bovenstaande «gronden vermoedt hij dat Dou voor dezelfde som tegelijker tijd «de drie soorten van kaarten gemaakt heeft.»

Op het exemplaar der groote kaart, aanwezig op het Provinciaal archief te Haarlem, was door schrijver dezes opgemerkt het wapen van Aris van der Mieden, als Dijkgraaf. Ik had dus gevraagd naar den tijd waarin deze dat ambt bekleedde, vermeenende, dat hij het maken der kaart zoude gelast hebben. Daaromtrent schrijft Mr. van Leeuwen:

In 1664 tot 1682 was Dijkgraef Johan van den Nyenburg, van 1682 —1713 Gerard van Egmond van den Nyenburg, 1713—1728 Floris van Teylingen; en Mr. Aris van der Mieden trad eerst in 1728 als Dijkgraaf op; dus *niet* in den tijd van het vervaardigen der kaart. De zaak lost zich echter daardoor op, dat, wanneer de oude exemplaren der kaarten op waren, en men tot het herdrukken der oude kaarten (met bijteekening van den veranderden toestand) overging, de wapens liet veranderen (hetgeen ook bij andere waterschappen geschiedde). Men plaatste dan op de kaart de wapens der bestuursleden die op *dat* oogenblik in het collegie zaten. Op de later herdrukte kaarten zijn dan ook verschillende wapens afgedrukt.

Mr. van Leeuwen zegt verder: «Wat nu betreft de vraag, «waaruit ik deze mededeelingen putte, kan ik u mededeelen, dat «dit geschiedde uit de Oude Notulenboeken van Dijkgraaf en Hoog «Heemraden, en uit de Oude Rekeningen in het Archief voorhanden.

«Op die Notulen hebben wij een uitmuntenden klopper; deze is «loopende van 1544—1735 en vervaardigd door den heer Dijk- «graaf Mr. Aris van der Mieden; terwijl die van 1735—1872 is «vervaardigd door nu wijlen mijnen vader Mr. G. van Leeuwen, «die van 1832—1864 secretaris van het Hoogheemraadschap was, «en aan wien ik opvolgde; beide heeren gaven hun arbeid aan «het Collegie ten geschenke.

«Mijn vader overleed 12 Maart 1872 en hield zich tot zijn «overlijden daarmede bezig.»

Verdere kaarten van Douw zijn in 't Archief der Uitwaterende sluizen, of in 't Archief van Alkmaar, dat Mr. van Leeuwen daaromtrent liet naslaan, *niet* gevonden.

Deze kaarten zijn de duidelijkste en netste die immer van Noordholland zijn gemaakt; de eenige moeijelijkheid bij haar gebruik is deze, dat het noorden daarop niet (als naar gewoonte) boven, maar aan de linkerhand van de kaart is geplaatst, hetgeen de vergelijking met andere kaarten eenigzins belemmert.

Wat aan alle deze kaarten als waterstaatskaarten het meest ontbreekt, is dat zij nimmer vermelden hoe hoog of hoe laag de landen liggen. Het Amsterdamsch peil schijnt eerst later in zwang te zijn gekomen; eb en vloed werden, blijkens t Verbaal omtrent Bresaep, wel waargenomen, doch de hoogte der landen waarop zij of drooglagen of bemalen moesten worden, was aan de landmeters wel bekend, maar zij hielden er geene aanteekening van op hunne kaarten, hetgeen wel te betreuren is voor de kennis der toenmalige toestanden.

Bodel Nyenhuis heeft (op de Leidsche Bibliotheek) aangeteekend dat deze kaarten bij Vischer zijn uitgekomen.

Jan Dou ontwerpt plan Remonstrantsche Kerk te Leiden. (Bodel Nyenhuis verwart in zijne aanteekening op de Bibliotheek te Leiden in voce J. Pz. Dou, den zoon J. Dou met den Vader J. Pz. Dou.)

A°. 1672. Wagenaar, *Vaderlandsche historie*, XIV, 96ste boek, blz. 53, zegt:

«De landmeter Dou berigt 20 van zomermaand aan de staten «van Holland, dat het water aan den IJssel de landen nevens de «wegen (tegen den aanrukkenden Franschen vijand) niet genoeg «zou kunnen dekken, terwijl Beverningk zich geliet alsof het reeds «te hoog stond.»

A°. 1673. Johannes Dou meet de landen van het Heiligengeest weeshuis te Leiden. Register fol. 105 Archief Leiden. (Zie A°. 1606.)

A°. 1674.

A°. 1675. Jan Jansz. Dou wordt uit de schutterij ontslagen, omdat hij zestig jaren oud was.

Hij woonde toen in de Maarsemansteeg, zooals blijkt uit de huwelijksacte van:

Florentius Douw, jonkman, Doct. Med. wonende op 't Marendorp, vergezelt met Johan Douw landmeeter in de Maarsemansteeg, met Christina Schouten, jongedochter van Weesp, vergezelt met Yda Deel hare moeder. Gehuwd op 't Stadhuis te Leiden en te Wassenaar in 1675; waren dus waarschijnlijk ook dissenters. (Archief Leiden.)

A°. 1676.

A°. 1677.

A°. 1678.

A°. 1679

A°. 1680.

A°. 1681. Uitgave van Euclides te Rotterdam, vermeld in den Catalogue Frédéric Muller, Amsterdam, Janvier 1864. Zie A°. 1606, 1647, 1701, 1702.)

Chaerte van het water genaamt het Sparen van Haerlem tot Spaerndam, Junij 1681, Joh. Dou; papier. (Archief Rijnland.)

Chaerte van een gedeelte van den Rijn gelegen tusschen de stad Leiden ende het Voorschoter Schou, gemeenlijk genaamd het Haagsche Schouw; Aug. 1681, Joh. Douw, papier. Archief Rijnland.

Chaerte van de Rijn tusschen de Wittepoort van Leiden en de Oude Vliet en van de Oude Vliet tot het Haagsche Schouw Januarij 1681, Joh. Dou, papier. (Archief Rijnland.)

A°. 1682. Jan Janszn. Dou (de zoon van J. Pz. Dou) wordt begraven in de Hooglandsche kerk te Leiden.

Zijn protocol als notaris loopt van 1638—1682.

A°. 1683. Chaert vertonende hoedanig de Groote Meer jegenswoordig is strekkende langs Leimuiden ende Aelsmeer. Mei 1683. J. Dou (moet dus de kleinzoon zijn), perkament. Archief Rijnland. (Zie 1590.)

A°. 1684.

A°. 1685.

A°. 1686.

A°. 1687.

A°. 1688. Verbaal eener opmeting eener vaart van Rotterdam naar Waddinxveen van J. Jz. Dou (den kleinzoon van J. Pz. Dou) Archief Leiden.

Kaert en twee Verbalen van Inspectien om te beletten het maken van eene trekvaart door de Regering van Rotterdam, gaande door Hazerswoude, Benthuizen, tot in den Rijn of in de Gouwe.

Het 1e Verbaal door Johannes Dou, 5 April 1688.

Het 2e do door Joh. Meerman, 12 April 1688. Archief Leiden (papier.)

A°, 1689.

A°. 1690. Jan Janz. Dou (kleinzoon J. Pz. Dou) sterft op Swanenburg onder Houtrijk en Polanen).

A°. 1691. Gerechtsdagboek XX folio 125 Archief Leiden, Jan Douw (Dou) wordt aangesteld als Stads Extraordinaris Doctor te Leiden, doch zonder belooning. Dato 3 April 1691.

A°. 1692.

A°. 1693.

A°. 1694.

A°. 1695. Jan Janzn. Dou (de kleinzoon J. Pz. Dou) houdt op 200ste penning te betalen, is dus waarschijnlijk gestorven, doch komt niet in de doodboeken voor te Leiden. Zie 1690.

Mr. Jacob Douw, advokaat 's Hofs van Holland, jonkman van Leiden op den nieuwen Rijn vergezeld met Pieter de Haes zijn oom, mede aldaar, trouwt met Susanne Koone (of Coone) jonge dochter van Leiden, wonende op Rapenburg, vergezeld met Johanna Koone haar zuster mede aldaar. Hij is 16 Aug. 1704 in de Pieterskerk begraven.

A°. 1696. Mr Jacobus Dou, zoon van Jan Janzsn. Dou betaalt 200ste penning, als zoon en erfgenaam van Joh. Douw landmeter. Uit de brieven daaromtrent op 't Archief Leiden blijkt dat deze 200ste penning tot op dat tijdstip op Swanenburg was betaald, doch dat men die nu voortaan te Leiden wenschte te ontvangen. Welligt had oom Florentius daarin voorzien, die volgens geslachtlijst toen nog te Swanenburg kastelein was.

A°. 1697.

A°. 1698.

A°. 1699.

A°. 1700.

A°. 1701. Uitgave Euclides, Amsterdam (Catologue F. Muller 1864), velin 8o.

A°. 1702. Hetzelfde werk gedemonstreerd H. Caets (ald.), velin 8o. Uit de verschillende uitgaven van dit werk van 1606—1702, kan met eenige waarschijnlijkheid worden opgemaakt, dat dit boek gedurende al dien tijd tot schoolboek bij het meetkundig onderwijs zal hebben gediend. (Zie A°. 1606, 1647, 1681.)

179 . . . Op Jan (?) Balthaser Douw, raad en schepen te Leiden, slaat waarschijnlijk het volgende vers, voorkomende in het legaat Bodel Nijenhuis, bibliotheek Leiden:

Ad. Jac. Balth. Douw, virum senatorium.

Te quoque Posteritas laudabit et ultima noscet
Auguror, oblatae, Douwe, negasse togae.
Nec læsisse velim, salvo qui posse pudore
Munera crediderint Principis accipere.
Absit ab ingenuo mordax petulantia vate.
Neu nisi me, nullum cernere recta putem,
Unus at es potior, cujus sententia nostræ
Concinit, excelsi signa gerens animi.
Non titulos sequitur, non nostra Thalia, secures,
Sed quibus est titulo carius officium.

En hiermede sluit ik mijne berigten over de opvolgende geslachten van eerlijke brave Hollanders, die allen, in hunnen kring, zich voor het Vaderland verdienstelijk hebben gemaakt; ik laat het aan mijne opvolgers over mijne opgaven meer volledig te maken, hetgeen ik niet twijfel dat alligt gebeuren kan.

Is er in het leven van Conrad (in deze zelfde verslagen van 't Instituut) op gezinspeeld, dat door de oude Nederlanders aan hunne Ingenieurs niet altijd bijzondere eer werd bewezen, ja dat Jan Adriaensz. Leeghwater de heeren aan tafel bediende, maar niet zelf mede at, het was niet onaangenaam voor mijn gevoel te ontwaren dat toch niet immer verdiensten alhier zijn miskend, maar integendeel dat de nazaten van den verdienstelijken Jan Pietersz. Dou, die de plannen ontwierp voor de doorgraving aan Breesaep en de drooglegging der Peel, waaraan eerst ons geslacht uitvoering gaf, toch steeds door hunne medeburgers zijn in eere en aanzien gehouden, hetgeen toch wel de beste belooning mag heeten voor groote mannen, die hunne levensdagen ten dienste van het Vaderland hebben doorgebragt.

Eere zij hunne nagedachtenis.

Haarlemmermeer, 8 Maart 1873.

Mr. J. P. Amersfoordt.

NASCHRIFT.

Nadat mijn opstel over de Landmeters Dou reeds ter perse was, ontving ik, door de beleefdheid van den heer W. N. du Rieu, uit de bibliotheek van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, een exemplaar van:

«Quelques arpenteurs Hollandais de la fin du XVIe et du com- «mencement du XVIIe siècle et leurs instruments, par G. A. Vor- «sterman van Oyen, professeur de mathématiques et de physique. «Extrait du Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Mate- «matice e Fisiche, Tome III, Septembre, Octobre 1870. Rome, «Imprimerie des sciences mathématiques et physiques, via Lata «Num°. 211, A. 1870.»

De vierentwintig eerste paragrafen van dit opstel zijn gewijd aan J. Pz. Dou.

De schrijver haalt aan eene duitsche vertaling van de Practijck des Landmetens, getiteld:

«Practica des Landmessens: Darinnen gelehrt wirdt, wie man «alle recht und krumseitige Land, Wäldt, Baumgärten und andere «Felder, so wol mit hülff des Quadranten, als ohne denselben «messen soll.

«Dessgleichen alle Land vnd Felder in gleiche und ungleiche «theil nach underschiedlichen maniern theilen, sampt etlichen neuen «calculierten Tafeln, dar zu dienende. Alles durch Johan Sems «und Johan Pietersz. Dou, beide verpflichte Landmesser, compo- «niert und in Niederländischer Sprach in Druck gegeben.

«Nun aber männiglich zu nutz, vnd allen Liebhabern dieser «Kunst zu besonderm gefallen, auss gemelter Niederländischen «Sprach in Hochteutsch gebracht: Durch Sebastianum Curtium «Rechenmaistern, Burgern und verordneten Visitatorn der Teutschen «Schulen in Nurnberg. Gedruckt zu Ambsterdam, bey Wilhelm «Janss., auf dem Wasser, in dem vergülten Sonneweiser. Anno «1616.

Vorsterman van Oijen bezit van het oorspronkelijke eene uitgave zonder jaartal; hij gist als jaar der eerste uitgave 1600, hetgeen bevestigd wordt door het exemplaar op de Leidsche bibliotheek voorhanden.

Hij geeft 1573 als geboortejaar van J. Pz. Dou aan, zonder te zeggen uit welke bron hij dit jaar heeft.

Hij zegt dat hij in bezit is van een handschrift van Jan Pietersz. Dou, houdende 354 bl. in groot folio; waarin deze verhaalt «aan «den lezer die te eenigen dage dit boek bezitten zal,» dat hij op 18jarigen leeftijd had bemerkt nu minder kennis te hebben van rekenen, schrijven en lezen dan toen hij negen jaren oud was, hetgeen hem zooveel verdriet deed, dat hij besloot zijne studien op nieuw te beginnen. Hij leerde nu eerst de rekenkunst, daarna loste hij velerlei meetkundige vraagstukken op, hield zich bezig met de *regula cos*, en der binomen, en legde zich zoodanig toe op de vermeerdering zijner kundigheden, dat hij weldra leerde zeer moeijelijke vragen op te lossen.

Nu bevinden zich in het handschrift, dat hij begonnen heeft in 1592, alle de voorstellen die hij heeft opgelost, alles wat hij heeft uitgevonden; hij gaf aan het handschrift den volgenden titel:

«Den Hutspot der Geometrya; dat is een seecker composytye «ende vergaderinge van dyversche Geometrische werkingen ende «questien, bijeenvergadert (anno 1603). Dewelke ik zeedert den «Jare XV^c XC II totten Jare vijftienhonderd zesennegentigh, geleert, «ghepractiseert, ende beschreven hebbe, tot dyversche tyden, ende «van verscheydē questiën, op besondere Maniere ghecalculeert, «als sonder ofte door den Regula Cos, met meer andere werkingen.»

De woorden «anno 1603» zijn geschreven met andere inkt dan het overige van het handschrift en zullen volgens V. v. O. later bij het eindigen van het handschrift door J. Pz. Dou zijn toegevoegd.

Immers lager staat:

«Dewelcke materie Ick In den Jare zesthienhondert en drie hebbe «bijeengevoucht, naerdat die best bij den anderen vouchte ofte «schickte. — By my J. Pietersz. Dou.»

Het blad 278 is de titel van een omslag van 22 bladen, «welke «hij geschreven heeft in 't begin van 't jaar 1596, voor hij land- «meter was, en waarin hij de verdeelingen der velden behandelt «op eene wijze als nog niemand vóór hem gedaan had. Later gaf «hij deze wijze van verdeelingen uit in de Practijck des Land- «metens, hetgeen bewezen kan worden uit de figuren welke hij «zelve gegraveerd had. Maar de voorbeelden van het boek ver- «schillen van die van het handschrift, omdat Mr. Samuël Crop, «het verlof verkregen hebbende om er eenige deelen van na te «schrijven, onder belofte daarvan niets aan anderen mede te deelen, «zijn woord gebroken had en de kopij had vertoond aan Jan «Sems, hetgeen groote vijandschap had veroorzaakt tusschen Dou «en Crop. Later heeft Crop de kopij ter hand gesteld aan Sems, «die haar weder teruggaf aan Dou.»

(Omtrent deze laatste aanhaling moet ik opmerken, dat ik haar niet heb uit het oorspronkelijke van J. Pz. Dou, maar uit de fransche vertaling door V. v. O., welker Fransch zeer eigenaardig is, en waarvan de corrector vele drukfouten heeft over het hoofd gezien.)

In het handschrift staan verder vergelijkingen van vreemde voeten met den Rhijnlandschen voet, onder anderen die van Antwerpen, Leuven, Mechelen, Londen, Koppenhagen, Parijs, Venetie en Toledo.

V. v. O. geeft verder een overzigt van den inhoud van de Praktijk der Geometrie en prijst de naauwkeurigheid van Sems en Dou, in het niet aanhalen van schrijvers die verkeerde berekeningen hadden in het licht gegeven (zie blz. 10).

Vorsterman v. Oijen geeft eene kopij van de koperen gravures van de titelplaat der Practijk des landmetens en die uit het boek zelf. Hij spreekt van het instrument van Sems en Dou, dat later door N. Bion, traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique, *recipiangel* is genoemd; en van den «Bakelus Jacobs» Baculus Jacobi, waaromtrent hij ook het handschrift den Hutspot, fol. 309, aanhaalt.

Het zoude, mijns inziens, zeer te wenschen zijn, zoo de heer Vorsterman van Oijen, die, zoo ik van den heer Durieu vernam, te Aardenburg of Sluis woont, maatregelen wilde nemen, dat dit handschrift nimmer verloren raakte, daar hij zeer te regt de aandacht er op gevestigd heeft, en zulk een handschrift alligt, na overlijden van den bezitter, in het ongereede geraakt.

De ware plaats daarvoor zoude (dunkt mij) de Leidsche Bibliotheek zijn, die nu reeds in het bezit is van meerdere stukken op J. Pz. Dou betrekkelijk, en voor publiek gebruik openstaat.

Ik heb gemeend mij nog te moeten haasten met de vermelding van dit opstel, daar het eene kostbare handleiding is voor hem, die later het leven van J. Pz. Dou zou willen behandelen, en aantoonen welke eigenlijk zijne *inventien* zijn; welke zaken hij van zijne voorgangers kan hebben overgenomen, hetgeen voor de kennis van de ontwikkeling der wiskundige wetenschap niet van belang ontbloot kan zijn.

Haarlemmermeer, 23 Maart 1872.

AMERSFOORDT.

REGISTER.

A.

Aa (van der), 1608, 1647, 1669.
Abbenes, 1637, 1657.
Adelborst, 1617.
Aelsmeer, 1646, 1683.
Alphen, 1602, 1651, 1662.
Amstelland, 1627.
Amsterveen, 1633.
Assendelft (J. van), 1608.

B.

Barsingerhorn, 1627.
Bas van Alkmaar, 1608.
Beek (van der), 1608.
Beemster, 1608.
Benthuizen, 1688.
Bercouw, 1629.
Beverningk, 1672.
Bevolkingsregister, 1581.
Binnenwegsche polder, 1635.
Bloysche maat, 1629.
Bodegraversluis, 1661.
Boerslaan (Jan), 1661,
Braassemermeer, 1621, 1631, 1647.
Breesaep, 1628, 1629, 1635.
Broeckhuisen (S. van), 1631, 1636.
Bruyns (Pieter), 1590.
Bussschietery, 1641.
Butterhuispolder, 1637.

C.

Call (Jan van), 1647.
Catharina gasthuis, 1604, 1609, 1611, 1618.
Catharina Veststeeg, 1612.
Ceulen (van), 1600.
Claes (Willem van), 1641.
Cleypolder, 1624, 1633.
Colhorn, 1627.
Collecteur, 1606.
Conrad, slot.
Copierskade, 1630.
Coppoel, 1633.
Couderkerk, 1645.
Crimpenerwaert, 1629.
Crop, 1600.
Crostsloot, 1628.
Cuyck, 1613.

D.

Decimalen, 1599, 1600, 1629.
Dekker (Coenraad), 1670.
Deyl (den), 1634.
Direxlant, 1634.
Dissenters, 1641.
Doedinxlaan, 1630.
Doelen, 1612.
Does (Cleyne), 1609,
Does (van der), 1624.
Dolhuis, 1604.
Dordrecht, 1629.
Dou (Jacob Balthasar), 179...
Dou (Gerart), 1622, 1641.
Dou (H. P.z.), 1601.
Dou (J. Pietersz.) doorgaans, geslachtboom.
Dou (Jan Jansz.), id. id.
Dou (Jan Jan Jansz.), id. id.
Duinen, 1670.

E.

Eed, 1622.
Egmont aan Zee, 1629.
Egmont (Abdy van), 1645.
Elisabeth (St.) Gasthuis, 1606, 1620, 1655.
Euclides, 1604, 1606, 1641, 1647, 1681, 1701, 1702, plaat onderschrift.
Eversdyck, 1629, 1664, 1669.
Eymerpoel, 1623.
Exsluis, 1634.

F. — G.

Galgenwater, 1610.
Geestmerambagt, 1624.
Gerwen (van), 1627, 1633.
Goeschgewigt, 1629.
Gouda, 1629.
Gouter (Jacob Cornelis), 1634.
Gouwe, 1658, 1688.
Graadmeting, 1629.
Grave, 1617, 1622.
Grieckenland, 1638.
Griet (het), 1637.

H.

Haagsche schouw, 1631, 1681.
Haarlemmermeer, 1624, 1641, 1657, 1683.
Haag (straatweg den), 1630, 1634, 1681.
Hanepoel, 1633.
Haringhuizen, 1627.
Hazerswoude, 1688.
Heerepoort, 1610.
Heilige Geest Weeshuis. (Zie Weeshuis).
Heining (de), 1646, 1666.
Hemmeer, 1623.
Hillegom, 1608.
Hoeksnes, 1666.
Hofambacht, 1646.
Hollandsch diep, 1608.
Hontbossche, 1661.
Hontbossche roede, 1624.
Hoogewoerdspoort, 1661.
Hooglande (Kapittel ten), 1631.
Houck (van den), 1609.
Hout (Jan van), 1599, 1606.
Houtrak, 1666, 1670.
Houtrijk, 1646.
Huis van P. A. Dou, kuiper, 1594.
Huis J. Pz. Dou, 1611, 1637. (Zie Gerart Dou.)
Huiszittenhuis, 1622, 1623, 1628, 1664.
Huwelijken (zie Geslachtregister.)

I. — J. — K.

Katwijk, 1601, 1608, 1660.
Kerkdam, 1634.
Kever (de), 1623.
Kellen (van der), bij portret.
Koepoort, 1605, 1658.
Kramm, 1622, 1641.

L.

Laleyn (Johan), 1607.
Landmeter, 1597, 1609, 1631, 1665.
Leeghwater (J.Az.), 1608; en slot.
Leeuwen (Mr. van), 1670.
Leeuwenhorst (Abdy), 1625, 1631.
Leiden (Kaart van), 1604, 1611, 1612, 1613, 1614, 1649, 1658, 1659.
Leiderdorp, 1609, 1634.
Leidschendam, 1632.
Leimuiden, 1646.
Lier (van de), 1633.
Lisserpolder, 1624.
Luttekegeest, 1601.
Lycksloot, 1631, 1633.
Lyckerpoel, 1631, 1633.

M.

Maarsemansteeg, 1675.
Maertz, 1670.
Maredorp, 1604.
Marenpoort, 1609, 1614, 1635.
Marlois, 1619.
Maurits (Prins), 1609, 1613, 1618, 1623.
Mennoniet, 1622, 1637.
Merwen (van), 1588.
Morsdijk, 1611, 1658.

N.

Nassauërgronden, 1608.
Nerckelanden (te Lisse), 1624.
Nieuwkoop, 1631.
Nieuwlekkerland, 1629.
Nieuwstraat, 1641.
Noorden (Kerk van), 1628, 1631.
Noordwyck, 1660.
Notaris, 1618, 1682.

O.

Oegstgeest, 1606, 1611, 1617, 1624, 1626, 1633, 1658.
Oostdorp, 1646.

P.

Paauw (van der), 1599, 1628, 1629, 1633, 1658.
Palmaziebaan (Paille maille), 1637.
Pape, 1617.
Peel, 1617.
Persyn (zie bij 't Portret J. Pz. Dou.)
Pest, 1635.
Pesthuis, 1604, 1637.
Pieters kerkhof ('t), 1607.
Practyck des landmetens, 1600.
Poolshoogte, 1629.
Protocol, 1618, 1682.

Q.

Quadrant, 1629.

R.

Ramen, 1609.
Regenwater, 1629.
Reyer Cornelis (van Warmenhuizen), 1608, 1624.
Remonstrantsch, 1617, 1622, 1623, 1637.
Rondassier, 1595.
Rotterdam, 1658.
Ruigoord, 1666.
Rijndijk, 1630, 1660, 1661, 1662.
Rijnenburch, 1605.
Rijnsburg, 1628, 1633, 1635, 1644.
Rijnsburgerpoort, 1608, 1614.
Rijperroede, 1608.
Rijpwetering, 1631, 1633.

S.

Sadelaer (J. Ph. dr.), 1606, 1611.
Sant (Heerlykheid 't), 1617.
Santpoortsche laan, 1631.
Sandvoort, 1629.
Sassenheim, 1624, 1644.
Schagen, 1627.
Schieland, 1635.
Schorel (van), 1627.
Schrevelsrecht, 1646.
Schutterij, 1570, 1592, 1593, 1595, 1617, 1622, 1640, 1666, 1675.
Segwaart, 1624.
Sems (J.), 1600.
Sextant, 1629.
Singel, 1634.
Sinck, 1608.
Sleet (Landen aan de), 1590, 1634, 1637.
Sloterdijk, 1646.
Sluizen Amsterdamsche Dijk enz., 1599.
Snellius, 1619, 1629.
Soetermeersche Meer, 1624, 1629. 1635, 1639.
Soeterwoude, 1605, 1608, 1621, 1646, 1658.
Sonneveltsteeg, 1641.
Sparendam, 1631, 1646, 1670, 1681.
Spieringmeer, 1631.
Spierinxhouck, 1634.
Stevin (Simon), 1600, 1619.
Stompwijk, 1601, 1624.
Straatweg, 1630, 1634.
Studentenpad, 1635.
Suytwyck, 1634.
Swanenburg, 1670.
Sweelinck, 1622.
Sylpoort, 1609.

T.

Taurel, ziebij 't portret J. Pz. Dou en 1622.
Tiendeelige breuken, 1599, 1600, 1629.
Torensteeg, 1613.
Tractaet Roeden en Landmaeten, 1600, 1608, 1609, 1629.
Trekvaart 1633, 1637, 1638, 1661.
Trekpad, 1658.
Troysgewigt, 1599, 1629.
Tuynen, 1615, 1659.
Tweehonderdste penning, 1622, 1641, 1695, 1696.

U.

Uitwaterende sluizen, 1670.
Universiteit, 1601, 1602, 1604, 1605, 1608, 1634, 1645, 1646.
Utrecht, 1661.

V.

Valkenburg, 1608.
Veenweg, 1669.
Velsen (van), 1637.
Vennip, 1588, 1607, 1608.
Vergrootingen van Leiden, 1610, 1611, 1658, 1659, 1660.
Vernave, 1606.
Verversching (zie Zuivering).
Vest (Oude), 1610.
Veur, 1669.
Vissteeg, 1612.
Vliet, 1605, 1612, 1632, 1633, 1638, 1645.
Volmolen, 1634, 1635, 1653, 1663.
Voorschoten, 1601, 1604, 1609, 1630, 1637.
Voorschotensche schou, 1681. (Zie Haagsche schouw.)
Vroedschap, 1617, 1618.
Vroon, 1595, 1624.
Vrijdommen van Leiden, 1614, 1615, 1659.

W.

Waddinxveen, 1658, 1688.
Walter, 1617.
Wapen van Dou (Voorrede).
Warmenhuizen (Reijer van), 1608, 1624.
Wassenaar, 1634, 1660.
Watermolen, 1629, 1658.
Weeshuis (Gereformeerd of Heilige Geest), 1606, 1607, 1618, 1642, 1673.

Westvaart, 1645.
Wiel (Nicolaas van der), 1601, 1602, 1609.
Willigen (van der), bij portret J. Pz. Dou.
Wittepoort, 1633, 1634.
Woerden, 1661.
Wormer, 1624.

X. — Y.

Y (Landen aan het), 1590, 1634, 1666.
Yssel (water in den), 1672.

Z.

Zuivering grachten van Leiden, 1599, 1628, 1629, 1633, 1635.
Zweiland, 1623.
Zyl, 1660.
Zylpoort, 1660.

BIJLAGE 10.

UITTREKSEL UIT HET PROGRAMMA VAN HET BATAAFSCH GENOOTSCHAP DER PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE, 1872.

Wetenschappelijke prijsvragen.

1. Aangezien het voor de kennis van den waterstaat des lands van belang te achten is bepaalde en statistieke opgaven te bezitten van de verschillende hoofdwaterschappen, zoo heeft het genootschap, meerdere uitbreiding willende geven aan zijne omtrent eenige waterschappen wèl geslaagde bemoeijingen, besloten thans voor te stellen:

« Eene statistieke opgave en beschrijving van eenig ander hoofdwaterschap van ons land. »

Het antwoord op deze vraag moet bevatten eene beschrijving van den omvang, de ligging en de grootte van de binnen het waterschap gelegen landstreek; eene opgave van de betrekkelijke ligging der landen ten opzigte van het AP.; den staat van verdeeling dezer landstreek in afzonderlijke polders of andere afdeelingen, die verschillende zomerpeilen mogten hebben; eene korte beschrijving van de molens of andere toestellen, waardoor het overtollige water wordt ontlast, zoodat de hoeveelheid opgebragt water en de hoogte van opvoer kan worden beoordeeld, met vermelding van de veranderingen, waardoor men hetzij de waterhoeveelheid, hetzij de hoogte van opvoer heeft trachten te vermeerderen, en van den uitslag dien zulks heeft opgeleverd; verder eene aanwijzing der waterwegen, waardoor het opgebragte water wordt geloosd, waarbij behoort de opgave van den loop en het dwarsprofiel dier waterwegen en van de afmetingen der sluizen of waterkeeringen, die zich aldaar mogten bevinden en invloed hebben op de waterlozing; hierbij de geschiedenis van hetgeen de ondervinding geleerd heeft over het al of niet voldoende dier lozingmiddelen, van de ontwerpen, die gevormd zijn om die lozing te verbeteren, en, voor zoo verre die uitgevoerd zijn, welke de daaruit verkregene uitkomsten geweest zijn, hetzij voor- of nadeelig; eindelijk eene opgave der verdedigingsmiddelen, tegen het buitenwater in werking gebragt, met aanwijzing van de daaruit verkregen gevolgen.

2. Het genootschap, oordeelende, dat het onderzoek naar den warmtegraad van het water der groote zeeën op aanmerkelijke diepten zeer belangrijk voor de kennis van den physischen toestand van onzen aardbol kan zijn, en overtuigd dat deze warmtegraad op vele schepen bij gunstige omstandigheden kan bepaald worden, verlangt een naauwkeurig onderzoek, met geschikte toestellen op lengten en breedten, waar zulks nog niet geschied is, ingesteld en in goede orde medegedeeld.

3. Nog altijd bestaat er onzekerheid en verschil van gevoelen, aan welk der bekende werktuigen tot het opbrengen van water, voor het droogmaken of drooghouden van landerijen, polders of waterschappen, de voorkeur moet worden gegeven;

Men vraagt alzoo:

Eene vergelijkende beschouwing van de tot bovengemeld doel meest geschikte werktuigen en eene aanwijzing, in welke gevallen en onder welke omstandigheden het eene werktuig boven het andere de voorkeur verdient.

Welke zijn de afmetingen, te geven aan de door dit onderzoek in de verschillende gevallen en omstandigheden als meest geschikt aangewezene werktuigen?

4. De stroommeters van Brunings, Woltman, Pitot en anderen hebben het nadeel, dat zij wel de betrekkelijke, maar niet de volstrekte hoegrootheid der snelheden aangeven; de drijver of stroommeter van Kraijenhof is slechts voor sommige riviervakken geschikt.

Daarom wordt gevraagd:

« Een werktuig, geschikt om de gemiddelde snelheid in eenig riviervak te leeren kennen, waarbij de gebreken der tot nu toe bekende werktuigen, zoo niet geheel vermeden, althans in mindere mate aangetroffen worden. »

5. Voor de kennis van den tegenwoordigen staat onzer rivieren is de geschiedenis van de veranderingen, die in den loop der stroomen en in hunne in- en uitmondingen hebben plaats gehad, alsook van de gebeurtenissen, die van deze veranderingen oorzaak of gevolg zijn geweest, van groot belang. Veel wetenswaardigs daaromtrent ligt verspreid in bijzondere verhandelingen en in deliberatiën en resolutiën van verschillende besturen. Dit te verzamelen kan voor belanghebbenden nuttig zijn.

Daarom wordt gevraagd:

« De geschiedenis en beschrijving van den Zuidhollandschen Waard tot op den tegenwoordigen tijd. »

6. Het genootschap verlangt proeven en juiste opgaven omtrent de hoeveelheid slib, die op eenig punt onzer hoofdrivieren gedurende verschillende tijden van het jaar wordt afgevoerd.

5. Het is van belang bekend te worden met de voornaamste verschijnselen, door het onweder en het noorderlicht in de telegraafdraden veroorzaakt. Vele dezer verschijnelen zijn slechts aan enkele personen bekend; doch het zou zeer wenschelijk zijn, dat de gedane waarnemingen meer algemeen werden medegedeeld, ten einde daaruit gevolgen te kunnen opmaken.

Daarom wordt gevraagd:

« Eene geschiedenis van de voornaamste waarnemingen, die gedaan zijn omtrent de verschijnselen, in de telegraafdraden ontstaan door het noorderlicht en het onweder.

8. Het genootschap vraagt eene wetenschappelijke beschouwing en kritiek der tot heden gegeven voorschriften voor de zamenstelling en plaatsing van bliksemafleiders. Het antwoord zal tevens moeten dienen tot eene volledige handleiding voor bedoelde plaatsing.

Een en ander door waarnemingen en afdoende proeven toe te lichten.

9. Wanneer een galvanische stroom gaat door lange telegraafgeleidingen onder den grond of onder water, doen zich bijzondere verschijnselen voor, die ladingsverschijnselen genoemd worden.

Men vraagt:

« Eene verklaring van deze verschijnselen en een overzigt van de middelen, die bij de telegrafie zijn aangewend, om deze verschijnselen geen nadeeligen invloed op de telegrafische gemeenschap te doen uitoefenen. »

10. Daar het voor de koopsteden in ons vaderland, die aan de benedenrivieren zijn gelegen, van overwegend belang is te achten, om ook gedurende den winter zoo lang mogelijk vrije gemeenschap voor de scheepvaart met de zee te onderhouden.

Zoo wordt gevraagd:

« Welke middelen zijn het meest doeltreffend en het beste aan te wenden, om, bij eene met ijs bezette benedenrivier, de vrije scheepvaart het spoedigst en volledigst te herstellen. Welke middelen wendt men daartoe in het buitenland aan en met welk gevolg? »

11. Daar het opruimen van droogten en hindernissen voor de scheepvaart van overwegend belang voor ons vaderland is te achten,

Wordt gevraagd:

« Welke zijn de uitkomsten van de genomen proeven met nitroglycerine, dynamiet, lithofracteur enz. tot verdieping van grootscheepsvaarwaters?

» Leveren de genoemde of eenige andere soortgelijke stoffen de middelen op, om, met eenige kans van goed te zullen slagen, droogten of hindernissen voor de scheepvaart weg te nemen, — en zoo ja, — op welke wijze moeten dan die middelen worden aangewend? »

BIJLAGE 11.

Haarlem, den 8sten Februarij 1873.

Ik heb de eer u hierbij aan te bieden een staat houdende opgaaf van de in 1872 door de Texelsche zeegaten in de rijkszeehaven het Nieuwediep binnengekomen zeeschepen met 60 en meer decimeters diepgang, ten einde als vervolg te dienen op dergelijke reeds vroeger gedane opgaven.

Ten einde den voortreffelijken toestand der Texelsche zeegaten te doen uitkomen, vestig ik uwe aandacht op het in dien staat voorkomende Nederlandsche fregat « Johannes », dat met een waterstand van 1.16 M. onder volzee met een diepgang van 72 d.M. binnenkwam, liggende de kiel van het schip alzoo 8.36 M. onder volzee.

De hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland,

J. R. T. ORTT.

Aan den Raad van bestuur van het koninklijk Instituut van ingenieurs, te 's Gravenhage.

BIJLAGE 11.

STAAT VAN SCHEPEN TE NIEUWEDIEP BINNENGEKOMEN MET 60 EN MEER DECIMETERS DIEPGANG, GEDURENDE HET JAAR 1872.

Soort van schepen.	Naam van het schip.	Naam van den gezagvoerder.	Diepgang van het schip in decimeters.	Door welk zeegat binnengekomen.	Het schip passeerde den buitendrempel: Datum.	Uur.	Weerkundige waarnemingen op het observatorium te Helder, omstreeks den tijd dat het schip den drempel passeerde. Weersgesteldheid.	Waterstand betrekkelijk volzee.	Toestand van de zee.	Rigting van den wind (regtwijzend).	Winddruk op den vierkanten meter (kilogrammen).
Nederlandsch fregat.	Elizabeth.	IJ. Veenstra.	63	Schulpengat.	19 Januarij	9 voormiddag	Helder, beneveld, mooiweer.	0.31 meter onder volzee.	Vlak.	Z.	1.2
» »	Aurora.	H. Visser.	66	»	19 »	11 »	Helder, beneveld, mooiweer.	0.12 » » »	»	Z. t. O.	1.0
» »	Insulinde.	J. H. J. Jollie.	63	»	29 »	11 »	Dikke natte koude mist.	0.71 » » »	Slecht water.	Z. t. O.	4.8
» »	Johannes.	J. E. Kramer.	72	»	11 Februarij	10 30 »	Helder, beneveld, mooiweer.	1.16 » » »	Vlak.	ZO.	4.0
Nederlandsche bark.	Bezoekie.	P. W. Timmerman.	61	»	19 »	10 »	Bewolkt, helder, winderig, goed.	0.26 » » »	Weinig golvend.	ZZW.	7.0
Engelsch fregat.	Abankir.	J. Casell.	61	»	16 Maart	7 »	Digtbewolkt, beneveld, mooi.	0.12 » » »	Vlak.	Z. t. O.	0.3
Nederlandsch fregat.	Nieuwe waterweg 2.	J. Zwart.	68	»	16 »	8 30 »	Digtbewolkt, beneveld, mooi.	0.12 » » »	»	ZW. t. Z.	0.8
» »	Gebrs. van der Beek.	H. van der Wouden.	65	»	22 »	1 30 namiddag.	Helder, ligtbewolkt, goedweer.	0.06 » » »	Slecht water.	O.	7.0
Nederlandsche bark.	Frits.	O. Christensen.	60	»	10 April	9 30 voormiddag.	Digtbewolkt, koud, goedweer.	0.75 » » »	Vlak.	NW.	0.6
Nederlandsch fregat.	A. M. E.	H. P. Kluit.	61	»	11 »	1 namiddag.	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	1.21 » » »	Slecht water.	ZW. t. Z.	5.0
» »	Java.	W. L. Bakker.	68	»	4 Mei	12 middag.	Helder, wind, onstuimig.	0.08 » boven »	Hol water.	ZW.	16.0
» »	Maibit.	F. H. Popken.	66	»	10 »	10 voormiddag.	Bewolkt, winderig, koel.	0.61 » onder »	Golvend.	N.	10.0
» »	Cornelia.	J. R. de Boer.	67	»	13 »	7 namiddag.	Digtbewolkt, bijna stil, mooi.	0.10 » » »	Vlak.	Z. t. W.	3.2
» »	Nieuwe waterweg.	J. van der Valk.	71	»	25 »	7 voormiddag.	Helder, ligtbewolkt, mooi.	0.15 » » »	»	N. t. W.	0.8
Engelsch fregat.	Tyburnia.	J. Stephens.	60	»	29 »	12 middag.	Helder, beneveld, mooi.	0.03 » » »	Slecht water.	ZW.	2.0
Nederlandsche bark.	Galilei.	B. S. van der Meij.	60	»	30 »	9 voormiddag.	Digtbeneveld, vochtig, goed.	0.06 » boven »	Vlak.	ZW. t. Z.	0.6
Nederlandsch fregat.	Flevo.	J. C. Strootman.	68	»	31 »	10 »	Ligtbewolkt, helder, mooi.	0.00 » » »	»	ZZW.	3.0
Amerikaansch fregat.	Leucothea.	M. Trobes.	61	»	3 Junij	5 »	Ligtbewolkt, helder, mooi.	0.67 » onder »	»	ZW.	0.2
Nederlandsche bark.	Koophandel.	J. E. Visser.	60	»	13 »	2 namiddag.	Digtbewolkt, beneveld.	0.68 » » »	»	W.	0.7
Noordsch fregat.	Norge.	O. Gullicksen.	62	»	28 »	1 voormiddag.	Digtbetrokken, regen, wind.	0.20 » boven »	Golvend.	ZW. t. W.	6.0
Nederlandsche bark.	Egidia.	H. J. Basberg.	61	»	3 Julij	4 namiddag.	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	0.01 » onder »	Slecht.	ZW. t. W.	1.8
Nederlandsch fregat.	Sundswall.	A. M. Gundersen.	62	»	4 »	4 voormiddag.	Digtbewolkt, mooiweer.	0.06 » » »	Vlak.	ZW. t. Z.	1.0
» »	H. W. M.	A. G. M. Bruijns.	60	»	10 »	1 namiddag.	Helder, schoonweer.	0.93 » » »	»	WZW.	1.0
Nederlandsche stoomboot.	Conrad.	E. Oordt.	60	»	25 »	9 »	Helder, schoonweer.	0.28 » » »	Slecht.	O. t. N.	6.0
» bark.	Minerva.	H. A. Maas.	60	»	26 »	7 voormiddag.	Helder, ligtbewolkt, schoon.	0.06 » » »	Vlak.	ONO.	1.4
Nederlandsch fregat.	Bato.	H. Kramer.	65	»	1 Augustus	6 »	Bewolkt, winderig, koel.	0.13 » » »	Golvend.	W. t. N.	10.0
Noordduitsch »	Solo.	C. W. Rehse.	60	»	1 »	5 »	Zwaarbewolkt, winderig, koel.	0.07 » boven »	»	WNW.	10.0
Nederlandsche bark.	Brouwershaven.	P. J. L. Teensma.	62	»	4 »	2 namiddag.	Ligtbewolkt, helder, mooi.	0.50 » onder »	Slecht water.	WNW.	0.6
» »	Constance.	M. Kimmerer.	62	»	7 »	6 voormiddag.	Ligtbewolkt, mooiweer.	0.04 » boven »	Vlak.	Z.	0.3
» stoomboot.	Prins van Oranje.	M. C. Braat.	60	»	7 »	2 namiddag.	Ligtbewolkt, beneveld, mooi.	1.12 » onder »	»	OZO.	0.6
» bark.	Egidia.	H. J. Basberg.	61	»	27 »	12 's nachts.	Digt en zwaar bewolkt, regen, onstuimig.	0.13 » » »	Hol water.	NW. t. N.	14.0
Noordsch fregat.	Norge.	O. Gullicksen.	61	»	5 September	4 30 namiddag.	Ligtbewolkt, helder, mooi.	0.10 » » »	Weinig golvend.	Z.	3.0
Nederlandsch fregat.	Sundswall.	A. M. Gundersen.	64	»	17 »	6 30 voormiddag.	Digtbewolkt, winderig, vochtig.	0.20 » boven »	»	WZW.	6.0
» »	Kennemerland.	P. de Jong qq.	68	»	30 »	6 30 »	Losbewolkt, winderig.	0.08 » onder »	Golvend.	W.	8.0
Nederlandsche stoomboot.	Prins Hendrik.	J. Hendriks.	60	»	8 October	11 30 »	Dikke natte mist.	0.33 » » »	Vlak.	Z. t. O.	0.6
Belgische stoomboot.	de Ruiter.	A. Falk.	60	»	2 November	9 30 »	Bewolkt, beneveld, winderig.	0.51 » » »	Hol in zee.	ZW. t. Z.	13.0
Nederlandsch fregat.	Noordbrabant.	J. H. Rovers.	75	»	9 »	12 middag.	Bewolkt, mooiweer.	0.08 » » »	Slecht.	WZW.	3.0
» »	Angenietta.	G. K. Visser.	60	»	16 »	11 voormiddag.	Digtbewolkt, beneveld, koud.	1.17 » » »	Golvend.	ZO. t. O.	20.0
Engelsch fregat.	Surrey.	J. N. Marshall.	63	»	18 »	1 namiddag.	Digtbetrokken, regen.	1.13 » » »	Vlak.	ZO. t. Z.	4.8
Nederlandsch fregat.	Aurora.	H. Visser.	69	»	22 »	11 voormiddag.	Digtbetrokken, regenbuijen, winderig.	0.32 » » »	Weinig golvend.	ZO. t. Z.	11.0
» »	Sliedrecht.	L. M. Willemse.	66	»	24 »	10 30 »	Digtbewolkt, beneveld.	0.47 » » »	»	Z. t. W.	12.0
Nederlandsche bark.	Minerva.	H. A. Maas.	61	»	5 December	3 namiddag.	Losbewolkt, buijig, mooi.	1.15 » » »	Vlak.	ZO. t. O.	0.1
Nederlandsch fregat.	Elizabeth.	P. H. Kiewit.	63	»	21 »	7 voormiddag.	Digtbetrokken, vochtig.	0.44 » » »	Weinig golvend.	O. t. Z.	7.0
Nederlandsche stoomboot.	Conrad.	J. F. Graadt van Roggen.	61	»	30 »	5 namiddag.	Dikke natte mist, regenbuijen.	0.07 » » »	Slecht water.	Z. t. W.	4.6

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

VERGADERING VAN DINGSDAG DEN 8STEN APRIL 1873,
IN HET LOKAAL DILIGENTIA, TE 'S GRAVENHAGE.

1. Tegenwoordig: jhr. G. J. G. Klerck, president, W. T. Koster, N. T. Michaëlis en L. C. van Kerkwijk, raadsleden; J. Tideman, secretaris; het honoraire lid dr. I. P. Delprat, de gewone leden mr. J. P. Amersfoordt, J. W. Bake, J. Boelen J.Rzn., J. F. Boogaard, P. Caland, J. J. van Coeverden, dr. E. F. van Dissel, J. D. Evers, C. de Groot, E. A. Haitink, A. N. J. van Hees, J. Kluit, J. Leyds, jhr. E. J. de Savornin Lohman, P. Maas Geesteranus, G. J. Morre, E. J. A. Musquetier, W. J. A. Nieuwenhuisen, jhr. C. A. E. A. van Panhuys, A. M. C. Roest, J. D. C. M. de Roos, H. T. Hora Siccama, J. Singels, W. C. A. Staring, E. Steuerwald, M. Sijmons, dr. L. Cohen Stuart en Ph. J. Waller; de buitengewone leden J. J. Brutel de la Rivière, J. Drost Jr., A. Gorter, P. G. Joosten, C. L. J. Martens, jhr. O. J. A. Repelaer, C. T. J. L. Rieber, Th. G. Schill, J. Schroeder van der Kolk en A. F. Steers.

De raadsleden N. H. Henket, T. J. Stieltjes en J. G. W. Fijnje hebben kennis gegeven, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen. De president deelt mede, dat ook de raadsleden C. Brunings en J. A. Kool wegens ongesteldheid niet aanwezig kunnen zijn.

2. De notulen der vergadering van den 11den Februarij 1873 zijn afgedrukt in de derde aflevering van het *Tijdschrift* voor 1872—1873, welke aan de leden is verzonden.

Daar niemand daarover het woord verlangt worden zij voor goed vastgesteld.

3. Sedert die vergadering zijn ontvangen de navermelde geschenken:

a. Van den Minister van Binnenlandsche Zaken:

1. *Der Donau-Oder-Canal als Actien-Unternehmung von* A. Mayer, Ingenieur.

2. *Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Zuiderzee en de Wadden, waargenomen in de maanden November, December* 1872.

b. Van den Minister van Oorlog:

Lijst van boekwerken, waarmede de bibliotheek van het Ministerie van Oorlog in het jaar 1872 *is vermeerderd.*

c. Van den Minister van Koloniën:

1. *Kaarten van de residentien Semarang en Soerakarta*, beide in 6 bladen.

2. *Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie*, 1ste jaargang, 2de deel, 1872.

3. *Rapport sur le sondage à vapeur pour la recherche d'eau potable à Grissée, Ile de Java*, met atlas.

d. Van de Koninklijke Akademie van wetenschappen:

Verslagen en mededeelingen der koninklijke akademie van wetenschappen:

1. *Afd. Natuurkunde*, 2de reeks, 7de deel, 1ste stuk.

2. » *Letterkunde*, 2de reeks, 3de deel, 1ste stuk.

e. Van het Nederlandsch Meteorologisch Instituut te Utrecht:

Nederlandsch Meteorologisch jaarboek voor 1872, 1ste deel.

f. Van de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid:

1. *Algemeene beschrijvende catalogus der houtsoorten van Nederlandsch Oost-Indie aanwezig in het koninklijk museum op het Paviljoen te Haarlem, door* F. W. van Eeden.

2. *Handelingen en mededeelingen*, 1873, afl. 2.

3. *Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid*, 1873, 3de reeks, deel XIV, 1ste stuk.

g. Van de Maatschappij «Paleis voor Volksvlijt»:

Tijdschrift de Volksvlijt, 1872, nº. 11 en 12.

h. Van het Rotterdamsch Leeskabinet:

Veertiende jaarlijksch verslag door de hoofdcommissie aan de leden van de vereeniging tot daarstelling van eene algemeene openbare bibliotheek en van een daaraan verbonden leeskabinet te Rotterdam, medegedeeld in de algemeene vergadering van 22 *Februarij* 1873.

g. Van het Koninklijk Instituut voor de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië:

Bijdragen tot de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch Indie, 7de deel, 2de stuk.

j. Van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen:

1. *Notulen van de algemeene en bestuursvergaderingen*, nº. 1, 2 en 3.

2. *Tijdschrift voor Indische taal- land- en volkenkunde*, deel 1, afl. 5 en 6.

3. *Verhandelingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen*, deel XXXVI.

k. Van de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw:

Tijdschrift, deel XVIII, afl. I.

l. Van het lid J. J. van Kerkwijk:

Een exemplaar van het rapport van den chef der hydrographie behelzende een overzigt der hydrographische opnemingen vau den Nieuwen Rotterdamschen Waterweg, door den minister van marine aan de tweede kamer der staten-generaal ingezonden.

m. Van het lid W. C. A. Staring:

1. *Topographische Karte in XXII Blätter, den grössten Theil von Westphalen enthaltend, so wie auch das Herzogthum Westphalen und einen Theil der Hannövrischen, Braunsweigischen, und Hessischen Länder, nach astronomischen und trigonometrischen Ortsbestimmungen auf Befehl Seiner Majestät Friedrich Wilhelm III. Königs von Preussen, herausgegeben vom* General Major

von Lecoq, *im Jahr* 1805. Masstab 1 : 86 400 (600 Ruthen auf einen Zoll.)

2. *Karte von dem Grossherzogthum Baden, bearbeitet auf dem Karten-Büreau des Gr. Generalquartiermeisterstabs* 1843. Masstab 1 : 400 000. 1 Blatt.

3. *Statistisch-Topographische Tabellen n°. 1 und 2, von dem Grossherzogthum Baden, bearbeitet auf dem Karten-Büreau des Gr. Generalquartiermeisterstabs.* 1844.

4. *Topographischer Atlas über das Grossherzogthum Baden, auf Befehl Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs Leopold, nach den Original-Aufnahmen des militairisch-topographischen Büreaus, in 55 Blättern. Bearbeitet und gestochen im Maasstabe von 1 : 50 000. Verjüngung auf dem Karten-Büreau des Gr. Generalquartiermeistersstabes.* 1838—1849.

5. *'t Hooge Heemraedschap van Rhijnland*, 1687—1746, in 12 bladen en 1 titelblad, schaal van 1 : 28 800.

6. *Bijdrage tot de kennis der gothische bouwkunst of spitsbogenstijl in Nederland, door* Servaas de Jong. Amsterdam, M. H. Binger en Zoon, 1847—1851, met 12 platen.

7. *Trésor de l'art ancien, sculptures-architecture, ciselures, émaux, mosaïques et peintures, recueillis en Belgique et dans les provinces limitrophes. Monuments artistiques et archéologiques, la plupart inédits, dessinés d'après nature et gravés par* Arnaud Schaepkens, 30 planches, grand in folio, avec texte explicatif. Bruxelles 1845.

n. Van den heer jhr. P. Opperdoes Alewijn, te Amsterdam:

Eenige bemerkingen betreffende indijking en inpoldering van een gedeelte der Zuiderzee.

o. Van den heer mr. J. G. A. Faber, te Amsterdam:

De afscheiding der banne Landsmeer in het hoogheemraadschap Waterland van het Noordhollandsche kanaal, met 2 kaartjes.

p. Van den heer dr. L. Mulder, te Arnhem:

1. *Landbouw-Courant*, 1873, n°. 7—14.

2. *De Nieuwe Boeren-goudmijn*, vel 3—6.

q. Van den heer J. L. Terneden, te Kinderdijk:

Opmerker, n°. 9, 10.

r. Van den heer de Villiers du Terrage, te Parijs:

1. *Notice nécrologique sur M. Avril inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, par* M. Léonce Reynaud.

2. *Mémoire sur le pont-viaduc du Point-du-Jour et sur les ouvrages d'art de la section du chemin de fer de ceinture, par* M. Bassompierre Sewrin et de Villiers du Terrage.

3. *Notices sur M. de Villiers du Terrage, par* MM. Mary, M. Maury et Jomard.

Ook zijn eenige werken aangekocht, waarvan eene opgave ter tafel ligt.

---

4. Van den hoofingenieur van den waterstaat in Noordholland zijn brieven ontvangen, gedagteekend 13 Februarij en 15 Maart jl. N°. 275 en 400 $\frac{2\text{ k}}{11\text{ en }15}$, ten geleide van de waarnemingen aan den Helder, gedaan door het lid W. Ph. de Kruyff, gedurende de maanden Januarij en Februarij jl., benevens eene tabel, bevattende de gemiddelde uitkomsten dier waarnemingen gedurende het jaar 1872 en de algemeen gemiddelde uitkomsten gedurende de jaren 1851 tot en met 1872, mede door dat lid opgemaakt. Zij zijn medegedeeld als bijlagen 12 en 13.

---

5. De voorzitter geeft het woord aan het lid Boelen en deze verklaart zich bereid aan die uitnoodiging te voldoen onder inroeping van de voor hem zeker noodige toegevendheid van de vergadering.

Spreker zal trachten kort te zijn, vooreerst omdat hij zich wenscht te onthouden van wijdloopige constructieve of nauticole beschouwingen, vervolgens om den meest mogelijken tijd te laten ter bespreking van reddingsmiddelen op onze rivieren en stroomen, tot welke bespreking de aan te bieden mededeelingen als inleiding zullen moeten strekken.

Spreker wenscht vooraf de verklaring te doen, dat door hem de meening van velen niet wordt gedeeld, dat, wegens de zeldzaamheid van het geval, dat reddingsmiddelen noodig zijn geweest, daaraan geen behoefte zou bestaan Te dien aanzien wijst spreker op hetgeen vermeld werd in het dagblad *het Vaderland* N°. 60 van 1873, «dat de oud scheepskapitein G. Schuur te Oud-Pekela 57 jaar de «zee bevaren heeft, zonder ooit schipbreuk te hebben geleden of «mede-opvarenden te hebben verloren». Spreker meent dat, door dergelijk feit te doen strekken ten bewijze, dat reddingsmiddelen minder noodig, misschien zelfs onnoodig zouden zijn, eene zeer slechte dienst zou worden bewezen aan de velen, die niet zoo voorzigtig, niet zoo knap, maar vooral niet zoo gelukkig zijn.

Dat het zeemansberoep of bedrijf aan vele gevaren is blootgesteld, zal wel geen betoog behoeven. Ze alle op te noemen is onnoodig, en zelfs onmogelijk; spreker zal zich bepalen tot twee rubrieken:

1°. rampen in volle zee;

2°. rampen van stranding;

Ter verduidelijking van de voordragt, biedt spreker eenige ruw vervaardigde modellen aan, en zegt den president dank voor de welwillende hulp, hem verleend tot het bekomen van het in de vergadering aanwezige nette scheepsmodel, behoorende tot de modelkamer van het departement van marine.

Onder de rampen in volle zee zijn te noemen:

a. brand;

b. aanzeiling;

c. niet te verwinnen lekkage of wegzinking van het schip;

d. man over boord

Moet nu de bemanning, ten gevolge van een van de drie eerstvermelde ongelukken het schip in volle zee, ver van eenige haven of kust, verlaten, dan is het redmiddel de barkas en de sloepen. Passagiers- stoom- of zeilschepen en die, bestemd tot vervoer van landverhuizers, moeten zooveel van die reddingsvaartuigen aan boord hebben, als het aantal menschen dat aan boord is, vereischt. Doch niet enkel moet het getal van die reddingsvaartuigen voldoende zijn, maar zij moeten in goeden, zeewaardigen staat zijn en gehouden worden. Spreker vestigt de aandacht op het noodzakelijke dat zelfs door de Regering daarop een praktisch en zeer streng toezigt worde gehouden en gehandhaafd. Hij zal zich tot de barkas bepalen. Deze moet in goeden staat zijn en van zoodanig draagvermogen, dat het zwaar anker met ketting, dat eene zwaarte moet hebben naar de grootte van het schip, goed dragen kan om het bij voorkomende noodzakelijkheid daartoe te kunnen uitbrengen. Spreker verduidelijkt den werkkring van de barkas door eenige modellen en wijst op een hem bekend feit, dat, bij verbranding van een schip in volle zee, de bemanning zich heeft kunnen redden in de barkas, die zeer toevallig vóór de uitreis nieuw was aangeschaft, ter vervanging van de vroegere die zeer slecht was.

Tegen brand in een schip zijn als voorzorgmaatregelen te noemen vooral voorzigtigheid en dat men, voor zooverre dit eenigzins mogelijk, is zorg drage, dat geen zelfontbrandbare goederen als lading in het schip of onder de overige lading worden medegenomen. Bij steenkolenladingen zorge men, dat zooveel mogelijk lucht worde doorgelaten.

Aanzeilingen zijn te voorkomen door oplettend naar de seinlichten uit te zien en deze behoorlijk te plaatsen en te doen branden. Of met een goeden uitkijk bovendien nog elke aanzeiling te voorkomen is, mag niet worden beweerd.

Tegen lekkage zijn goede pompen te plaatsen en deze steeds in goed werkenden staat te houden. Spreker vertoont eene doorsnede van eene houten pomp met peilkokers, en wijst op het soms gebrekkige stelsel om door peiling de hoeveelheid water in een schip te constateren, vooral wanneer het schip zwaar slingert en de peilstok zoowel als de lijn door overkomend zeewater niet droog is te houden. Spreker stelt ter bezigtiging een door hem zelven uitgedacht model van een zelfregistrerenden toestel, aan boord van eenige schepen geplaatst, waardoor de peiling gemakkelijker en zekerder geschiedt.

Is een man over boord geraakt, dan is de reddingboei, die altijd klaar aan het hek, dat is het achterschip, moet hangen, de toevlugt voor den ongelukkige. De snelheid van het schip, hooge zee of duisternis maakt den toestand zeer hagchelijk, waarover later een woord.

Spreker zou nog over noodroeren, over noodtuigen kunnen spreken, doch zal zich, wegens zijn voornemen om kort te zijn, daarvan onthouden.

Dat het stranden van het schip eene ramp is te noemen, daarover zal spreker niet uitweiden; reeds eene afbeelding daarvan doet ons huiveren. Niet onverklaarbaar is het dan ook dat schier alle Europesche zeemogendheden die rampen trachten te lenigen, door het redden van schipbreukelingen. Engeland vooral gaat hierin voor. Spreker brengt ter tafel een engelsch werk over de «Life boat», waaruit voldoende blijkt welke onafgebroken pogingen aldaar worden aangewend; maar ook Nederland blijft niet achter en ook wij zoeken steeds naar de beste middelen.

Met betrekking tot Nederland zij hulde gebragt aan de Noord- en Zuidhollandsche Reddingmaatschappij te Amsterdam en aan de Zuidhollandsche Reddingmaatschappij te Rotterdam. Terwijl de eerstgenoemde maatschappij van Ameland tot den Hoek van Holland stations heeft daargesteld met reddingbooten, stelde laatstgenoemde zich ten taak, behalve door enkele reddingbooten, door kotters de schepen, in volle zee op de banken in nood verkeerende, ter hulpe te zijn. De booten der Noord- en Zuidhollandsche reddingmaatschappij zijn voorzien van eene vaste bemanning, die met goede skaphanders de moeijelijke taak van roeijers volbrengt tegen belooning en premieuitkeering voor eene volbragte redding. De bemanning wordt steeds geoefend. Een inspecteur heeft het oppertoezigt, welk toezigt onvermijdelijk noodig is. Spreker vermeldt twee feiten, door hem zelf vroeger in gemelde betrekking geconstateerd, waaruit de noodzakelijkheid van een streng toezigt voldoende blijkt.

Aan de vergadering worden ter inzage aangeboden eenige statuten, verslagen, reglementen, enz. de beide maatschappijen betreffende. De Noord- en Zuidhollandsche werd in 1824 opgerigt. Zij bestaat door vrijwillige bijdragen, giften en legaten en heeft sedert haar ontstaan tot 31 December des vorigen jaars 2050 menschenlevens behouden. De Zuidhollandsche maatschappij bezit een fonds, waaruit de premiën gevonden worden, terwijl bijdragen en eenige gelden, door te Rotterdam binnen vallende schepen te voldoen, verder worden aangewend.

Daar de Hollandsche kusten vlak zijn, moeten de reddingbooten anders gebouwd en ingerigt zijn, dan die voor steile kusten bestemd. Het roer moet vervangen worden door een stuurriem. De boot is geplaatst op eenen daartoe ingerigten wagen, waarvan eene afbeelding wordt vertoond. Die wagen is het best te vergelijken bij een zoogenaamden *mallejan* op vier wielen en wordt door paarden vervoerd, waartoe met eenen voerman ter plaatse eene overeenkomst is getroffen. Zoodanige wagen met boot rijdt langs het strand naar die plaats, waar volgens het geoefend oog van den strandbewoner het schip zal moeten stranden. De boot van Zandvoort heeft op deze wijze groote dienst bewezen.

Het in zee brengen is dikwerf zeer moeijelijk. Eene geoefende bemanning, gelijk roeijende, is het beste middel daartoe. De Engelschen willen dit doen door eerst een anker met tros in zee te schieten, gelijk uit het boven bedoeld werk blijken kan.

De hollandsche reddingbooten hebben geen kiel, maar eene kielplank, voor het stooten, evenals met de visscherspinken en bommen het geval is.

Het is onbetwistbaar, dat het best afdoend middel tot redding van schipbreukelingen hierin bestaat, dat door een tros of lijn het schip met de kust in gemeenschap worde gesteld. Hiertoe worden in den regel watervaten, vlotjes en al wat goed drijven kan in zee geworpen, waaraan eene lijn wordt vastgemaakt, welke aan boord van het schip wordt bijgevierd (bot gegeven). Bij eenigzins verren afstand van het schip uit den wal, zooals op onze vlakke stranden dikwijls het geval is, wordt de zwaarte van de tros echter een hinderpaal. Deze komt op den bodem en vormt daardoor met de eigene zwaarte eene terughoudende kracht, die door de voortstuwende niet kan worden overwonnen. De stroom, die evenwijdig aan onze kusten loopt, beheerscht nu de rigting van het drijvend ligchaam en dwingt het ook evenwijdig met de kust zich te bewegen, soms zelfs stil te blijven liggen.

Spreker bespreekt het schieten van eene lijn van den wal naar het schip, doch toont op het modelschip aan, dat, zelfs bij een zeer gelukkig schot in het tuig, het bereiken van die lijn voor de aan boord zijnde bemanning aan vele gevaren verbonden en soms zelfs onmogelijk is Hij wil daarom niets weg nemen van het wenschelijke, dat ook deze poging worde in het werk gesteld, hij gelooft dat elke poging pligt is.

Deze ernstige wensch om eene lijn of tros aan het strand te krijgen heeft spreker geleid tot het uitdenken van een toestel om te kunnen dienen als een schip, zooals dit in den regel het geval is, met stormweer of harden wind, die op de kust waait, en daarmede gepaard gaande hooge zee, op het strand komt en de aan boord zich bevindenden als schipbreukelingen hulp vragen. Bij stil weder, of, zooals de zeeman zegt, handzaam weder, is er zeer zelden

eene stranding en, heeft die plaats, dan is de toegang tot het schip zeer gemakkelijk en de behoefte aan eene lijn bestaat niet.

Spreker stelt als hoofdbeginsel voorop, dat elk redmiddel aan boord van een schip moet zijn:

a. eenvoudig van zamenstelling, zoodat elk gewoon timmerman, aan boord steeds aanwezig, het herstellen, ja zelfs maken kan;

b. zoodanig, dat het niet enkel als redmiddel, maar ook voor dagelijksch gebruik moet dienen, waardoor het voortdurend goed onderhoud meer verzekerd zal zijn.

De tegenwoordige zeer hooge verschansing, vooral van het vóórschip, maakt eene verhooging van het dek door een bordes noodig. Doch ook op het achterdek is zoo iets noodig. Zulk een bordes kan dus voortdurend in gebruik zijn.

De zware loodlijn, welke elk schip hebben moet, en die op dek geplaatst moet zijn bij het naderen van elke kust, worde, in plaats van zooals gewoonlijk in eene balie (halve ton) opgeschoten, eenvoudig opgerold op eene groote schijf, met hooge staande kanten, die de bogten van de lijn insluiten. Komt nu het oogenblik dat men eene lijn naar den wal wil trachten te krijgen, dan worde die rol met die loodlijn geplaatst op het bovendekje of bordes, hetzij achter of vóór, hetgeen weinig tijds kost, omdat de opsluitbouten met spieën of moeren met de passende gaten aanwezig en geboord zijn.

Deze toestel, nadat die, vóór dat het schip naar zee gaat of de werf verlaat, van eenig meerder hout of van eenig tegenwigt is voorzien, zoodanig ingerigt, dat het geheel ongeveer horizontaal drijvende zal zijn, wanneer het met de zwaarte van de rol zal zijn belast, worde nu vóór of achter maar nimmer in het midden van het schip over boord gelaten. De hooge zee en sterke windkracht zal het onmiddellijk vóór den wind en met de zee naar strand voeren. Men zorgt aan boord van het schip, dat eenig zwaarder touw op de lijn worde vastgemaakt, en doet die zwaardere lijn uitsteken. Komt nu het oogenblik dat de terugwerkende kracht de voortstuwende kracht gaat hinderen of zelfs beletten, dan zal de rol afrollen en de terughoudende kracht vernietigen, waardoor het voorwerp, steeds door hevigen wind en hooge zee voortgestuwd, het strand zal bereiken om aldaar te worden ingehaald tot dat de zwaardere tros bereikt is, om de boot uit te halen of wel datgene te doen, wat naar omstandigheden het best afdoend zal bevonden worden.

Dat het doelmatige van dezen toestel niet enkel op onderstelling berust, bewijst spreker door een certificaat, waaruit blijkt dat de toestel van de tweede bank te Zandvoort af in korten tijd aan strand kwam. Die toestel werd daartoe door eene reddingboot, met spreker naar de tweede bank gevoerd en nadat de boot ten anker was gebragt en dus op de plaats bleef liggen, werd de toestel over boord geworpen.

In hoeverre het *spoedig* over boord werpen van den toestel bevorderlijk zou zijn om de plaats van den over boord gevallene terug te vinden, of wel om dezen naar het schip te halen, is moeijelijk met zekerheid te bepalen, daar alles van de snelheid der vaart van het schip, de hooge zee en vele andere omstandigheden zal afhangen. De toestand van den over boord gevallene blijft altijd zeer gevaarlijk.

Spreker hoopt hiermede zijne taak in het kort te hebben volbragt en zal afwachten of de geachte voorzitter eenige discussie over het gesprokene wil openen. Mogt dit het geval zijn dan is spreker volkomen bereid om, door in- en toelichtingen, aan te vullen wat minder duidelijk in de voordragt mogt zijn.

Spreker eindigt met den wensch dat Nederland steeds moge voortgaan om door afdoende geldelijke en andere hulp te zorgen, dat op onze kusten steeds redmiddelen te vinden zijn, ten dienste van den zoo zeer te beklagen schipbreukeling. Dat, gesteund door de geldelijke bijdragen, de Reddingmaatschappijen steeds in staat blijven om op ruime schaal te beloonen of aan te moedigen, te doen aanbouwen of herstellen alles wat noodig is, om zoodoende aan de hoog te waarderen bestuurders voldoening te schenken voor de onvermoeide pogingen door hen aangewend. Dat Nederland steeds wakkere mannen moge vinden, die, hun eigen leven veil hebbende, niet enkel voor den landgenoot, maar voor elken ook vreemden natuurgenoot, moedig met de reddingboot of het reddingsvaartuig de elementen en de zee trotseerende, hunne natuurgenooten te hulp snellen. Eere zij hun allen, die het gebod eerbiedigen: «Hebt uwen naaste lief als u zelven»!

De voorzitter zegt den spreker dank voor het medegedeelde en vraagt of iemand daarover ook het woord verlangt.

Het lid de Groot vestigt de aandacht van den spreker op het Oost-Indische *kajoe gaboes*, een buitengewoon ligt soort van hout, dat niet zoo poreus is als kurk en welligt zeer geschikt zou zijn om bij reddingsloepen te worden aangewend in plaats van de luchtledige buizen, welke het drijfvermogen dier sloepen moeten verhoogen, maar ligt scheuren en zoodoende gevaarlijke waterbuizen worden.

Dat de veiligheidsmiddelen aan boord soms schromelijk verwaarloosd worden, daarvan weet spreker bij ondervinding te gewagen. Hij vermeldt een geval hem overkomen aan boord van een te Bandjermasin te huis behoorend barkschip, waarop hij als eenige passagier tevens de eenige Europeaan aan boord was, op reis van Soerabaja naar Bandjermasin. Op die Indische schepen behoort een Europeesche navigateur te varen, maar op die bark, welke hem officieel voor de passage was aangewezen, was er geen. Niettegenstaande goede zeekaarten van de Indische wateren tegen zeer matigen prijs, zelfs bij de havenmeesters verkrijgbaar waren, had men slechts eene Engelsche kaart aan boord van het laatst der 18de eeuw. Te midden van de Java-zee gebeurde het dat er een lek sprong, waardoor in een oogenblik tijds een voet of drie water in het schip stond, terwijl het snel toenam. Aan het dek was er *geen* pomp en op zijne vraag of er geen pompen aan boord waren, kreeg hij ten antwoord: Ja, er liggen twee pompen beneden, maar die zijn in lang niet gebruikt. Hetgeen als pompen werd boven gebragt, was inderdaad weinig meer dan oud ijzer; het waren oude verroeste dingen, die hem veel moeite kostten om ze eenigzins bruikbaar te maken. Intusschen had men te vergeefs naar het lek gezocht, dat blijkbaar onder water lag, dewijl men het noch binnen in, noch buiten aan het schip kon vinden; men kwam toen gelukkig op de gedachte om het schip over stag te doen gaan, waardoor aan de boeg een gat zigtbaar werd van 2 à 3 vierkante voeten, dat met oud zeildoek werd belegd en daarover heen werd digt getimmerd, waarna men weer koers kon liggen en gelukkig de reis volbragt.

Op de mail-stoomschepen van de *Messageries maritimes* heeft men behalve de reddingsboeijen aan het dek, in de hutten bij elke slaapplaats, voor ieder passagier een drijfgordel hangen, welke men slechts behoeft op te blazen om er gebruik van te kunnen maken.

Toen spreker in Februarij 1850 uit Nederland naar Indie zou vertrekken werd hem tot den overtogt aangewezen een schip met sreenkolen geladen. Hij informeerde of er behoorlijk voor ventilatie was gezorgd en het bleek dat daarvoor niets was gedaan. Hij bragt den geachten reeder een middel onder de aandacht, dat in Hongarije werd toegepast, namelijk eene bekleeding onder en schermen tusschen de opgestapelde steenkolen, bestaande uit takkebossen, die dwars en in de lengte, ook langs de wanden worden geplaatst, zoodat de lucht altijd kan doorstroomen. Maakte men van dit middel gebrnik, dat weinig kost, zoo zou men altijd later de takkebossen, of als brandstof kunnen gebruiken of ook in Indie kunnen verkoopen en zoo zou het niets kosten. Maar er werd eenvoudig geantwoord: dat het nooit gebeurde dat Hollandsche schepen met steenkolen geladen verbrandden, wel Engelsche of Amerikaansche.

Het lid Boelen zegt dat het beste middel om brand te ontdekken tot den laatsten tijd behoort. Het zijn ijzeren staven met scherpe punt; deze worden in de steenkolen gedreven en blijven er vier uren in. Komen zij er ijskoud uit, dan is er geen gevaar, maar bij de minste broeijing zijn zij warm. Is spreker wel onderrigt, dan heeft men, bij het uithalen van zoodanige staven, die zelfs bijna roodgloeijend bevonden.

Het lid de Groot zegt dat het middel goed is om te constateeren of er brand is of niet. Maar spreker wil middelen om den brand te voorkomen. Als er eene geringe hoeveelheid water onder de kolen komt, dan zal die, geholpen door de pyrieten, brand kunnen doen ontstaan. Als de lucht er door heen kan spelen, dan heeft dit geen plaats en daarom is het gebruik van takkebossen tot ventilatie aan te raden; pijpen raken verstopt, hetgeen met de openingen in takkebossen niet het geval is.

Het lid Boelen acht dit middel zeer praktisch. Hij wijst op de onverantwoordelijke wijze, waarop soms gehandeld wordt met de aflevering van zaken die aan zelfontbranding onderhevig zijn; spiritualiën als anderszins worden op de ligtzinnigste wijze mede gegeven. Spreker wijst op een geval met een kist, waarin gevaarlijke stoffen waren, en waarvoor men kinderspeelgoed had gedeclareerd; die kist was in blik gepakt en de verlader kon daarvan, evenzoo min als in vele andere gevallen, den inhoud niet nagaan. Zoo gebeurde het ook dat een schip te Antwerpen vele jaren geleden gereed lag op vertrek en dat eene kist moest worden achtergelaten, die naderhand bleek vuurwerk te bevatten, terwijl men aardewerk had aangegeven.

Het lid Amersfoordt merkt op dat volgens spreker een stuk drijfhout aan eene lijn langs de kust wordt gedreven en niet naar het strand en vraagt waarom dit bij dezen toestel anders is.

Het lid Boelen zegt dat dit een soort van vlotje is en dat elke keer als dit dreigt stil te liggen de rol ronddraait en de tegenwerkende kracht ophoudt. Men zou er ook een groot watervat als voortduwende kracht, bij wijze van sleepboot, aan kunnen vasthechten.

Het lid de Groot wijst nog op het gevaar van gasontwikkeling en hoe noodig het is zich te overtuigen, of er gas in het ruim aanwezig is. Men denkt dat het gas eigener beweging ontwijkt wanneer men het groot luik open legt, b.v. gedurende een halven dag in de week, dit is eene dwaling. Hij vermeldt een geval van een schip met steenkolen, waar niet eens eene veiligheidslamp aan boord was en herhaalt dat men zelfs zonder de eenvoudigste voorzorgsmaatregelen schepen naar Oost-Indie zendt.

Het lid Haitink komt terug op de vraag, door het lid Amersfoordt gedaan. Er is gezegd dat in een noordwesten storm een stuk hout dikwijls evenwijdig met het strand voortdrijft. Hoe is er nu een middel, om dezen toestel te doen aankomen waar hij wezen moet?

Het lid Boelen antwoordt, dat de toestel achter aan den bezaans boom of vóór aan den boegspiet wordt nedergelaten, waardoor de dadelijk aanrollende hooge zee, geholpen door den stormwind, den toestel naar het strand voortstuwt. Hij wijst er op, dat een watervat, zonder lijn, snel naar den wal gaat.

Het lid Haitink vraagt hoe dit kan, daar de stroom zoo sterk is.

Het lid Boelen zegt door den hevigen wind en den stroom, die den toestel soms 20 voet vooruitwerpt.

Het lid van Dissel zegt dat volgens het programma het door het lid Boelen gesprokene slechts als inleiding moet dienen tot eene bespreking van de reddingsmiddelen bij doorbraken van dijken langs onze rivieren. Nu zou hij wel wenschen te weten of de spreker ook daaromtrent eenige gedachten heeft mede te deelen. Van al de voor de groote scheepvaart besproken middelen zullen voor dit doel wel alleen de booten overblijven. Nu zal er wel een groot bezwaar in gelegen zijn een voldoend aantal booten te verkrijgen en daarover steeds een voldoend toezigt uit te oefenen. Immers als het, volgens sprekers eigene mededeeling, reeds zoo moeijelijk is behoorlijk toezigt te houden op de reddingbooten, wier aantal zoo betrekkelijk klein is, hoe zal het dan gaan langs onze rivierdijken? Spreker heeft er geen goed begrip van hoe dit gaan moet, en vooral niet, wijl de rampen aan onze dijken slechts nu en dan, soms met tusschenpoozen van vele jaren, voorkomen.

Het lid Boelen geeft in bedenking dat thans eerst de pauze worde gehouden, hoezeer hij zich bereid verklaart, onmiddellijk te antwoorden.

De president stelt voor de werkzaamheden voor eenige oogenblikken te schorsen. Dienovereenkomstig wordt besloten.

---

6. Nadat de pauze is gehouden geeft de voorzitter, met voorkennis van het lid Boelen, eerst het woord aan het lid de Savornin Lohman, die een kort overzigt geeft van eene door hen aangeboden mededeeling, betreffende eenige proeven omtrent den wederstand tegen druk van getrokken ijzer. Dat stuk is medegedeeld als bijlage 14.

---

7. Het lid Cohen Stuart bekomt het woord en houdt eene voordragt over een door hem vertoond werktuig, *tacheometer*, bestemd tot het opmeten van geaccidenteerde terreinen, bijzonder met het oog op het projecteren van spoorwegen in bergstreken.

Reeds voor ruim twintig jaren, zegt spreker, werd onder den naam tachéometer, zooveel als snelmeter, door den ingenieur Porro, een instrument, waaraan hetzelfde denkbeeld ten grond lag, aanbevolen en verkrijgbaar gesteld. Evenwel, de vindingrijke inrigting, geheel afwijkende van die der algemeen gebezigde meet-instrumenten, vorderde bij het gebruik wat meer dan gewone kennis en oefening; bovendien was het werktuig hoog in prijs en de beschrijving en gebruiksaanwijzing afschrikkend door tal van vreemde kunsttermen. Zoo vele oorzaken, waardoor Porro's voorstellen niet den bijval vonden, dien zij verdienden.

De ingenieur Moinot behoort tot degenen, die de denkbeelden van Porro wisten te waardeeren. Moinot gaf den tachéometer een eenvoudige constructie, in overeenstemming met die der gewone meetinstrumenten, en voor eenige jaren, als vrucht eener langdurige ondervinding bij uitgestrekte metingen opgedaan, een geschrift in het licht (*Levés à la stadia, notes pratiques pour études de tracés.* Périgueux, J. Bounet, Libr. éd. 1865), waarin op uiterst bevattelijke wijze het gebruik en de daardoor te bereiken voordeelen zijn uiteengezet. Die voordeelen worden gaandeweg meer erkend, getuige o. a. een lezenswaardig artikel van den ingenieur Heuser in de *Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover* voor 1871, en te verwachten is het, dat weldra de tachéometer, onder zijn vereenvoudigden vorm, een even uitgebreide als nuttige toepassing vinden zal.

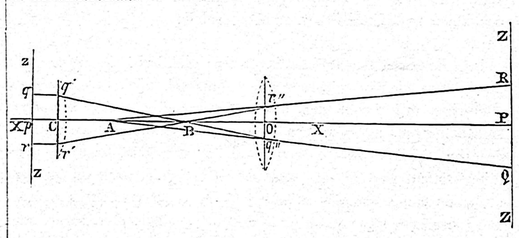
De tachéometer — zooals die thans naar de aanwijzingen van Moinot door Richer te Parijs vervaardigd wordt en hier ter bezigtiging is gesteld, is een theodoliet -- derhalve een instrument tot het meten van horizontale en verticale hoeken — waarvan de kijker is ingerigt tot afstandmeter of stadia en waarvan de horizontale cirkel volgens de aanwijzing van een magneetnaald georiënteerd kan worden. Een met den kijker verbonden luchtbelbuis maakt het instrument tevens tot een waterpasinstrument. Bij het werktuig behooren gewone waterpasbaken voor directe aflezing, een schuifschaal tot het vergemakkelijken der noodige berekeningen en een transporteur.

In zooverre dus niets nieuws; wél in de inrigting van enkele onderdeelen, maar vooral in de doelmatige vereeniging, geheel berekend op het beoogde stelselmatig gebruik.

De eigenlijke kracht van het instrument ligt in den kijker als afstandmeter.

Dat iedere kijker door het aanbrengen van twee evenwijdige draden, ter plaatse waar het beeld door het objectief gevormd wordt, tot een afstandmeter kan gemaakt worden en als zoodanig uitmuntende diensten kan bewijzen, is een wel bekende zaak. Uitvoerige vermelding vond zij in de werken van het Instituut door de in de *Uittreksels* 1857—58 opgenomen vertaling, door ons medelid van der Vegt, van een verhandeling van den ingenieur Laterrade, welke ook overigens tot het thans besproken onderwerp een zeer belangrijke bijdrage levert. — Ondersteld in het verwijderde punt is een verdeelde baak geplaatst en de waarnemer leest het aantal deelen af, dat in den kijker gezien, door den onderlingen afstand der draden op de baak wordt ingenomen. Evenredig met dat aantal is de afstand der baak, gerekend uit het buiten den kijker gelegen brandpunt van het objectief; zoodat de afstand der baak, niet uit dit brandpunt, maar wel uit het middelpunt van het instrument, waartoe de kijker behoort, wordt uitgedrukt door $a = rn + s$, waarin n het aantal deelen, en r en s standvastigen, die voor ieder instrument in het bijzonder bepaald moeten worden, en waarvan s niet anders is, dan de afstand van het brandpunt tot het middelpunt. — Bij den tachéometer is naar een vernuftige vinding van Porro, door het aanbrengen van een hulplens, centraliseur, tusschen objectief en oculair 1°. verkregen, dat het punt, vanwaar de afstanden evenredig zijn met de afgelezen baaklengten, zamenvalt met het middelpunt van het instrument (snijpunt der verticale en horizontale omwentelingsas), 2°. mogelijk gemaakt, door kleine verplaatsing dier lens ten opzigte van het objectief, de verhouding tusschen de afgelezen baaklengte en den afstand, binnen zekere grenzen, te wijzigen en daardoor te bewerken, dat het afgelezen aantal deelen onmiddellijk den afstand in meters en onderdeelen aangeeft; in de onderstelling namelijk, dat de instrumentmaker gezorgd heeft, dat dit ten naastebij het geval is. — Men heeft dus eenvoudig $a = n$. Voor hellende vizierlijn is de horizontale afstand $a = n \sin^2 z$, waarin z de zenithsafstand, die op den verticalen cirkel afgelezen wordt.

Ter verklaring van de werking van den centraliseur zij XX de as van den kijker, O het objectief, C de centraliseur, B het brandpunt van C, A het punt ten opzigte van O toegevoegd aan B (A beeld van B gevormd door O), $z\,z$ de plaats, waar door O en C het beeld van baak ZZ gevormd wordt, q de boven- en r de onderdraad.



Om dan te vinden, waar q zich projecteert op ZZ, denkt men een lichtstraal $q\,q'$ evenwijdig met XX op C in te vallen. Die lichtstraal zal door C gebroken worden volgens $q'\,B\,q''$, daarna door O volgens $A\,q''\,Q$ en dus de baak in Q treffen. Q is derhalve het beeld van q; omgekeerd q dat van Q en dus Q het gezochte punt. Even zoo R dat voor r. Daar qr, zijnde de afstand der draden standvastig is, zal dit ook, zoolang de afstand van C tot O niet verandert, met $\angle\, q''\,A\,r''$ het geval zijn. De op de baak afgelezen lengten zijn dientengevolge evenredig met den afstand

tot A. Brandpuntsafstand en plaatsing van C zijn nu zoo bepaald, dat A zamenvalt met het middelpunt van het instrument. — Verwijdert men C iets van of brengt men haar iets nader aan O, dan blijft A nog voldoende met het middelpunt zamenvallen, terwijl $\angle\, q''\,A\,r''$ in het eerste geval merkbaar kleiner, in het tweede grooter wordt. In dezelfde verhouding verandert, voor onveranderden afstand der baak, het daarop afgelezen aantal deelen, zoodat men dit met juistheid regelen kan (*).

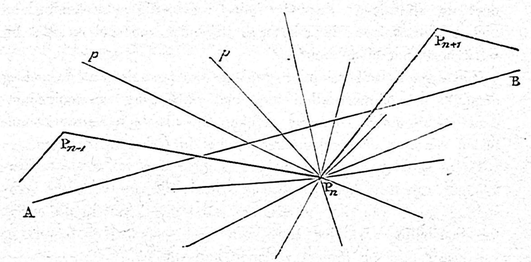
Opmerking verdient, dat in den tachéometer de draden waarvan sprake was, vervangen zijn door fijne lijnen, getrokken op de vlakke zijde van de veldlens van het oculair.

Even als de gewone repetitie-theodolieten is het instrument toegerust met twee zamenvallende verticale assen; de eene ter ombeweging van het bovendeel, de andere ter omwenteling van het geheele instrument met uitzondering van den koperen voet met de stelschroeven. Hierdoor is het mogelijk de aan den horizontalen cirkel aangebragte magneetnaald met een merklijn te doen inspelen en zoodoende den cirkel te orienteeren. Is dit geschied, dan wordt, bij regeling der merklijn het azimuth der vizierlijn regtstreeks op dien cirkel afgelezen.

De verdeeling der beide cirkels en van den transporteur is de centesimale; ook aan de schuifschaal ligt deze ten grondslag. Zekerheid en gemak worden daardoor beiden bevorderd.

Aangenomen, men verlangt eene volledige opname van het terrein in de rigting AB, over een strook van eenige honderden meters breedte.

Het komt er dan op aan, een reeks waarnemings- of hoofdpunten P zoo te kiezen, dat uit ieder van deze het naastvoorgaande en naastvolgende hoofdpunt en voorts de ter kenschetsing van het terrein meest belangrijke détailpunten p, zoovelen als mogelijk, zigtbaar zijn.



De meting zij tot P_n gevorderd, de tachéometer in P_n opgesteld en georienteerd en in P_{n-1} en P_{n+1} een baak geplaatst. Het verschil der aflezingen op den horizontalen cirkel, bij instelling op P_{n-1} en P_{n+1} geeft dan met alle naauwkeurigheid, die een goede theodoliet toelaat, den horizontalen hoek $P_{n-1}\,P_n\,P_{n+1}$; de horizontale afstanden $P_n\,P_{n-1}$ en $P_n\,P_{n+1}$ worden uit de baakaflezingen door vermenigvuldiging met de overeenkomende $\sin^2 z$ en de hoogteverschillen van P_{n-1} en P_{n+1} met P_n, onder inachtneming der instrumenthoogte, door vermenigvuldiging van die afstanden met de cotang z gevonden. De betrekkelijke ligging der hoofdpunten is hierdoor volkomen bepaald. Daar bovendien, ten gevolge van het orienteeren van den horizontalen cirkel, de aflezingen bij instelling in P_n op P_{n-1} en in P_{n-1} op P_n zeer nabij 200° (= 180° der gewone verdeeling) moeten verschillen en ook de uitkomsten voor afstand- en hoogteverschil tusschen P_n en P_{n-1} en omgekeerd op elkander moeten sluiten, heeft men in ieder opzigt den zoo wenschelijken waarborg tegen vergissing.

Na volbragte waarneming van P_{n-1} en P_{n+1} worden achtereenvolgens de détailpunten p ieder in het bijzonder door aflezing in P_n van cirkels en baak aan de lijn der hoofdpunten, vastgelegd. Voor zooveel de horizontale rigtingen betreft, wordt dus bij de détailpunten het instrument als boussole gebezigd. Horizontale afstanden en hoogteverschillen worden uit de aflezingen als boven gevonden. Ophooping van fouten is hier niet mogelijk en eenzijdige waarneming voldoende.

De hoofdpunten worden door hunne regthoekige coördinaten, de detailpunten door azimuth en horizontalen afstand in teekening gebragt en bij alle punten de hoogte met betrekking tot het aangenomen vergelijkingsvlak bijgeschreven. De voorkomende berekeningen bestaan in de vermenigvuldiging met sin $^2 z$ en cotang z en voorts, bij de bepaling van de verschillen tusschen de coördinaten der achtereenvolgende hoofdpunten, in vermenigvuldiging met sinus en cosinus van den rigtingshoek der verbindingslijn — d. i. de rigtingshoek der eerste zijde, vermeerderd met de som der supplementen van de gemeten veelhoekshoeken. Al deze vermenigvuldigingen geschieden even snel als zeker, met een naauwkeurigheid, geëvenredigd aan die der metingen met behulp van de schuifschaal.

Om van den tachéometer alle partij te trekken moet de ingenieur, chef der opmetingsbrigade, ter zijde gestaan worden door twee adjuncten en minstens twee helpers, elk met een baak. De ingenieur verkent het terrein, kiest de hoofdpunten, wijst de baakhouders de détailpunten aan, regelt den geheelen arbeid, heeft de gewaarste taak. De beide adjuncten bevinden zich bij het instrument; de één

---

(*) Zij de brandpuntsafstand van het objectief F, die van den centraliseur F', voorts $AO = u$, $CO = v$, $qr = h$ en $\angle\, r''\,A\,q'' = A$, dan is

$$\frac{1}{v - F'} - \frac{1}{u} = \frac{1}{F} \text{ en } A = \frac{h}{u} \cdot \frac{v - F'}{F'},$$

$$\text{waaruit } v = F' + \frac{u\,F}{u + F} \text{ en } A = \frac{h\,F}{(u + F)\,F'}.$$

Voor gegeven instrument en dus gegeven F, F', h en u zijn derhalve, strikt genomen, v en A bepaalde grootheden.

Evenwel, voor een kleine verandering dv van v heeft men $dv = \left(1 + \frac{u}{F}\right)^2 du$ en $\frac{dA}{A} = -\left(1 + \frac{u}{F}\right)\frac{du}{F}$. Passen wij dit toe op een voorbeeld. Voor $F = 0.3$ M., $u = 0.2$ M. en $du = 0.005$ M. is $dv = 0.014$ M. en $= \frac{dA}{A} = -\frac{1}{36}$. Wordt dus de centraliseur 5 m.M. verder van het voorwerpglas gebragt, dan verplaatst zich het punt A, waaruit de afstanden gerekend moeten worden, om evenredig te zijn met de afgelezen baaklengten, 14 m.M. achterwaarts, wat niet te beduiden heeft; daarentegen vermindert de afgelezen baaklengte met $\frac{1}{36}$, dat is met bijna 3 percent. Wordt de centraliseur nader bij het objectief gebragt, dan vindt het omgekeerde plaats.

Uit het bovenstaande blijkt, dat, indien het instrument de afstanden te groot geeft, de centraliseur moet worden uitgeschoven; indien te klein, dan ingeschoven. Moinot zegt in zijn voorschrift tot regeling abusievelijk het tegengestelde.

doet de aflezingen, de ander houdt regelmatig aanteekening, en niet zelden volgen de aflezingen elkander zoo snel op, dat hij werk heeft om bij te houden.

Zoo doende vordert, onder gunstige omstandigheden, de meting dagelijks een of meer kilometers, met vastlegging van eenige honderde détailpunten. Ongeveer gelijken tijd als de terreinwerkzaamheden vorderen de berekeningen en het in teekening brengen.

De te bereiken naauwkeurigheid is meer dan voldoende ter verkrijging van eene kaart op groote schaal, die een volledige voorstelling geeft van het terrein en reken alles, wat in dit opzigt ter vaststelling van het tracé van een spoorweg en bewerking van een voorloopig project verlangd kan worden.

Ver van de waarheid zal men niet afwijken door, voor afstanden van 200 tot 300 M., de waarschijnlijke fout van den horizontalen afstand op 0.5 M, van het hoogteverschil op 0.1 M. te schatten; die van den horizontalen hoek kan welligt 0.02 bedragen. De standvastige betrekkelijke fout in de afstandmetingen, ten gevolge van niet juisten stand van den centraliseur, zal bij zorgvuldige regeling hoogstens tot 1/1000 opklimmen.

Ondersteld de meting wordt met slagen van 250 M. over 100 K.M. volgens de lijn der hoofdpunten voortgezet, dan zou de waarschijnlijke fout van het hoogteverschil der eindpunten 2 M. bedragen. De w. f. van de rigting der laatste zijde zou 20″ bereiken: evenwel, zoo dikwijls men verkiest kan men de rigting controleren en verbeteren, door sterrekundige azimuth-bepaling, die zich met behulp van het instrument op zeer eenvoudige wijze verrigten laat. De geheele gemeten lengte zou tot op 1/1000 en dus tot op 100 M. te vertrouwen zijn; de toevallige fouten, in de afstandmetingen, die tot een w. f. van slechts 10 M. zouden aanleiding geven, kunnen, wegens den veel grooteren invloed der standvastige fout, buiten aanmerking blijven.

Trouwens, voor het beoogde doel is het in het algemeen vrij onverschillig of door ophooping van kleine fouten de betrekkelijke ligging van ver van elkaar verwijderde punten eenigzins onzeker wordt, en allezins voldoende indien de onzekerheid over enkele kilometers binnen enge grenzen beperkt blijft.

Het doel dezer mededeeling was slechts gebruik te maken van de gelegenheid den tachéometer te vertoonen, om dien meer ter algemeene kennis te brengen, beteekenis en waarde in het licht te stellen. Wie het instrument werkelijk wenscht te gebruiken, verzuime niet Moinot's uitmuntend geschrift te raadplegen.

Teregt werd reeds voor de voorgenomen spoorweg-opmetingen op Sumatra de tacheometer als hoofd-instrument gekozen. Moge die keuze tot het welslagen bijdragen!

Het lid Amersfoordt vraagt of bij het gebruik van dit werktuig de persoonlijke fout van het oog niet in rekening moet worden gebragt en hoe die kan worden vermeden, daar toch sprekers oogen b. v. niet met die van den vorigen spreker overeenkomen

Het lid Cohen Stuart zegt, dat, al naar gelang de waarnemer ver- of bijziende is, het oculair kan uit- of ingebragt worden. Een eigenlijk gezegde persoonlijke fout kan bij dit soort van waarnemingen buiten aanmerking blijven. Bij sterrekundige waarnemingen speelt zij een groote rol; maar zoover reikt hier de naauwkeurigheid niet.

Het raadslid Michaëlis vraagt wat het instrument kost.

Het lid Cohen Stuart: Met alle toebehooren, twee baken, schuifschaal en transporteur, circa 1200 francs. Zeker op zich zelve een niet onbelangrijke som, maar volstrekt onbeduidend, als men bedenkt, wat groote opmetingen per maand, per week kosten. Het instrument is met zorg bewerkt, vooral de deelen waar het wezenlijk op aankomt. De verdeelingen zijn goed; exentriciteit is naauwelijks merkbaar; de kijker is uitmuntend; de niveaux hebben de behoorlijke gevoeligheid; de verticale assen vallen zeer naauwkeurig zamen. De bevestiging op het statief liet te wenschen over, maar hierin was gemakkelijk te voorzien. Eenigzins ongemakkelijk is de plaatsing der noniën van den vertiralen cirkel, en gebrekkig zijn, als bij bijna alle fransche instrumenten, de mikrometer-bewegingen. Alles zamengenomen echter mag het oordeel hoogst gunstig zijn. Het vertoonde exemplaar behoort aan de Polytechnische School.

Het lid Amersfoordt vraagt of dit werktuig ook dienstig had kunnen zijn bij het overnemen van het Amsterdamsche peil in Rijnland en Haarlemmermeer, waartoe onlangs uit het kabinet te Delft een waterpas-instrument was verstrekt.

Het lid Cohen Stuart antwoordt dat, waar het, als in dat geval alleen op waterpassen aenkomt, de gewone waterpasinstrumenten, die geheel daarop ingerigt zijn, zoowel wat betreft de naauwkeurigheid als het gemak in het gebruik, de voorkeur verdienen. Bij het bedoelde voortreffelijke engelsche waterpasinstrument zou de tachéometer in die opzigten verre onderdoen.

Het lid Sijmons vraagt waarom de zoogenaamde centraliseur verplaatsbaar is.

Het lid Cohen Stuart licht nader toe, hoe daardoor met juistheid het gewenscht eenvoudig verband tusschen de afgelezen baaklengte en den afstand kan worden verkregen.

De president vraagt of bij de regeling van den stand van den centraliseur niet altijd van eene regtstreeksche meting moet worden uitgegaan.

Het lid Cohen Stuart zegt ja; het instrument wordt boven een der uiteinden van een naauwkeurig met meetstaven uitgemeten lijn opgesteld en de centraliseur zoo veel uit- of ingebragt, tot de aflezing, op de in het andere uiteinde geplaatste baak, met den bekenden afstand sluit. Deze regeling eens geschied, behoeft daarop niet terug gekomen te worden, zoolang centraliseur en objectief denzelfden onderlingen stand behouden. — Eenig geluk moge daarbij in het spel geweest zijn, treffend was de uitkomst der eerste beproeving van het instrument, dat voetstoots, door een blik in den kijker, een naauwkeurig uitgemeten afstand van ruim 300 M. tot op minder dan $\frac{1}{1000}$ hervinden deed; zoodat, niettegenstaande het transport van Parijs, aan de regeling niets te verbeteren viel.

---

8. De voorzitter stelt wegens het vergevorderde uur voor, dat de discussie over het door het lid Boelen behandelde tot de volgende vergadering worde uitgesteld.

Het lid Boelen zegt, dat hij dezen loop der zaak wel had verwacht, doch wil daarmede genoegen nemen. Hij wil alleen zeggen dat, daar hij thans is uitgenoodigd, eenige denkbeelden aan te geven, hij zijne meening wil doen kennen omtrent zijn wensch en doel, omtrent hetgeen moet worden gedaan als men in de polders door overstroomingen of ijsschollen wordt geteisterd. In het algemeen wil hij wel dit zeggen, dat men dan hetzelfde stelsel moet volgen, als bij de reddingsbooten, maar niet dezelfde inrigting. De kosten wenscht spreker geheel onaangeroerd te laten. Eerst dient de vraag gedaan te worden: Is het mogelijk, wenschelijk, noodzakelijk? Dan eerst kan er van kosten sprake zijn. Het geldt hier geen winst- en verliesrekening maar eene zuiver philanthropische inrigting; en voor zoo ver hij de Nederlandsche natie kent, maakt spreker zich sterk, dat zoodanige inrigting ook zonder Rijks, provinciale of gemeentelijke toelagen tot stand zal komen. Er is bij de reddingmaatschappijen van geen subsidie hoegenaamd sprake. Alleen wordt te Rotterdam van elk schip eene kleine retributie gevraagd.

Het toezigt is, naar sprekers meening, zeer gemakkelijk. De burgemeesters, de plaatselijke besturen kunnen daarmede worden belast en geen burgemeester zal naar zijne meening dit weigeren.

Wat de bemanning betreft, deze blijft hetzelfde. Boeren heeft men noodig, geschikt om te varen, met aken, die niet door riemen maar in den regel wel met zet- of vaarboomen zullen moeten worden bewogen. De positie is geheel hetzelfde als bij de reddingmaatschappijen, men heeft slechts andere vaartuigen noodig; hij zou meenen dat daartoe eene soort van ijzeren bakken doelmatig zoude zijn. Maar vooral moet men hier letten op de omstandigheid, dat het hier niet, zooals op zee, alleen geldt het redden van menschen, maar ook van have en goed, terwijl in de statuten der Reddingmaatschappijen dit laatste niet als verpligtend is vermeld.

Hij noodigt de leden nogmaals uit er hunne gedachten over te laten gaan; hij blijft de zaak hoogst wenschelijk achten.

Wat het nut betreft, dat men van de te bezigen vaartuigen zou kunnen trekken, buiten de zeldzame gelegenheden, waarbij zij voor het hier beoogde doel moeten dienen, merkt spreker op, dat indien dit ter goedmaking van kosten wenschelijk mogt worden geacht, waarvan echter de noodzakelijkheid niet wordt ingezien, zij zeer goed aan verschillende polderbewoners verhuurd zouden kunnen worden, b. v. in hooitijd, als anderszins. Men zou zich daartoe tot den burgemeester moeten wenden en tegen een vast tarief de vaartuigen in huur moeten kunnen bekomen, waarbij altijd voldoende zorg zou moeten worden gedragen, dat zij in behoorlijken staat worden gehouden.

Ten slotte wijst spreker nog op een resolutie van de staten van Gelderland, van 16 Junij 1829, waardoor voor de verschillende polderbesturen het bezit van zoodanige reddingsvaartuigen verpligtend is gesteld. Hij erkent echter niet te weten of dit voorschrift nog van kracht is.

---

9. De voorzitter zegt, dat nog is ingekomen eene beschrijving van de waterbezorging met toebehooren op het station van de Staatsspoorwegen te Dordrecht, door het lid jhr. L. A. Sandberg, waaromtrent nader door den raad van bestuur eene beslissing zal worden genomen.

---

10. Men gaat alsnu over tot het ballotteren van de in de vergadering van 11 Februarij als nieuwe leden voorgestelden. De president verzoekt het raadslid Michaëlis en het lid Musquetier zich met het opnemen van de stemmen te willen belasten.

De uitslag is dat zijn aangenomen:

tot gewone leden de heeren: L. J. Bour, ingenieur te Amsterdam; T. Hida Hamagoro, officier bij het departement der publieke werken te Jedo (Japan) en J. A. Pierrot, ingenieur der bruggen en wegen te Maeseyck (België);

tot buitengewone leden de heeren: M. Lindsay Freeman, élève-ingenieur te Heemstede; A. W. Hein, student aan de polytechnische school te Delft; J. F. Helmers, opzigter der Amsterdamsche Kanaalmaatschappij te Velsen en H. Ree, élève-ingenieur te Velsen.

---

11. Om te worden geballotteerd in de vergadering van 12 Junij 1873 worden voorgesteld:

als gewone leden de heeren: C. A. Jeekel, industriëel, oud zeeofficier te Leerdam; Quando (A. F.) Kawage, hoofdambtenaar aan het departement van financiën te Jedo (Japan); A. Rummers, ingenieur te Gent (België); F. G. H. A. Sassen, adjunct-ingenieur bij den Noordbrabantsch-Duitschen spoorweg te Rotterdam; H. T. Schalken, kapitein-ingenieur te Delft; en K. Sougiyama, hoofdambtenaar aan het departement van openbare werken te Jedo (Japan);

als buitengewone leden de heeren: L. E. Asser, student aan de polytechnische school te Delft; P. Kleinhens, N. Kuilenburg, kadets der genie te Delft; D. R. J. baron van Lijnden, student aan de polytechnische school te Delft; J. H. Neiszen, kadet der genie te Delft; A. Portielje, student aan de polytechnische school te Delft; jhr. E. Quarles van Ufford, kadet der genie te Delft; Th. A. M. Ruys, student aan de polytechnische school te Delft en H. M. W. C. baron van Till, kadet der genie te Delft.

Daar er niets meer aan de orde is, sluit de president de vergadering, na de aanwezigen voor de betoonde belangstelling te hebben bedankt.

Aldus voorloopig vastgesteld in de vergadering van den raad van bestuur van den 13den Mei 1873.

Namens den raad van bestuur:

G. J. G. Klerck,
president.

J. Tideman,
secretaris.

BIJLAGE 12.

Waarnemingen te Helder,

gedurende de maand Januarij 1872.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1) — Tijd en stand van den eersten vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	de eerste ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	den tweeden vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	de tweede ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
				u. m.																	
1	Bewolkt, winderig, digtbetrokken, regen en wind.	2	Z. Declinatie.	2.26	9.15	0.538		2.20		0.798	17.20	0.273		15.22		0.985	13.25	ZWtZ. ZZW. ZtW. ZtO. Z. ZtW.	3.7	0.5	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Digtbetrokken, winderig, starlicht, mooiweer.	3		3.24	10.14	0.725		3. 7		1.090	18.36	0.474		16.12		0.587	11.25	Z. ZWtZ. ZWtW. ZW. ZWtZ.	2.8	1.2	
3	Ligtbewolkt, helder, wind- en regenbui, mooiweer.	4		4.18	10.45	0.634		4.28		0.728	19.21	0.232		17. 0		0.954	16.08	ZtW. Z. ZZW. ZWtZ.	1.8	2.1	
4	Digtbetrokken, winderig, onstuimig, regen, bewolkt.	5	N. Declinatie.	5. 7	12. 0	0.656		4.45		0.854	20.44	0.260		18. 0		0.840	21.92	ZZW. ZtO. ZZW. ZtW. ZWtW.	5.9	1.4	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 ure, bedraagt over deze maand 17° 3′ 27″.
5	Zwaar en losbewolkt. onstuimig, onweder, wind, regen.	6	E.K. 9u. 47m.	5.54	13. 0	1.110		5.24		0.652	21.30	0.530		19. 7		0.359	20.00	ZW. ZWtZ. ZWtW. ZW.	1.6	2.6	
6	Digtbewolkt, beneveld, wind, ligtbewolkt, mooiweer.	7		6.41	13.24	0.516		6.40		0.779	23. 5	0.254		19.53		0.679	13.67	ZW. ZWtZ.	0.3	1.3	
7	Digtbewolkt, beneveld, helder, winderig, mooi.	8		7.27	13. 0	0.458		8. 0		0.740	23.56	0.110		20.40		0.749	5.53	ZWtZ. ZW. Z.	0.0	0.8	
8	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer, winderig.	9		8.14	16.37	0.317		8.45		1.115	»	»		21.30		0.392	7.00	Z. ZtW. Z. ZtW.	0.0	0.7	
9	Digtbewolkt, winderig, betrokken, regenbuijen.	10		9. 3	1 10	0.363		10. 0		0.705	13.25	0.300		22.30		0.732	18.42	ZZW. ZtW. Z. ZtW.	1.0	1.4	
10	Digtbetrokken, wind, helder, regenbui, mooiweer.	11		9.54	5.40	0.219		11. 8		0.740	15. 4	0.348		23.50		0.812	8.67	ZZW. Z. ZtW. ZZW.	1.2	0.9	
11	Digtbewolkt, winderig, beneveld.	12		10.46	2.30	0.320		12.17		0.758	18 20	0.343		»		»	8.92	ZZW. ZWtZ.	0.5	0.9	
12	Bewolkt, winderig, mooiweer, regen en wind.	13		11.38	7. 5	0.500		0.25		0.688	20.17	0.378		13.15		0.717	12.25	ZWtZ. ZW. ZWtW. ZW. ZWtZ.	2.6	0.8	De grootste declinatie werd waargenomen op den 1sten ten 2 uur = 17° 11′ 50″ en de kleinste op den 25sten ten 8 uur = 15° 45′ 25″.
13	Digtbewolkt, betrokken, winderig.	14	V.M. 4u. 42m.	12.28	7.52	0.713		0.40		0.584	16.12	0.500		13.10		0.385	15.17	ZW. ZWtZ. ZW.	0.4	1.3	
14	Bewolkt, beneveld, winderig.	15		13.17	8.17	0.759		1.30		0.538	20.32	0.356		14.25		0.792	12.42	ZW. ZWtZ.	0.0	1.8	
15	Digtbewolkt, beneveld, mooiweer.	16	Apogeum.	14. 3	8.52	0.552		2.37		0.790	17.30	0.456		15.16		0.626	5.27	ZWtZ. ZZW. ZW. ZWtZ.	0.0	1.1	
16	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer, regenbui.	17		14.46	6.40	0.405		3.25		0.878	18.30	0.080		16. 0		1.043	2.70	ZWtZ. ZtO. Z. ZWtZ.	0.0	0.5	
17	Betrokken, regenbui, starlicht, digtbewolkt, mooi.	18		15.28	9.50	0.232		3. 7		1.235	22. 0	0.306		15.46		0.819	3.27	ZWtZ. W. WtZ. ZW. ZWtW.	6.1	0.0	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 29sten des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 12′ 18.″75.
18	Helder, regen, wind, stormweer.	19		16. 9	6.50	0.290		3.42		0.788	22.36	0.438		15.40		0.820	25.33	ZW. Z. ZtW. ZZW. ZWtZ.	8.1	1.2	
19	Zwaar en losbewolkt, winderig, hagel, regen, buijig.	20	Z. Declinatie.	16.49	11.34	0.927		3.32		0.322	20.18	0.838		16.30		0.090	15.00	ZW. ZWtZ. ZZW. ZW.	6.7	1.4	
20	Digt en zwaarbewolkt, wind, hagel, onweer, sneeuw, regen.	21		17.31	12. 0	0.799		5. 0		0.429	21. 7	0.451		17.27		0.280	7.23	ZW. ZZW. ZtW. ZtO. ZZO.	7.8	0.5	
21	Bewolkt, beneveld, helder, stil, mooiweer.	22	L.K. 8u. 50m.	18.15	12.27	0.630		5.16		0.655	21.10	0.384		18. 7		0.506	4.02	ZtO. WtN. ZW. ZtO. ZZO.	1.1	1.1	
22	Digtbetrokken, regen, wind, natte sneeuw, winderig.	23		19. 2	13.13	0.658		5.50		0.559	23.20	0.452		19.20		0.232	5.87	ZZO. WtZ. ZWtZ. W. NWtN.	2.3	0.4	
23	Helder, ligtbewolkt, wind, natte sneeuw, wind. 1 *m.m. ijs.*	24		19.55	11.50	0.348		7.50		0.670	»	»		20. 8		0.794	1.35	NW. NWtW. ZZW. ZO. O.	0.3	0.4	
24	Ligtbewolkt beneveld, mooiweer, vorst. 2 » »	25		20.52	0. 0	0.164		9. 0		0.820	13.45	0.162		22. 0		0.919	1.57	ONO. NOtO. NNO. NO. OtN. OZO.	0.0	0.4	
25	Helder, beneveld, mooiweer, starlicht, vorst. 13 » »	26		21.55	1.30	0.000		10. 0		1.207	14. 0		0.115	22.18		1.445	1.32	OZO. ZOtO. ZO.	0.0	0.3	
26	Helder, mooiweer, starlicht, vriezend, nevel. 17 » »	27		23. 0	1.37		0.365	11. 0		1.499	18.25		0.154	»		»	4.02	ZO. ZOtO. OZO.	0.0	0.6	
27	Helder, beneveld, mooiweer, starlicht, wind. 20 » »	28		»	6.45		0.120	0. 0		1.264	16.12		0.282	12.47		1.510	5.78	OZO. O. OtZ. ONO.	0.0	0.5	
28	Digtbewolkt, beneveld, vorst. 18 » »	29	N.M. 5u. 46m.	0. 5	8. 0		0.127	1. 0		1.504	20.37		0.098	13.45		1.490	3.65	OtN. ONO. OtN.	0.0	0.7	
29	Digtbewolkt, vriezend, mooiweer, nevel. 8 » »	1	Perigeum.	1. 7	8. 0	0.299		1.40		1.412	16.50		0.047	14.27		1.240	2.42	OtN. O.	0.0	0.5	
30	Digtbewolkt, beneveld, wind, vorst. 9 » »	2		2. 4	9. 0		0.028	3. 0		1.550	18.14		0.342	15.45		1.570	14.33	OtN. ONO. OtN.	0.0	0.7	
31	Digtbewolkt, winderig. vorst. 20 » »	3		2.57	9.55		0.073	3.37		1.720	18.34		0.344	16. 0		1.526	13.25	ONO. OtN.	0.0	1.3	
			Optelling			13.132	0.713			27.771		7.925	1.382			23.893	300.93		54.2	29.3	
						0.713						1.382									
						12.419						6.543									
			Gemiddeld			0.401				0.896		0.226				0.824	9.71				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{12.419 + 6.543}{31 + 29} = \frac{18.962}{60} = 0.316$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{27.771 + 23.893}{31 + 29} = \frac{51.664}{60} = 0.861$ » — AP

Gemiddeld verval 1.177 M.

Opgemaakt te Helder den 4den Februarij 1873, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 134 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 125 » » 2.5 » 5 » » » »
» 238 » » 5 » 10 » » » »
» 99 » » 10 » 15 » » » »
» 70 » » 15 » 20 » » » »
» 62 » » 20 » 30 » » » »
» 12 » » 30 » 40 » » » »
» 1 » » 40 » 50 » » » »
» 2 » » 50 » 60 » » » »
» 1 » » 60 » 70 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 18den, ten 18 ure = 64 K.G. op den M².

BIJLAGE 12 (slot).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand Februarij 1873.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.			De Maans- Onderlom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den betrekkelijk het Amsterdamsche peil de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
							Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.			Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag.			Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag.						
						u. m.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.				
1	Helder, winderig, vorst, digtbewolkt.	40	*m.m. ijs.*	4	Z. Declinatie.	3.48	10.20		0.180	4.26		1.778	19.27		0.456	16.52		1.695	11.25	ONO. OtN. O. OtN.	0.0	0.8	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Digtbewolkt, winderig, vorst, sneeuw.	30	» »	5	N. Declinatie.	4.36	11.38	0.016		4.40		1.670	20.30		0.138	17.40		1.175	9.02	OtN. O. OtZ. OZO.	5.0	0.5	
3	Ligtbewolkt, beneveld, vochtig, mooi.			6	E.K. 22u. 25m.	5.23	11.37	0.282		5.20		1.226	21. 0	0.040		18. 8		0.815	1.43	ZOtO. OtZ. OZO.	0.0	0.2	
4	Ligtbewolkt, beneveld, vorst, mooiweer.	10	» »	7		6.11	11.25	0.008		6.25		1.192	22.25		0.174	19. 0		1.080	0.45	OZO. ZtW.	0.0	0 2	
5	Helder, mooi, digtbewolkt, beneveld.	6	» »	8		7. 1	13.15	0.012		6 37		1.244	23.20		0.084	19.15		0.850	0.25	ZtW. ZZW. ZtO. ZO. O.	0.0	0.3	
6	Helder, beneveld, mooi, mistig, koud.	2	» »	9		7.51	13. 0		0.223	8. 4		1.180	»	»		21. 0		1.289	10.23	O. NNO. NO. NOtN. NO.	0.0	0.6	
7	Ligtbewolkt, beneveld, wind, onstuimig.	5	» »	10		8.42	1.30		0.592	10.14		1.479	14.18		0.723	22.26		1.390	24.50	NO. NOtN. NO.	0.0	1.2	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 uur, bedraagt over deze maand 17° 2′ 18″.
8	Digtbewolkt, wind, onstuimig.	18	» »	11		9.34	3. 0		0.483	11. 0		1.362	15.32		0.403	23.20		1.285	12.92	NO. NOtO. NO. NOtO.	0.0	1.1	
9	Digtbewolkt, beneveld, vriezend, stil.	12	» »	12		10.24	4.30		0.154	12.17		1.158	17. 0		0.146	»		»	3.07	NOtO. NtO. NtW.	0.0	0.7	
10	Digtbewolkt, betrokken, vochtig, hagel, wind.	11	» »	13		11.14	6.26	0.406		0.15		1.000	16.27	0.250		13.45		0.604	10.98	NWtN. NtW. N.	2.0	0.7	
11	Bewolkt, helder, hagel, sneeuw, wind, regen.			14	V.M. 23u. 52m.	12. 0	5.27	0.206		1.27		1.040	19. 0	0.487		13.28		0.872	12.25	NtW. NNW. NtW. NtO.	4.7	0.6	
12	Digtbewolkt, beneveld, helder, mooi.	1	» »	15		12.44	6. 0	0.374		2.14		0.769	17. 2	0.102		14.20		1.086	5.80	NtO. NOtN. NNW. NWtN.	0.6	0.8	De grootste declinatie werd waargenomen op den 21sten ten 2 uur = 17° 9′ 20″ en de kleinste op den 8sten ten 8 uur = 15° 47′ 30″.
13	Digtbewolkt, winderig, buijig, mooi.			16		13.27	8. 0	0.350		2. 5		1.064	17.22	0.218		14.50		0.959	7.60	NW. NWtW. NW.	0.2	0.5	
14	Bewolkt, beneveld, mooiweer.			17		14. 8	8.32	0.284		2.40		1.102	18. 0	0.122		15.10		1.048	4.07	NW. NWtW. WNW.	0.0	0.4	
15	Bewolkt, beneveld, helder, ligtbewolkt, mooi.			18		14.48	9.17	0.186		3.17		1.216	18.32	0.010		15.38		1.130	2.23	WNW. W. NWtW.	0.0	0.8	
16	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.			19	Z. Declinatie.	15.29	9.43	0.182		3.48		1.270	19.30	0.000		16.25		1.135	0.78	WNW. W. WtZ. WZW.	0.0	0.6	
17	Digtbewolkt, beneveld, mooiweer.			20		16.11	9.50	0.138		4.10		1.150	19.30	0.023		16.30		1.104	0.75	WZW. W. WtZ.	0.0	0.8	
18	Digtbetrokken, beneveld, mistlg, mooiweer.			21		16.56	9.20	0.054		4.48		1.172	20.40		0.087	17.18		1.131	0.25	WtZ. W. ZWtW. WZW. ZZW.	0.0	1.2	
19	Digtbetrokken, mistig, mooiweer.			22	L.K. 23u. 42m.	17.45	11.10	0.090		5.25		1.212	21.25	0.039		18. 0		0.929	1.62	ZZW. ZWtW. WZW. W. ZWtW.	0.0	1.3	
20	Digtbewolkt, beneveld, natte mist, mooi.			23		18.39	9.48	0 019		6.14		1.000	22.37		0.240	18.30		1.234	0.72	WZW. WtZ. ZtO. ZOtO.	0.0	0.7	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 1sten Maart des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 9′ 5.″62½.
21	Digtbewolkt, beneveld, betrokken, mistig, winderig.			24		19.37	13.15	0.089		6. 0		1.124	»	»		18.30		0.570	5.57	ZOtO. ZtO. ZWtZ. ZWtW. ZW.	0.0	1.0	
22	Digtbetrokken, regen, starlicht, wind, sneeuw. 1 *m.m. ijs.*			25		20.39	1.45	0.382		8.26		0.549	12. 0	0.220		20.45		0.538	7.15	ZWtW. NW. WNW. WZW. NWtW.	6.3	0.4	
23	Helder, mooiweer. bewolkt, sneeuwbui, winderig.			26		21.42	2.25	0.283		9.47		0.824	13.48	0.272		22.20		0.742	4.15	WNW. ZZO. W. NNO. NNW.	2.5	1.4	
24	Digtbetrokken, sneeuwbui, koud, beneveld, vorst. 15 *m.m. ijs.*			27		22.45	2.28	0.166		11.30		0.982	15.27	0.075		23.55		1.204	4.38	NNW. NWtW. NtW. ONO. O. ZO.	6.8	0.4	
25	Digtbewolkt, hagel, sneeuw, regen, onstuimig.			28		23.45	2.38		0.105	12.20		1.657	19.14		0.278	23.32		1.159	9.83	ZOtO. ZO. ZZO. ZOtZ. ZtO.	11.6	0.3	
26	Digtbewolkt, wind, onstuimig, regen, wind.			29	N.M. 15u. 41m.	»	7.25	0.499		13.18		0.706	20. 6	0.480		»		»	9.70	ZtO. Z. ZtW. ZZW. W.	4.8	0.3	
27	Digtbewolkt, wind, onstuimig. mooiweer.			0	Perigeum.	0.41	8.20	1.092		1.45		0.304	16.40	0.508		14.45		0.807	9.65	WtN. NWtW. NW. NWtW.	0.5	0.9	
28	Helder, ligtbewolkt, winderig, vorst, mooi. 6 *m.m. ijs.*			1	N. Declinatie.	1.33	9. 0	0.537		2.50		1.042	17.34	0.175		15.27		1.167	2.57	NW. NWtW. WtN. ZW. ZtO. ZZO.	0.0	1.0	
					Optelling			5.655	1.737			31.472		3.021	2.729			26.998	173.17		45.0	19.7	
								1.737						2.729									
								3.918						0.292									
					Gemiddeld			0.140				1.124		0.011				1.038	6.18				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{3.918 + 0.292}{28 + 26} = \frac{4.201}{54} = 0.078$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{31.472 + 26.998}{28 + 26} = \frac{58.470}{54} = 1.083$ » — AP.

Gemiddeld verval 1.161 M.

Opgemaakt te Helder den 4den Maart 1873, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 277 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 94 » » 2.5 » 5 » » » »
» 185 » » 5 » 10 » » » »
» 49 » » 10 » 15 » » » »
» 30 » » 15 » 20 » » » »
» 35 » » 20 » 30 » » » »
» 2 » » 30 » 40 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 10den ten 7 ure 30 minuten = 40 K.G. op den M².

BIJLAGE 13.

GEMIDDELDE UITKOMSTEN VAN DE WAARNEMINGEN GEDAAN AAN DEN HELDER, GEDURENDE HET JAAR 1872.

1872 — Maanden.	Gemiddelde hoogte van de vloed- en ebgetijen. 1ste vloed.	2de vloed.	1ste ebbe.	2de ebbe.	Gemiddelde hoogte van de vloeden.	ebben.	Gemiddeld verval.	Hoogste vloed boven AP. Datums.	Uren en minuten.	m.M.	Laagste ebbe onder AP. Datums.	Uren en minuten.	m.M.	Wind-druk. K.G. op den M.² van 0 tot 2.5 Uren.	2.5 tot 5 Uren.	5 tot 10 Uren.	10 tot 15 Uren.	15 tot 20 Uren.	20 tot 25 Uren.	25 tot 30 Uren.	30 tot 40 Uren.	40 tot 50 Uren.	50 tot 60 Uren.	60 tot 70 Uren.	70 tot 80 Uren.	80 tot 90 Uren.	90 tot 100 Uren.	100 tot 110 Uren.	110 tot 120 Uren.	120 tot 130 Uren.	130 tot 140 Uren.	Grootste winddruk. Datums.	Uren en minuten.	K.G.	Gemiddelde winddruk in K.G.	Gemiddelde rigting van den wind.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Gevroren dikte in m.M. uit de dagelijksche waarnemingen te zamen geteld.	Gemiddelde Declinatie van de magneetnaald ten westen 's namiddags ten 2 ure.
	m.M. boven AP.	onder AP.	boven AP.	onder AP.	boven AP.	onder AP.								Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.	Uren.										
Januarij .	251	105	1003	926	181	966	1 147	5	15 20	824	17	5 35	1 486	269	95	237	76	29	27	4	3	2	2								4	17 15	70	6.80	Z.	64.9	22.8	23	17° 4′ 39″
Februarij .	135	1	1127	1016	71	1073	1 144	29	11 5	674	13	3 52	1 666	304	140	178	35	22	16	1											26	6 32	31	4.95	ZZO.	64.0	21.0	11	17 3 20
Maart. . .	225	121	1035	944	175	991	1 166	26	8 40	595	12	4 5	1 667	375	129	156	38	24	13	6	2	1									18	19 25	56	4.82	ZtO.	37.9	44.5	7	17 7 24
April . . .	208	133	1032	936	172	985	1 157	9	5 25	686	7	1 35	1 342	352	151	139	25	25	26	1	1										8	20 55	44	4.89	WtN.	18.0	71.5		17 5 0
Mei. . . .	181	107	1002	977	147	990	1 137	4	5 16	562	20	11 40	1 280	434	94	81	51	44	38	2											4	5 0	40	4.99	W.	36.1	99.9		17 5 7
Junij . . .	149	135	1030	1026	143	1028	1 171	29	1 53	642	24	3 42	1 262	452	73	138	37	18	1	1											6	1 30	33	3.62	ZW.	40.2	124.4		17 7 11
Julij . . .	183	244	925	944	213	934	1 147	22	21 16	470	22	2 50	1 264	562	78	68	17	16	1	1											12	5 0	50	2.47	W.	74.1	147.0		17 4 22
Augustus.	122	298	914	955	207	934	1 141	5	20 45	534	19	1 55	1 332	392	157	134	36	16	8	1	1										27	6 30	34	3.89	NNW.	52.1	109.0		17 3 18
September	353	508	683	727	428	704	1 132	28	16 50	1 014	3	2 0	1 127	157	101	200	78	87	64	14	15	3	1								27	12 15	62	10.57	ZWtW.	115.7	92.2		17 3 7
October. .	219	328	821	859	272	839	1 111	30	19 12	959	17	14 0	1 381	318	148	174	31	39	20	11	2	1									29	18 34	58	5.81	Z.	98.6	40.9		17 1 48
November	294	311	830	806	302	818	1 120	2	21 12	848	16	14 5	1 666	194	114	151	87	79	69	17	7	1	1								2	3 25	62	9.54	ZtW.	87.9	35.2	3	17 2 15
December.	310	234	910	893	273	902	1 175	9	14 35	1 214	17	1 44	1 514	234	131	245	34	41	35	5	2	2	5	4	4	1	1				8	22 40	109	8.30	ZZO.	95.3	23.1	6	17 3 1
Gemidd.	219	211	943	917	215	930	1 145	9 Dec.	14 35	1 214	12 Maart	4 5	1 667	4 043	1 411	1 901	545	440	318	64	33	10	9	4	4	1	1				5 Dec.	22 40	109	5.88	ZZW.	784.8	831.5	50	17° 4′ 12″

ALGEMEENE GEMIDDELDE UITKOMSTEN VAN DE WAARNEMINGEN GEDURENDE DE JAREN 1851 TOT EN MET 1872.

1851	239	244	951	930	241	941	1 182	6 Maart.	19 3	1 133	20 Jan.	16 0	1 549	2 466	1 374	2 608	1 299	661	333	19											19 Mei.	19 5	48.5	7.20	WtN.	797.5	664.3	139		
1852	271	272	917	910	272	913	1 185	9 Jan.	21 0	1 923	24 Febr.	4 15	1 649	2 712	1 424	2 518	1 065	690	250	88	26 4	7.6	3.0								26 Dec.	21 30	70.5	7.20	WtZ.	874.7	767.6	243		
1853	198	211	966	947	208	957	1 165	26 Sept.	0 14	1 907	12 »	4 5	1 529	3 769	976	1 966	1 191	561	228	44	12.5	6.7	4.4	1.3	0.1						25 Sept.	22 0	86.0	6.40	ZW.	681.4	586.3	1 325		
1854	282	281	109	895	283	902	1 185	18 Febr.	10 45	1 931	17 Nov.	11 0	1 627	3 635	523	1 837	1 297	823	424	149	55.6	14.4	2.0								25 Febr.	7 20	69.0	7.81	WtN.	697.4	691.7	300		
1855	182	183	1000	990	182	994	1 176	1 Jan.	5 42	2 063	19 Dec.	9 36	2 050	3 828	613	1 710	1 429	691	376	78	25.0	9.0	0.5	0.5							1 Jan.	9 10	76.5	7.41	NtW.	490.5	595.7	2 411		
1856	208	210	947	925	209	936	1 146	24 Nov.	17 8	1 341	16 Maart.	9 46	1 713	4 105	502	1 061	1 444	940	498	181	41.0	10.0	2.0								24 Nov.	16 20	74.5	7.94	WZW.	651.2	606.7	686		
1857	155	164	993	970	159	982	1 141	15 Maart.	10 0	1 162	20 »	20 8	1 725	4 598	330	1 576	1 396	513	244	59	31.0	12.0		1.0							15 Maart.	9 30	82.5	6.10	ZtW.	505.1	628.8	684		
1858	166	171	971	956	168	964	1 132	20 Jan.	10 7	1 861	2 »	3 25	1 923	4 117	509	1 865	1 276	568	272	98	35.0	10.9	7.1	0.7	1.2						25 Julij.	4 30	103.5	6.85	WtZ.	595.3	604.4	1 600		
1859	233	230	910	892	232	901	1 133	1 Nov.	11 50	1 394	27 April.	21 27	1 570	3 538	542	2 473	1 089	601	391	89	21.0	11.7	3.7	0.6							15 April.	1 20	78.0	7.40	ZWtW.	569.1	657.7	658		
1860	213	219	940	931	216	935	1 151	6 Febr.	7 25	1 452	31 Dec.	15 52	2 016	3 575	766	2 425	960	622	309	72	25.0	9.0	4.0	6.6	1.9	2.3	2.2	4.0			28 Mei.	6 35	117.5	7.23	WZW.	730.8	514.2	881		
1861	227	227	933	909	227	921	1 148	14 Nov.	17 50	1 293	15 Jan.	4 6	1 946	3 758	894	2 238	879	548	348	57	16.8	4.9	3.2	2.1	3.0	6.0	0.7	1.0	0.3		13 Nov.	22 45	122.0	6.92	ZWtW.	670.3	629.3	792		
1862	226	232	932	918	227	926	1 153	19 Dec.	17 15	2 167	17 »	2 0	1 918	3 654	997	2 514	783	401	267	67	39.0	24.0	14.0								19 Dec.	16 0	70.0	6.65	ZWtW.	640.5	544.3	697		
1863	259	256	929	903	257	916	1 173	3 »	12 25	2 057	20 Febr.	2 46	1 544	3 395	876	2 298	896	600	462	111	48 0	26.0	14.0	15.6	8.4	3.0	3.0	2.0	1.8	0.2	3 »	12 30	135.0	8.00	ZWtW.	632.0	594.0	114		
1864	139	150	1031	1011	144	1021	1 165	11 Maart.	22 0	933	16 Dec.	3 8	1 775	4 032	1 051	2 198	837	400	226	25	13.0	2.0									23 Mei.	1 30	54.0	5.81	WZW.	448.7	492.7	1 448	18° 21′ 24″	
1865	154	177	1032	1008	165	1020	1 185	6 Jan.	14 22	2 068	19 Maart.	5 20	1 920	4 247	1 166	2 150	532	297	240	66	36 0	17.5	7.0	1.5							6 Jan.	9 40	80.0	5.70	ZW.	697.7	537.0	776	18 7 52	
1866	281	298	899	882	289	891	1 180	7 Dec.	20 0	1 365	16 »	1 27	1 556	3 445	673	2 088	925	674	727	153	49.0	17.0	6.0	2.7	0.3						8 »	9 0	82.0	8.43	WZW.	962.4	627.8	138	17 56 25	
1867	230	252	954	937	241	945	1 186	2 »	0 40	1 895	6 Jan.	1 26	1 643	3 210	735	2 372	1 078	700	516	93	33 0	14.0	5.0	4.0							20 April.	18 12	77.0	7.97	W.	781.4	653.3	848	17 40 2	
1868	230	237	953	933	234	943	1 177	27 »	18 0	1 338	24 »	13 0	1 954	3 646	858	2 343	827	535	435	65	42.0	15.0	8.0	5.0	2.0	1.0	1.0	0.8	0.2		28 Dec.	9 25	122.0	6.98	WZW.	602.4	943.0	412	17 24 56	
1869	240	257	956	935	249	946	1 195	26 Oct.	11 25	1 347	28 Maart.	15 0	1 829	3 712	894	2 180	865	460	455	110	52.0	20.0	7.0	4.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3		16 »	16 15	127.0	7.22	WZW.	695.7	821.9	503	17 12 27	
1870	183	177	1006	995	180	1000	1 180	21 Febr.	11 12	1 329	8 Febr.	6 10	1 975	4 049	1 051	2 142	716	463	280	37.3	27.2	13.2	5.0	3.3							8 Jan.	5 50	76.0	5.81	WtN.	795.4	695.7	1 250	17 14 25	
1871	164	171	1001	991	167	996	1 163	20 Dec.	15 45	974	12 »	5 43	1 909	4 081	1 309	2 217	618	334	168	20	6.0	5 0	1.0	1.0							9 Maart.	8 50	75 0	5.14	ZWtZ.	603.1	740.7	1 060	17 8 30	
1872	219	211	943	917	215	930	1 145	9 »	14 35	1 214	12 Maart.	4 5	1 667	4 043	1 411	2 901	545	440	318	64	33 0	10.0	9.0	4.0	4.0	1.0	1.0				8 Dec.	22 40	109.0	5.88	ZZW.	784.8	831.5	50	17 4 12	
Gemidd.	214	220	958	940	217	949	1 166	1862 19 Dec.	17 15	2 167	1855 19 Dec.	9 36	2 050	3 709.77	885.18	2 121.82	997.59	567.95	353.05	79.42	30.34	11.81	4.81	2.40	1.00	0.61	0.37	0.36	0.12	0.01	1863 3 Dec.	12.30	135.0	6.90	WZW.	677.6	655.8	773.4	17° 34′ 28″	

Helder, den 3den Februarij 1873.

De opzigter van den provincialen waterstaat,
W. PH. DE KRUYFF.

BIJLAGE 14.

—

MEDEDEELING BETREFFENDE EENIGE PROEVEN OMTRENT DEN WEDERSTAND TEGEN DRUK VAN GETROKKEN IJZER.

Uit de proeven, die tot heden genomen zijn omtrent den wederstand van getrokken ijzeren staven tegen een druk in de rigting van haar lengte blijkt, dat de staven, indien de verhouding der lengte tot de dwarsafmetingen niet te klein is, onder den druk bezwijken, doordat ze eerst doorknikken of buigen en vervolgens breken. Een eigenlijke verbrijzeling heeft dus in dat geval geen plaats.

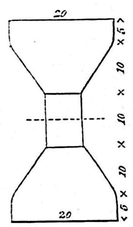
Doch wat geschiedt er, wanneer de verhouding der lengte tot de dwarsafmetingen der staaf zoo gering is, dat de staaf niet van beteekenis kan doorbuigen en dus door den absoluut werkenden druk moet bezwijken? Wordt het getrokken ijzer in dit geval verbrijzeld op dezelfde wijze als gegoten ijzer tot poeder of als hout door splijting of op andere wijze?

Uit de mij bekende opgaven omtrent de daarover genomen proeven heb ik dit niet kunnen te weten komen. Ik nam dus voor eenige jaren de gelegenheid waar, om eenige proeven met dit doel te nemen. De uitkomsten daarvan schijnen mij belangrijk genoeg, om ze aan de leden van het Instituut mede te deelen.

Er moest worden voorkomen, dat de uiteinden der staafjes het eerst beschadigd werden door splijting of ineendrukking waarvoor, natuurlijk veel kans bestaat, zoodra er slechts een neiging tot omkanteling ontstaat, of wanneer de eindvlakken van het te beproeven ijzer niet volkomen aansluiten tegen de oppervlakten der ligchamen, waartusschen het geplaatst wordt.

Te dien einde liet ik staafjes maken, waarvan de doorsnede aan de uiteinden grooter was dan in het midden. De geheele lengte van elk der beproefde staafjes was 40 m.M.; ze waren over die geheele lengte vierkant in doorsnede. De zijde van dat vierkant veranderde echter als volgt:

aan elk uiteinde over 5 m.M. lengte bedroeg die zijde 20 m.M.;

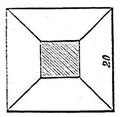


vervolgens nam deze gelijkmatig af over 10 m.M. lengte, bijeenige staafjes tot 10, bij de overigen tot 7 m.M. zijde;

deze afmeting bleef tot in het midden van het staafje dezelfde, dus in het geheel over een lengte van $40 - 2\,(5 + 10) = 10$ m.M.

In nevenstaande figuur is de vorm der staafjes of blokjes voorgesteld.

De proeven werden genomen te 's Hertogenbosch en bestuurd door den heer de Bruyn, hoofdopzigter bij den aanleg der Staatsspoorwegen.



De staafjes, werden beproefd met een werktuig, dat ook te Kuilenburg bij den bouw der spoorwegbrug is gebruikt tot beproeving van beton en andere materialen. Het is voorgesteld op plaat 43 van het Tijdschrift van het Instituut, jaargang 1871 en 1872, en bestaat uit een hefboom, aan den korten arm waarvan naar behoefte verschillende lengten kunnen worden gegeven.

De eerste proeven werden genomen op den 3den November 1870 met vier staafjes van 10 m.M. zijde in de kleinste of middendoorsnede. Elk staafje werd afzonderlijk beproefd door het tusschen twee gegoten ijzeren platen onder den hefboom te stellen. Ze zijn in onderstaande tabel vermeld onder volgnummer 1 tot 4. De korte arm van den hefboom bedroeg 30 c.M.

Het was bij deze proeven moeijelijk tegen te gaan, dat de blokjes omkantelden, daar de gegoten ijzeren plaat, die er boven op lag, aan de bovenzijde voorzien was van een stalen mes, waartegen de druk van den hefboom werd uitgeoefend; de plaat trachtte dus om dit mes te draaijen en het staafje om te werpen.

Om dit te beletten werd besloten, verder telkens drie staafjes te gelijk te beproeven. Te dien einde werd een ijzeren plaatje van 2½ à 3 m.M. dikte gemaakt, waarin drie vierkante gaten van 2 c.M. zijde, die de plaatsen aangaven, waar de staafjes geplaatst moesten worden; de middelpunten van die gaten vormden de hoekpunten van een gelijkbeenigen driehoek van 12 c.M. hoogte en 16 c.M. basis. Dit plaatje werd op een gegoten ijzeren plaat van het beproevingswerktuig gelegd, zoodanig dat het zwaartepunt van den genoemden driehoek juist onder het stalen mes moest vallen, dat den druk van den hefboom overbragt; de ijzeren blokjes werden in de gaten van het plaatje opgesteld, en nadat de tweede gegoten ijzeren plaat, waaraan het bedoelde stalen mes bevestigd was, op de staafjes was gelegd, de hefboom nedergelaten. Al de proeven in onderstaande tabel vermeld onder de letters A tot G werden in den aanvang van Februarij 1871 op deze wijze genomen.

Bij de proeven A en B hadden de blokjes 1 c.M. zijde in de middendoorsnede, en was de korte hefboomsarm van het beproevingswerktuig 15 c.M., hetgeen noodig was om genoeg kracht te kunnen uitoefenen. Daardoor bleef er echter tusschen het druk- en het steunpunt van den hefboom te weinig ruimte over, om de drie staafjes behoorlijk op te stellen. Het gevolg daarvan was dan ook, dat deze beide proeven mislukten, doordat de staafjes omkantelden vóór dat ze verbrijzeld waren, en sommigen toen door den schok braken.

De blokjes, die voor de volgende proeven bestemd en reeds gereed waren, werden daarom afgevijld tot 7 m.M. zijde in de midden doorsneden. Daardoor kon men den korten hefboomsarm van het werktuig 20 c.M. lang nemen en zoodoende aan de blokjes vaster stand geven.

De proeven C tot G moeten daarom als de meest naauwkeurige beschouwd worden.

Tabel van de uitkomsten der proeven.

Nummer der proef.	Aantal staafjes.	Gedrukte oppervlakte in c.M².	Geheele druk in K.G.	Druk in K.G. per c.M.²
1	1	1	10280	10280
2	1	»	9957	9957
3	1	»	9741	9741
4	1	»	8759	8759
A	3	$3 \times 1 = 3$	33285	11095
B	3	»	15141	5047 *
C	3	$3 \times 0{,}49 = 1.47$	17740	12068
D	3	»	17779	12095
E	3	»	21737	14782
F	3	»	21599	14687
G	3	»	21796	14823

* Geen der staafjes van proef B bezweek.

Bij proef F werd ter vervanging van een onbruikbaar geworden staafje een niet beschadigd blokje van proef B gebruikt, nadat dit was afgevijld tot 7 m.M. zijde in de middendoorsneden.

De indrukking vóór de verbrijzeling der blokjes bedroeg 7 à 10 m.M.

Van de meeste staafjes werden de bovenste en de onderste helft geheel van elkander gescheiden. De wijze waarop dit geschiedde kan het beste vergeleken worden met de werking van een schaar, wanneer men zich de beide helften van het staafje als de beenen der schaar voorstelt; het dunnere middengedeelte van het blokje werd eerst omgelegd en nagenoeg geheel weg of plat gedrukt: daardoor kwamen de dikkere uiteinden scheef tegen over elkander te liggen en schoven dientengevolge in schuine rigting langs elkander heen. Vandaar dat sommige staafjes, even vóór dat de doorsnijding zou gaan plaats grijpen, zoo scheef waren, dat de druk buiten de eindvlakken er van viel en ze dus kantelden, zonder in twee deelen gesplitst te worden.

Zoo bleven het staafje van proef 1, één der staafjes van proef A, de drie van proef B en één van elk der proeven E, F en G ongesplitst; al de overigen werden echter in twee stukken gescheiden.

Het bleek dus dat het ijzer eigenlijk niet bezweek door ververbrijzeling, maar door afsnijding of scheuren. Evenwel waren eenige staafjes ook min of meer gespleten in de rigting van den druk, die tevens de rigting van den vezel van het ijzer was. Bij sommige staafjes bevonden die spleten zich in het dunnere middengedeelte, bij anderen alleen in de dikkere uiteinden; bij de meesten was echter hoegenaamd geen splijting waar te nemen, zoodat deze niet als de eerste oorzaak van het bezwijken kan worden beschouwd, maar waarschijnlijk moet worden toegeschreven aan eene onvolledige walsing van het ijzer.

De proef B niet medetellende, omdat daarbij de staafjes niet bezweken, zoo vindt men uit bovenstaande tabel voor den gemiddelden druk 11829 K.G. per cM².. d. i. 3 à 4 maal zooveel als gewoonlijk voor den wederstand van gesmeed ijzer tegen verbrijzeling wordt opgegeven, terwijl de grootste druk, die van proef G, 4 à 5 maal zooveel bedroeg.

Door de uitkomsten dezer proeven wordt bevestigd hetgeen ik uit de in 1863 door mij genomen proeven — medegedeeld in het Tijdschrift van het Instituut, jaargang 1869—1870, blz. 83 e. v. — meende te mogen besluiten, namelijk dat de wederstand tegen indrukking van gesmeed ijzer, *wanneer dit zijdelings geheel is ingesloten*, veilig op het viervoud van den wederstand tegen afscheuring te stellen is.

Amsterdam 24 Maart 1873.

E. J. DE SAVORNIN LOHMAN.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

VERGADERING VAN DONDERDAG DEN 12DEN JUNIJ 1873, IN HET LOKAAL DILIGENTIA TE 'S GRAVENHAGE.

1. Tegenwoordig: jhr. G. J. G. Klerck, president, N. T. Michaëlis, N. H. Henket en L. C. van Kerkwijk, raadsleden; J. Tideman, secretaris; het honorair lid dr. I. P. Delprat; de gewone leden: J. Boelen JRz., J. F. Boogaard, L. Bour, J. J. van Coeverden, H. G. Derx, J. D. Evers, E. G. A. Fol, J. Gosschalk, Corns. de Groot, P. A. Korevaar, P. Maas Geesteranus, L. H. I. J. Mazel, P. J. Mouthaan, J. Mulder, J. A. E. Musquetier, E. R. van Nes van Meerkerk, W. J. A. Nieuwenhuisen, G. A. Pet, A. van Riessen, A. M. C. Roest, M. van Ruth, jhr. L. A. Sandberg, E. Saraber, H. T. Hora Siccama, M. Sijmons, J. Singels, E. Steuerwald, A. van Stralen, J. van der Vegt, H. P. Vogel, H. Wakkie en Ph. J. Waller; de buitengewone leden: J. J. Brutel de la Rivière, E. A. C. P. von Essen, R. P. J. Tutein Nolthenius, H. J. L. M. van Schevichaven en A. F. Steers.

Het raadslid W. T. Koster heeft kennis gegeven, dat hij verhinderd is de vergadering bij te wonen.

2. De president opent de vergadering met de volgende toespraak:

Mijne Heeren!

Reeds een en andermaal viel mij de treurige taak te beurt u bij den aanvang onzer vergadering te wijzen op een groot verlies door het Instituut sedert eene vorige bijeenkomst geleden.

Thans weder moet ik optreden met de aankondiging van een dubbel verlies voor onze vereeniging, dat van twee der oudste leden, beide bestuurders, den vicepresident en den penningmeester van het Instituut.

Op 23 Mei ontviel ons door den dood de vicepresident dezer vereeniging, vertegenwoordiger van een naam van goeden klank in de roemrijke geschiedenis van den nederlandschen waterstaat, door wien die naam met eere is gedragen.

Christiaan Brunings, op jeugdigen leeftijd in het korps van den waterstaat opgetreden, heeft zijne krachten aan die dienst tot het einde van zijn leven gewijd, de taak hem achtereenvolgend in verschillende rangen toevertrouwd op verdienstelijke wijze vervuld en ten slotte de belangrijke betrekking van inspecteur in die dienst verworven.

In het thans afgeloopen driejarig tijdvak medebestuurder van het Instituut, heeft hij de leiding der werkzaamheden, als voorzitter, gedurende een jaar op zich genomen, maar was daartoe, tot aller leedwezen, het volgend jaar niet meer te bewegen. Aan de werkzaamheden van den raad van bestuur, ook als voorzitter van eene der commissiën van redactie, bleef hij echter ijverig deel nemen, tot dat de langdurige ongesteldheid, die een einde maakte aan zijn nuttig en werkzaam leven, hem verhinderde de bijeenkomsten van den raad van bestuur en de algemeene vergaderingen bij te wonen, een gemis, dat, zoo wel wegens zijne aangename wijze van zamenwerking, als wegens zijne ijverige hulp en voorlichting door de leden van het bestuur zeer werd betreurd.

Brunings heeft zich in zijnen veeljarigen werkkring de achting en vriendschap weten te verwerven van allen, die hem in verschillende betrekkingen hadden leeren kennen. Zijn naam zal nog lang in het korps van den waterstaat, in het Instituut en bij zijne vele vrienden in aangename herinnering blijven.

Nog onder den treurigen indruk over het verlies van onzen vicepresident, trof ons op 4 Junij een nieuwe treurmare, die van het overlijden van een tweede bestuurslid, van den penningmeester van het Instituut.

Johan Arthur Kool, na wel volbragte studiën op het Koninklijk Instituut te Medemblik tot officier der genie bevorderd, was een der ingenieurs, die het eerst hier te lande hunne krachten hebben beproefd aan de schepping dier krachtige middelen van vervoer, van die wegen voor versnelde gemeenschap en versneld verkeer, waarmede thans het beschaafde gedeelte der wereld als overdekt is en die voor de behoeften der hedendaagsche maatschappij sedert schier onmisbaar zijn geworden. De aanleg van den spoorweg van Aken naar Maastricht en daarna van de voortzetting naar Hasselt werd aan zijne leiding toevertrouwd. Een der eerste groote spoorwegbruggen in ons land, die over de Maas bij Maastricht, werd door hem ontworpen en onder zijn toezigt uitgevoerd. Toen tot de onderneming, voor rekening van den staat, van het groote werk van den aanleg van een spoorwegnet was besloten, werd er, en teregt, prijs op gesteld, daaraan de medewerking van Kool en zijne ondervinding te verzekeren, die dan ook gaarne door hem werd verleend. Aanvankelijk belast met de uitvoering van den Limburgschen spoorweg, is hij later als ingenieur en als hoofdingenieur in algemeene dienst voor de leiding van dat groote werk tot aan zijne laatste levensdagen werkzaam geweest. Ook voor andere ondernemingen van dien aard werd zijne voorlichting op prijs gesteld en gezocht, waarvan bewijzen de belangrijke rapporten u allen bekend, over de spoorwijdte voor Indië, over den aanleg van spoorwegen op Java en over de toepassing der transportkabels, waaraan Kool zoo groot aandeel heeft gehad.

Door uwe keuze voor het laatste driejarig tijdvak geroepen om aan de leiding der werkzaamheden van het Instituut deel te nemen, heeft hij die taak met grooten ijver opgevat. Het laatste jaar had hij het penningmeesterschap aanvaard, maar heeft dat, door zijne langdurige ernstige ziekte, niet ten einde toe kunnen volbrengen. Voor de zaken van het Instituut was Kool evenals voor andere belangen en voor een ieder die hij door zijne voorlichting van dienst kon zijn, met de hem eigen welwillendheid steeds bereid zijne

hulp en medewerking te verleenen. Zeldzaam eenstemmig voorwaar was het gevoelen van allen, die Kool vroeger of later hadden leeren kennen, over zijn aangenamen omgang en over de innemendheid van zijn karakter. Vele aangename herinneringen heeft hij nagelaten, die bij zijne talrijke vrienden en in den kring onzer vereeniging niet ligt uit het geheugen zullen gewischt worden.

Het verlies van twee zoo hoog gewaardeerde onzer medeleden, de plaatsen die door hun verscheiden heden aan deze tafel onbezet blijven, verspreiden een rouwfloers, een weemoedigen indruk over deze vergadering.

Hoewel andere overwegingen tot het besluit hebben geleid, is het ons goed, uithoofde van dit dubbele verlies, dat de meer gezellige bijeenkomst, waarvoor anders gewoonlijk de Junij-vergadering wordt gekozen, ditmaal tot eene volgende gelegenheid werd verdaagd.

De vergadering betuigt haren bijval met het gesprokene.

---

3. De notulen der vergadering van den 8sten April 1873 zijn afgedrukt in de vierde aflevering ven het *Tijdschrift* voor 1872—1873, welke aan de leden is verzonden.

Daar niemand daarover het woord verlangt worden zij voor goed vastgesteld.

---

4. Mede is aan de leden verzonden het verslag van de werkzaamheden van het Instituut in het Instituutsjaar 1872—1873. Ook daarover verlangt niemand het woord.

---

5. De president deelt mede, dat de rekening en verantwoording der inkomsten en uitgaven over het afgeloopen jaar, na door den raad van bestuur te zijn goedgekeurd, door hem als naar gewoonte tot onderzoek in handen is gesteld van eene commissie uit de gewone leden, bestaande uit de heeren P. J. Mouthaan en P. Caland. Hij verzoekt eerstgemelde, als ter vergadering tegenwoordig, van de bevinding der commissie mededeeling te willen doen.

Het lid Mouthaan deelt namens de commissie mede, dat de rekening en verantwoording door haar naauwgezet is onderzocht en in volkomen orde is bevonden, zoodat hij voorstelt die goed te keuren onder dankzegging aan den waarnemenden penningmeester, het raadslid van Kerkwijk, voor het door hem gehouden financieel beheer.

Dienovereenkomstig wordt bij acclamatie besloten en de commissie bij monde van den president voor de genomen moeite bedankt.

---

6. Sedert de vorige vergadering zijn ontvangen de navermelde geschenken:

a. Van den minister van binnenlandsche zaken:

1. *Recapitulatie-tabellen der waterhoogten langs de kusten van de Zuiderzee en de Wadden, waargenomen in het jaar* 1872. folio.

2. *Verzamelings-tabellen der waargenomen waterhoogten langs de kusten van de Zuiderzee en de Wadden, in de maanden Januarij en Februarij* 1873. folio.

3. *Verslag der staatscommissie ter beoordeeling van het ontwerp voor het indijken, droogmaken en in kultuur brengen van het zuidelijk gedeelte der Zuiderzee.* 4to.

b. Van den minister van marine:

Mededeelingen betreffende het zeewezen. Uitgegeven door de zorg van het departement van marine. Zestiende deel. Met platen. 8vo.

c. Van de koninklijke akademie van wetenschappen:

1. *Jaarboek van de koninklijke akademie van wetenschappen voor* 1872. 8vo.

2. *Verslagen en mededeelingen.* Afdeeling letterkunde, 2de reeks, 3de deel, 2de stuk. 8vo.

d. Van de Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid:

1. *Tijdschrift* 1873, derde reeks, deel XIV (van de geheele reeks, deel XXXVI), 2de stuk. 8vo.

2. *Punten van beschrijving voor de zes en negentigste algemeene vergadering en het congres der Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid.* 8vo.

e. Van het koninklijk Instituut voor de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië:

Bijdragen tot de taal- land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië, 3de volgreeks, 7de deel, 3de en 4de stuk. 8vo.

f. Van het koninklijk Nederlandsch meteorologisch instituut te Utrecht:

A sequel to the suggestions on a uniform system of meteorological observations. 8vo.

g. Van de maatschappij «Paleis voor volksvlijt»:

Tijdschrift de Volksvlijt, 1873, n°. 1 en 2. 8vo.

h. Van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen:

1. *Verhandelingen*, deelen XXXIV en XXXV. 4to.

2. *Notulen der algemeene en bestuursvergaderingen*, deel VIII, 1870. 8vo.

3. *Het schrijven van Soendaasch met Latijnsche letters, door* K. F. Holle. 8vo.

4. *Tijdschrift voor Indische taal- land- en volkenkunde*, deel XVIII, 6de serie, 1ste deel, afl. 2 en deel XX, 7de serie, 2de deel, afl. 1. 8vo.

i. Van de Koninklijke Bibliotheek:

Verslag van de aanwinsten der Koninklijke Bibliotheek, gedurende het jaar 1872. 8vo.

j. Van de maatschappij tot exploitatie van staatsspoorwegen:

Verslag over het jaar 1872. 8vo.

k Van den raad van toezigt op de spoorwegdiensten:

Verslag door den raad van toezigt op de spoorwegdiensten aan den minister van binnenlandsche zaken uitgebragt, over het jaar 1872. 8vo.

l. Van burgemeester en wethouders van 's Gravenhage:

Algemeen verslag van den toestand der gemeente 's Gravenhage over het jaar 1872. 8vo.

m. Van «der Sächsischer Ingenieur- und Architekten-Verein»:

78*e ordentliche Hauptversammlung*, 1 December 1872. 8vo.

n. Van de Koninklijke Noorweegsche Universiteit:

1. *Forhandlinger i Videnskabs-selskabet i Christiania Aar* 1871. 8vo. Met pl.

2. (*Construction of yachts*) *Anvisning til konstruktion af Lystfartöier og bäde af* C. Archer (*searskilt aftryk af polyteknisk Tiddskrift for* 1872—1873.) 4to.

3. *Fore komster af kise i visse skifere i Norge, med* 3 *plancher og flere traesnit af* Amund Helland, *udgivet ved* E. B. Münster. 4to.

4. *Polyteknisk Tiddskrift* 18e ärgang, 5te, 6te hefte. 19e ärgang, geheel, en 20de ärgang, 1ste hefte. 4to.

5. *On the rise of land in Scandinavia by* S. A. Sexe. 8vo.

o. Van het lid P. Caland:

Twee photographiën van den Rotterdamschen waterweg naar zee.

p. Van het lid Corns. de Groot:

Notulen der algemeene vergaderingen van het Indisch genootschop van 11 *Februarij en* 25 *Maart* 1873. Zijnde bespreking van «Emigratie uit Nederland naar Nederlandsch Oost-Indië, met het oog op de mogelijkheid eener kolonisatie.» 8vo.

q. Van het lid P. J. Hayward:

Twee photographische afbeeldingen der havenwerken te Harlingen.

r. Van het lid E. Lacroix:

1. *Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde ou les* 100,000 *secrets et recettes de l'industrie moderne, comprenant les arts et métiers, les mines, l'agriculture etc.*, 1e—5e livraison. 8vo.

2. *Exposé des applications de l'électricité par le comte* Th. du Moncel. 3e éd. T. I. 8vo.

s. Van het raadslid N. T. Michaëlis:

1. Vier photographiën betreffende de spoorwegbrug te Dordrecht.

2. Drie id. betreffende de spoorwegbrug te Rotterdam.

3. Twee id. betreffende de Binnen-Rotte, en

4. Een id. betreffende de Oude haven te Rotterdam.

t. Van het lid M. Sijmons:

De rioolkwestie, in het bijzonder het verwijderen van onze faecale stoffen met het oog op Hollandsche toestanden beschouwd door M. Sijmons. 8vo.

u. Van het lid W. C. A. Staring:

1. *Essai sur les travaux de fascinages et la construction des digues ou description du réendiguement des poldres du Bas Escaut Belge; précédé d'une notice historique sur les poldres, par* U. N. Kümmer. 4to. Met atlas, in groot folio.

2. *Habitations ouvrières et agricoles, cités, bains et lavoirs, sociétés alimentaires, détails de construction etc., par* le dr. A. Clavel. Par Emile Muller. 8vo. Met atlas, in folio..

3. *Loi sur le défrichement des terrains incultes (du* 25 *Mars* 1847.) *Recueil des documents et des discussions.* 4to.

4. *Etudes sur les voies de communication perfectionnées et sur les lois économiques de la production du transport, suivies de tableaux statistiques sur les frais de navigation, et d'une analyse raisonnée des comptes des principaux chemins de fer français, belges, allemands et anglais, par* Edmond Teisserenc; première et seconde partie. 8vo.

v. Van het lid J. Swets Az.:

Nieuw uitgedachte schuivende sluisdeur en rolwipbrug te Kampen. 4to. Met pl.

w. Van het lid A. J. H. van der Toorn:

1. *Topographische Karte des Herzogthums Oldenburg*, in 14 bladen.

2. *Het kanaal en de kanaalmaatschappij. Een woord aan de aandeelhouders en aan Nederland, met eene bijdrage, bevattende eene historisch overzigt der zaak, door* mr. M. J. Pijnappel. 8vo.

3. *De heer mr. M. J. Pijnappel en de kanaalmaatschappij, door* J. H. van der Meulen L.Cz. 8vo.

4. *Het Noordzeekanaal. Een woord naar aanleiding van mr. Pijnappel's brochure: Het kanaal en de kanaalmaatschappij, door* S. W. Jos. Jitta. 8vo.

5. *De Amsterdamsche kanaalmaatschappij. Hare toestanden en voorstellen, door* Joan Muller. 8vo.

6. *Amsterdamsche kanaalmaatschappij. Verslag uitgebragt door de directie in de buitengewone algemeene vergadering van* 13 *November* 1867. 8vo.

7. *De Noordzee voor Amsterdam. Nadere beschouwingen van de kosten, naar aanleiding der repliek van den ingenieur A. Huët en bespreking van twee andere nadeelen, door* J. Dirks. 8vo.

8. *Doorgraving van Holland. Het adres der raadscommissie getoetst aan het belang van Amsterdam door een aandeelhouder.* 8vo.

9. Eenige stukken betreffende het kanaal door Holland op zijn smalst. In omslag in folio.

10. *De tegenwoordige stand der spoorwegkwestie van Amsterdam. Vergelijking van het ontwerp van de ingenieurs der staatsspoorwegen en dat van den heer Stieltjes, door een lid der kiezersvereeniging «Burgerplicht».* 8vo.

11. *De Amsterdamsche handel en het centraal-station, door een oud expediteur.* 8vo.

12. *Beschouwing van de ontworpen communicatie-middelen: de vaart over Pampus, de Noordhollandsche spoorbrug, het centraal-spoorwegstation, door* J. B., *oud cargadoor te Amsterdam.* 8vo.

13. *Het centraalstation in het open havenfront nog eens van eene andere zijde beschouwd door een nieuweling.* 8vo.

14. *Het regeeringsplan of niets? Een woord over de plannen tot spoorverbinding te Amsterdam.* 8vo. Met pl.

15. *Open brief aan mr. C. J. A. den Tex, burgemeester van Amsterdam, inhoudende beschouwingen over de memorie van den heer T. J. Stieltjes, over de vraag: Welk is voor Amsterdam het beste spoorwegplan? door* A. J. van Prehn. 8vo.

16. *Briefwisseling, rapporten en plannen, wegens de plaatsing van het centraalspoorwegstation te Amsterdam.* folio.

17. Eenige stukken omtrent de plaatsing van het spoorwegstation in het IJ voor de stad Amsterdam. In omslag in folio.

18. *Scheepvaart en handelsnood, veroorzaakt door de afsluiting van het IJ bij Schellingwoude en de bezwaren daaruit voortvloeijende, door* W. J. Schuttevaër. 8vo.

20. *Algemeen verslag omtrent den toestand der arbeiderswoningen te Arnhem.* 8vo.

21. *Een ziekendorp binnen Amsterdam. Eene nieuwe phase in de gasthuisquaestie, door* dr. M. W. C. Gori. *Inleiding tot een debat in de kiesvereeniging «Burgerplicht».* 8vo.

22. *Plan van oprichting eener maatschappij tot het leggen en exploiteeren van blijvende droge dokken in Nederlandsch Oost-Indie.* 8vo. Met pl.

23. *Seyssel asphalte company. List of works with their respective thicknesses.* 8vo.

x. Van den heer A. H. Bisschop-Grevelink, te Delft:

The Mangrove. Reprinted from the Nautical Magazine. June 1873. 8vo.

ij. Van den heer C. J. Gaade, te 's Gravenhage:

1. *Compte-rendu de l'exercice* 1872 *de la direction des voies et travaux du chemin de fer Grand Central Belge.* 4to.

2. *Compte-rendu de l'exercice* 1872 *de la direction de la traction et du matériel du chemin de fer Grand Central Belge.* 4to.

z. Van den heer dr. L. Mulder, te Arnhem:

1. *Landbouw-courant*, n°. 15—23. folio.

2. *De Nieuwe Boeren-goudmijn*, vel 7—10. 4to.

---

7. Van den hoofdingenieur van den waterstaat in Noordholland zijn brieven ontvangen, gedagteekend 15 April en 8 Mei jl. n°. 571 en 712 $\frac{2\,K}{17\text{ en }18}$, ten geleide van de waarnemingen aan den Helder, gedaan door het lid W. Ph. de Kruyff, gedurende de maanden Maart en April 1873. Zij zijn medegedeeld in bijlage 15.

---

8. De voorzitter geeft het woord aan het lid Boelen ter voortzetting van de bespreking van reddingsmiddelen bij gelegenheid der doorbraken langs onze rivieren en stroomen.

Spreker wenscht in de eerste plaats mede te deelen, dat hij door de welwillendheid van het lid de Groot een monster heeft ontvangen van het door dezen in de vorige vergadering vermelde hout (*kajoe gaboes*), dat voorzeker zeer de opmerkzaamheid verdient door zijne buitengewone ligtheid. Het ware zijn pligt geweest, dat monster mede te brengen, maar de omstandigheden hebben dit belet; hij heeft het ter bezigtiging gegeven aan een der heeren directeuren van de Noord- en Zuidhollandsche reddingsmaatschappij en door dezen weder aan den opzigter, van wien het nog niet is terug ontvangen. Hij is dus nu niet bij magte het te vertoonen, maar hoopt dit later te doen, en moet zich tot eene dankzegging aan het lid de Groot bepalen.

Spreker zal voorts niet terugkomen op het in de vorige vergadering verhandelde; dit is niet noodig. Hij is iets uitvoeriger geweest, dan hij wel had gewenscht, maar het was hem niet mogelijk zich meer te bekorten. Thans op sommige punten terug te komen acht spreker onnoodig. In de laatste notulen is het gesprokene, naar sprekers inzien, zeer juist geformuleerd, en men kan daaruit de werking zien van de door hem voorgestelde rol, die toen nog al opmerkingen uitlokte. Welligt heeft dit van den spreker zelf afgehangen, maar nu uit de notulen duidelijk blijkt dat de rol niet bij stil weder in eene stille of aldus genoemde slechte zee dienst moet doen, wil hij zich te dien aanzien refereren aan de notulen der laatste vergadering.

Spreker blijft overigens bij de door hem uitgesproken gevestigde overtuiging, dat het wenschelijk, noodzakelijk en mogelijk is het stelsel van reddingmiddelen, zooals het langs onze zeekusten in werking is, in zijn geheel toe te passen op onze rivieren en stroomen. Men heeft daartegen veel bezwaar. Maar even als bij vele andere zaken, zullen natuurlijk ook hier moeijelijkheden rijzen, die overwonnen moeten worden. Het opperen van bezwaren tegen iets dat nieuw is, is overigens hier te lande inheemsch, het is als het ware aan het volkskarakter eigen. Dit kan nu wel deze goede zijde hebben, dat men de zaken van verschillende kanten beschouwt, en niet dan na rijp overleg handelt, maar het is toch ook dikwijls een struikelblok, waardoor wenschelijke zaken niet tot stand komen.

Spreker blijft er bij, dat de bezwaren kunnen overwonnen worden en dat dit tot een goed doel kan leiden. Daarom heeft hij het onderwerp andermaal hier ter sprake gebragt. Hij wenscht de discussie daarover geregeld haren gang te laten gaan en om daartoe te geraken, heeft hij de eer, behoudens goedkeuring van den president, de volgende motie in overweging te geven, die welligt tot eene vruchtbare discussie kan leiden:

«De vergadering is van oordeel, dat het stelsel der reddingbooten, zooals dit is daargesteld en in werking langs onze zeekusten, kan en moet worden toegepast langs onze rivieren en stroomen om aldaar bij dijkbreuken en watersnood in de polders, menschen, have en vee te kunnen redden of te vervoeren naar de vlugtheuvels.

«De vergadering is van meening dat evenals bij de reddingmaatschappijen in Nederland de kosten daartoe benoodigd kunnen worden gevonden uit giften en jaarlijksche bijdragen van menschlievende landgenooten.

»De vergadering acht het wenschelijk, dat eene commissie van vijf leden van het koninklijk Instituut van ingenieurs, door den voorzitter te benoemen, zich onledig houde om vrijwillige bijdragen te bekomen tot het nog in het loopend jaar doen bouwen van een model-vaartuig voor het doel geschikt, om daarmede proeven te nemen, ten einde later de in werking brenging van dat doel aan eene maatschappij te doen overgaan."

Spreker voegt er bij, dat hij in de vorige vergadering heeft aangetoond, hoe de redding-maatschappijen zonder eenigen bijstand van het rijk, van provinciën of gemeenten bestaan alleen door vrijwillige bijdragen, b. v. van ƒ 5 's jaars, en voorts door legaten en giften. Hij wenscht dit ook hier in toepassing gebragt te zien en twijfelt geen oogenblik, of de verlangde bijdragen zullen komen, als het eenmaal is geconstateerd, dat deze op goede gronden kunnen gevraagd worden.

Bij gelegenheid dat de noodlottige watersnood in 1861 een deel des lands teisterde is daarvoor alleen uit menschlievendheid eene som van ƒ 193 833 bijeen gebragt. Al werd van dat bedrag voor het tegenwoordig doel slechts een tiende door giften of jaarlijksche bijdragen beschikbaar gesteld, dan was men met het beoogde doel een heel eind ver.

Spreker stelt dus voor dat de motie in discussie worde gebragt, en mogten er onder de leden zijn, die de zaak niet wenschelijk, niet noodzakelijk of niet mogelijk achten, dan zal hij die naar vermogen trachten te beantwoorden.

De president doet door den secretaris de eerste zinsnede van de motie nogmaals voorlezen en brengt die zinsnede in behandeling.

Het raadslid Henket merkt op, dat de vergadering niet kan verklaren dat het bedoelde stelsel *moet* worden toegepast, maar wel kan zij aangeven, dat zoo iets *wenschelijk* is.

Het lid Boelen stelt zich geen partij voor de redactie van zijn voorstel; acht men die, zooals zij thans luidt, te imperatief, dan is het wat hem betreft voldoende dat de wenschelijkheid der zaak worde uitgesproken.

Hij wil nog een enkel woord van toelichting hierbij voegen, wat de vroeger reeds geopperde bezwaren betreft. In de eerste plaats had men vooral tegen het transport bezwaar. Maar hij kan dat bezwaar niet deelen. Het zal voorzeker gemakkelijker zijn zoodanig vaartuig langs de dijken te vervoeren, dan de reddingsbooten langs de kust door het rulle zand.

Ook wat het te houden toezigt betreft, is bezwaar gemaakt. Maar voorzeker zullen de burgemeesters zich daarmede gaarne willen belasten. Verschillende burgemeesters in Noordholland, o. a. die te Beverswijk en vroeger ook die te Kijkduin, hebben zich belast met het toezigt op de reddingbooten. Eerstgemelde heeft zich daaromtrent zeer ijverig en zeer geschikt betoond. Er zal dus geen bezwaar bestaan, dat ook langs onze rivieren de burgemeesters, en ook de polderbesturen, zich met het voor deze zaak te houden toezigt belasten.

Nog is gewaagd van het overbrengen der vaartuigen van den regteroever naar den linkeroever der rivieren om omgekeerd. Spreker weet zeer wel dat dit bij ijsgang eene onmogelijkheid is, ja, hij meent te veel van het varen te weten om te durven voorstellen dat de vaartuigen bij hevigen stroom dwarsstrooms zullen worden overgebragt; dit ligt volstrekt niet in de bedoeling. Aan beide oevers moeten vaartuigen voorhanden zijn, maar van oversteken van de rivier is in geen geval sprake. Het getal der benoodigde vaartuigen zal zoodoende wel wat groot worden, maar op zich zelf zijn de kosten van de ijzeren pramen, gelijk hij zich voorstelt dat die vaartuigen zullen zijn, zeer weinig. De kosten van eene reddingboot geheel gereed, komen op ongeveer ƒ 4000 te staan, en zulk eene ijzeren praam zal wel niet meer dan ƒ 800 kosten. Wat dus in hoeveelheid moet worden aangevuld, wordt door het minder bedrag vergoed. En stel, men hebbe geen geld genoeg, dan moet men daarnaar te werk gaan. Ook de redding-maatschappijen zijn niet onmiddellijk met het volle getal booten begonnen. Later is de Noord- en Zuidhollandsche reddingmaatschappij zoo in bloei toegenomen, dat zij, wat spreker zeer betreurde, het innen van de contributie heeft gestaakt. Daarna evenwel is men weder daarmede begonnen, en het aantal leden is toen met zoo hij meent 25 à 30 percent vermeerderd.

Ook heeft men van de bemanning gewaagd. Spreker blijft er bij, dat daartoe boeren of polderbewoners, of landlieden, of hoe men ze noemen wil voldoende zijn. Er is hier geen sprake van goed roeijen of slag houden, bij een zee-roeivaartuig onontbeerlijk, veelmin van eenige zeemans-manoeuvre. Zoo heeft met ook als bezwaar aangewend, dat de bemanning niet altijd jong blijft. De geoefende bemanning der reddingbooten werd steeds door jongere krachten vervangen, en zoo zal men ook hier nieuwe krachten vinden als de oude niet meer tegen het werk bestand zijn.

Het lid Evers is in beginsel met de zaak ingenomen, maar kan zich niet vereenigen met het denkbeeld, om de booten langs de rivieren te plaatsen. Hij vindt dit eene zeer ongelukkige plaatsing. De reddingbooten, die op het strand zijn geplaatst, laat men als dit vereischt wordt, afdalen naar zee. Maar hier heeft men met doorbraken te doen, en als nu de boot op de rivier ligt, hoe zal men haar dan in den polder krijgen, of bij ijsgang naar de punten vervoeren, waar redding vereischt wordt? Spreker zou dus die vaartuigen niet langs de dijken willen geplaatst zien, maar zou het veel beter achten als in elke gemeente twee of meer booteu of gewone schuiten aanwezig waren, die niet langs de rivier maar in de kom der gemeente gestationeerd werden.

De president merkt op dat dit een punt van detail is, hetwelk met de uitvoering in verband staat. Wij hebben ons thans eerst tot de zaak zelve te bepalen, tot de bespreking van de wenschelijkheid van het stelsel in het algemeen.

Het lid Evers wenscht te doen uitkomen dat hij niet tegen het stelsel is, maar dat hij alleen opkomt tegen het denkbeeld, de booten langs de rivieren te plaatsen.

Het lid Boelen zegt, dat het niet de bedoeling is de vaartuigen langs de rivieren te stationeren. De reddingbooten zijn ook niet langs de kusten gestationeerd, maar hoog op het strand, beschut achter de duinen. De bedoeling is, dat er vaartuigen voorhanden zullen zijn, geplaatst en bewaard in de kom der gemeente, liefst zelfs naast het brandspuithuisje, om dienst te doen langs de rivieren, als die dienst gevraagd wordt.

Het lid Mouthaan is van meening dat deze motie moeijelijk in deze vergadering kan worden uitgemaakt. Begrijpt hij de zaak goed dan wil de voorsteller reddingmaatschappijen oprigten met hetzelfde doel als bij die welke voor de zeekusten bestaan. Maar zoo iets ligt niet in den werkkring van het Instituut. Was het hier de vraag: zijn er vaartuigen te maken, die geschikt zijn, voor het beoogde doel? dan was dit eene zaak van technischen aard, waarmede het Instituut zich zou kunnen bezighouden, maar de motie zoo als zij luidt ligt buiten de roeping van het Instituut.

Het lid de Groot acht de zaak niet zoo geheel buiten de roeping van het Instituut gelegen. Als hij zich niet vergist heeft het Instituut zich vroeger met de zaak der vlugtheuvels bemoeid; er is daarover eene prijsvraag uitgeschreven, en daarop zijn antwoorden ingekomen, die bekroond zijn. Maar als er vleugtheuvels zijn, dan moet men ook in tijd van nood een middel hebben om daarop te komen; en die middelen in het leven te roepen is de bedoeling van den voorsteller.

Het lid Boelen is ook van meening, dat de zaak hier wel degelijk te huis behoort. Strekken de bezwaren, door de ingenieurs van den waterstaat geopperd, om de zaak als niet wenschelijk, als niet mogelijk voor te stellen, dan is deze vergadering niet slechts bevoegd, maar zelfs uitsluitend geroepen, om die te onderzoeken en zoo mogelijk de wenschelijkheid van de zaak uit te spreken. Welligt zijn hier enkele heeren ingenieurs, die den watersnood hebben bijgewoond, dan zullen deze het wel met hem eens zijn. Spreker apprecieert de vlugtheuvels als redmiddel zeer, maar een redmiddel, dat niet te bereiken is, houdt op een redmiddel te zijn. Hij stelt zich het geval voor dat gedurende uren, zooals men het wel ziet afgeschilderd, de ongelukkige menschen op den nok van de woning naar redding uitzien, en dat er geen vaartuigen zijn om ze óf naar den wal óf naar de vlugtheuvels, daar waar die aanwezig zijn, te brengen.

Het lid Steuerwald acht de zaak hoogst belangrijk. Hij zou dan ook meenen, dat de voortzetting van de beraadslagingen wenschelijk is. Maar tegen de motie, niet tegen het daarin vervatte hoofddenkbeeld, heeft hij bezwaar. Het ligt niet op den weg van het Instituut om gelden te verzamelen tot het maken van een model-

boot. Daarin is ook het moeijelijke niet gelegen, daaraan moet niet in de eerste plaats worden gedacht. Eene commissie van leden van het Instituut zou kunnen worden gevormd, om verslag uit te brengen, en denkbeelden aan te geven, om zoo te komen tot eene inrigting van het geheel. De zaak is geheel nieuw ten opzigte van onze rivieren. Het zal niet zoo gemakkelijk zijn, daaromtrent een goed stelsel te vormen. Door een advies, uitgaande van het Instituut, zou de zaak kunnen worden voorbereid.

Het lid Boelen antwoordt, dat zoo iets ook geheel in zijne bedoeling ligt. Als er eene commissie mogt worden benoemd, dan zal die in een prospectus, een programma, of hoe men het noemen wil, het noodzakelijke, het mogelijke en het wenschelijke van de zaak hebben aan te toonen. En dan moet zelfs een model-vaartuig daarbij gemaakt worden, dat door proefneming voor het doel geschikt blijkt te zijn. Het ligt geheel in den zin der motie, dat een gemotiveerd voorstel, in den vorm van een programma, worde gedaan.

Het lid Waller zou den vorigen spreker in overweging willen geven zijne motie in te trekken. De vergadering is niet genoegzaam voorgelicht om daaromtrent eene uitspraak te doen. Hij zou liever zien dat de leden eerst wat meer op de hoogte worden gebragt omtrent de wijze, waarop de heer Boelen tot zijn doel hoopt te geraken, en zou dus nu willen voorstellen de zaak voorloopig liever te laten rusten.

Het lid Boelen antwoordt dat, als dit ook de meening van de vergadering mogt zijn, hij die zal eerbiedigen. Maar hij wil er op wijzen, dat ook hier het engelsche spreekwoord geldt *Time is money*. Als na eenigen tijd de winter weder voor de deur staat, dan is de tijd van handelen andermaal voorbij. Spreker heeft de zaak bij tijds aan de orde gesteld; nu is het Junij. Als wij de vergadering van September buiten houden, zal er hoogst waarschijnlijk geene geschikte gelegenheid tot de behandeling van dit onderwerp bestaan. Voor drie jaren heeft spreker reeds pogingen in dezen geest aangewend, steeds is de zaak verschoven; hij geeft dus in ernstige overweging met de behandeling voort te gaan.

Het raadslid Henket is van meening, dat men hier wel heeft te onderscheiden tusschen het algemeene plan en de uitvoering. Vooraf moet gaan een algemeen plan van het reddingstelsel; het ligt zeer zeker op den weg van het Instituut de wenschelijkheid daarvan te bespreken. Even goed als wij hier het wenschelijke zouden kunnen verklaren b. v. van een goed kanaalstelsel, van een goed spoorwegstelsel (dat wij trouwens reeds bezitten), zoo kunnen wij hier ook de wenschelijkheid uitspreken van een goed reddingstelsel. Wat de uitvoering betreft, daarover later. In dien zien is spreker niet bevreesd zijne stem aan de motie te geven. Met de uitvoering houden wij ons nu nog niet bezig, althans voor zooveel de voorgelezen eerste zinsnede betreft.

Het lid de Groot sluit zich geheel bij den vorigen spreker aan, dat men beginnen moet met de wenschelijkheid der zaak uit te spreken. Dan heeft een begin; zoo lang dat niet is geschied, heeft men geen begin.

Het lid Mouthaan acht zich bezwaard de wenschelijkheid van eene zaak uit te spreken, vóór dat de mogelijkheid nog bewezen is. Men kan zich moeijelijk over het geopperde denkbeeld verklaren, terwijl men niet eens weet of er reddingbooten te maken zijn, die in een inbrekenden polder zijn te gebruiken. De behandeling van dit punt moet voorafgaan, vóór wij iets omtrent het wenschelijke van de zaak bepalen.

De president is van oordeel dat het wenschelijke van eene zaak zeer wel kan worden afgescheiden van de vraag of zij mogelijk is. Hij vindt geenerlei bezwaar voorloopig de wenschelijkheid van het geopperde denkbeeld uit te spreken. Iets anders is het of, zooals de heer Boelen voorstelt, de wenschelijkheid kan worden uitgesproken om een stelsel van reddingbooten in werking te brengen. Alleen de wenschelijkheid in het algemeen behoort te worden uitgesproken. Dit is overigens een quaestie van redactie.

Het lid de Groot meent dat hier niet van *reddingbooten*, maar van *reddingmiddelen*, behoort sprake te zijn. De vraag is: hebben de vroegere middelen bij de bedoelde rampen te kort geschoten? Zoo ja, dan preciseert dit de wenschelijkheid van de zaak in het algemeen.

De president stelt het lid Boelen voor, de motie in dien zin te wijzigen.

Het lid Boelen heeft daartegen niet alleen geen het minste bezwaar, maar wenscht zelfs nog een stap verder te gaan. Spreker wil geene pressie, welke ook, op de vergadering uitoefenen, integendeel hij eerbiedigt de vergadering volkomen. Het zou voldoende zijn de wenschelijkheid der zaak thans uit te spreken en dat daarna eene commissie van vijf leden door den president worde benoemd. om de zaak en detail te onderzoeken, en nader rapport uit te brengen omtrent de praktische mogelijkheid van uitvoering, de inrigting enz. Hij wenscht dus de motie in dien geest te wijzigen, waardoor hij hoopt in den geest der vergadering te handelen.

De president doet alsnu eene motie voorlezen, in deze bewoordingen geformuleerd:

«De vergadering is van oordeel, dat het wenschelijk zou zijn, dat langs onze rivieren en stroomen een stelsel van reddingmiddelen werd in werking gebragt, om aldaar, bij dijkbreuken en watersnood in de polders, have en vee te kunnen redden of te vervoeren naar de vlugtheuvels, en dat door den raad van bestuur eene commissie van vijf leden van het Instituut werd benoemd om de mogelijkheid daarvan te onderzoeken en daaromtrent aan het Instituut verslag uit te brengen.»

De president brengt die motie in behandeling.

Het lid Mazel zegt, gehoord te hebben, dat men de menschen en het vee naar de vlugtheuvels wil brengen, maar zijn die dan overal te vinden?

Het lid Boelen merkt op, dat er van redden *of* vervoeren naar de vlugtheuvels wordt gesproken, dus natuurlijk daar, waar deze aanwezig zijn.

Het lid Boogaard wenscht alleen de stem te motiveren, die hij tegen de motie zal uitbrengen. Hij is niet tegen het aanbrengen van reddingmiddelen langs de rivieren; integendeel hij zou overal zoovele reddingmiddelen willen, dat nooit iemand verdronk; maar vele dingen zijn wenschelijk, die daarom nog niet mogelijk zijn. En nu ligt het, zijns inziens, niet op den weg van het Instituut om iets wenschelijk te verklaren, zoolang de mogelijkheid niet is gebleken. De commissie van vijf leden zal vooraf hebben te onderzoeken, of de zaak mogelijk is, en blijkt dat, dan kunnen later bij het uitsprekeu der wenschelijkheid tevens de middelen van uitvoering worden vastgesteld.

Op die wijze wordt het doel van den voorsteller der motie, om de zaak levendig te houden, volkomen bereikt.

De president herhaalt wat hij reeds aan het lid Mouthaan heeft geantwoord, dat het nooit bezwaar kan hebben de wenschelijkheid van iets uit te spreken, als is men nog niet van de mogelijkheid overtuigd. Het resultaat blijft overigens hetzelfde.

Het raadslid Henket acht de mogelijkheid van de zaak buiten twijfel, al is het niet in die mate als de heer Boelen schijnt te beoogen. Kan het stelsel niet in alle rivieren in werking worden gebragt, welnu, dan zoover als dit mogelijk is.

Daar niemand verder het woord verlangt worden de beraadslagingen gesloten.

De president brengt de motie in stemming bij middel van blijven zitten of opstaan, en verzoekt het raadslid Henket en het lid Nieuwenhuisen zich met het opnemen der stemmen te willen belasten.

De uitslag der stemming is, dat alle leden zich vóór de motie verklaren, met uitzondering van de leden Boogaard en van der Vegt.

Het lid Boelen betuigt de vergadering zijn dank voor de welwillende opname van zijn voorstel en voor het aannemen van de motie.

---

9. Het lid Gosschalk bekomt het woord en zegt het volgende:

Ik neem de vrijheid om verontschuldiging te vragen, dat het Instituut door mij wordt bezig gehouden met eene zoo eenvoudige zaak, als de invoering van een grooter en normaal maat voor gebakken steen in Nederland.

Het onderwerp is uit een *tweeledig* oogpunt welligt niet zoo onbelangrijk, als men bij den eersten oogopslag zoude zeggen.

Ten eerste immers zijn er niet onbelangrijke bezuinigingen, vooral bij den bouw van groote werken, mede te verkrijgen.

Ten tweede is uit een mercantiel oogpunt de ter bespreking voorgestelde zaak niet van gewigt ontbloot.

In Duitschland is de invoering van een normaal steenformaat, wat verwondering zal baren, *zonder* tusschenkomst der regering en langs den waren weg van vrijwillige overeenkomst tusschen de verschillende fabrikanten verkregen. Er waren aldaar nog meer formaten van steen dan bij ons, en het particularisme zal zeker daaraan groot gewigt hebben gehecht.

Echter begonnen de fabrikanten er langzamerhand de moeijelijkheden van te ontwaren; ieders afzet bleef tot een betrekkelijk kleinen kring beperkt.

Eene vereeniging van bezitters van steen- en pottenbakkerijen, die een eigen orgaan had (*deutsche Töpfer- und Ziegler-Zeitung*), werd te baat genomen tot bespreking van de mogelijkheid der invoering van eene normale grootte van steen. En werkelijk gingen langzamerhand de meeste fabrikanten over tot het vormen en bakken van steenen van het op een congres van steenbakkers aangenomen normaal-formaat van $25 \times 12 \times 6.5$ d.M. ongeveer, dat is dus iets dunner dan de fransche, en iets korter en smaller dan de algemeen gebruikelijke engelsche afmetingen. De algemeene duitsche Ingenieur-Verein ondersteunde den genomen maatregel, en zoo is deze vorm voor de rijkswerken in den toenmaligen pruissischen staat ingevoerd, en zal nu wel in het gansche duitsche keizerrijk gebruikt worden.

Natuurlijk belet deze maatregel niet, dat er kleinere formaten nuttig gebruikt kunnen, en gebakken zullen worden.

Het komt mij voor, dat de natuurlijke weg, door eigenbelang voorgeschreven, die hier bewandeld is, ook bij ons ingeslagen kan worden.

Het is de eigenaardige roeping van het koninklijk Instituut van ingenieurs om vóór te gaan, en zijn grooten invloed te doen gelden. Echter niet dan na rijp onderzoek, waartoe ik hoop dat deze mededeeling aanleiding moge geven.

Wanneer men nagaat dat de main d'œuvre en de brandstof bij de steenfabrikatie de grootste factoren zijn, en de prijs van de klei zelf niet zoozeer in aanmerking komt, dan zal men reeds terstond inzien, dat grooter formaat van steen (waarbij het vormloon niet noemenswaard en het gebruik van brandstof niet zeer belangrijk behoeft te rijzen) bij verwerking besparing *moet* opleveren.

Duizend steenen van het grooter formaat behoeven niet zooveel meer te kosten als hun vermeerdering in volumen bedraagt. Maar bovendien is het gebruik van metselspecie geringer; één paard of één mortelmolen kunnen meer metselaars bijhouden, en er bestaat geen enkele reden om aan te nemen, dat het arbeidsloon bij de verwerking van het nieuwe formaat zal stijgen.

Een metselaar verwerkt bij gemiddeld werk (bijv. 1½ à 2 steens muren, voegen niet medegerekend), met inbegrip van opstijgeren, in 10 uren ongeveer 600 Waalsteenen en 800 drielingen van den Hollandschen IJssel. Welnu, hij zal ook 600 steenen groot-formaat verwerken, en daardoor aanmerkelijk meer teerling meters verwerkt hebben.

Men ziet uit de graphische voorstelling (*), dat er bij de tegen-

---

(*) Eene aan den wand opgehangen graphische voorstelling strekte ter verduidelijking.

Om de gedachten te bepalen waren de meest gebruikelijke formaten, als 1°. de steen van den Hollandschen IJssel ($16 \times 8 \times 4$ d.M.), 2°. de Vechtsche drieling ($18 \times 9 \times 4$ d.M.), 3°. de Waalsteen ($22.5 \times 11 \times 5.5$ d.M.), 4°. de Vechtsche mop ($23.5 \times 11.5 \times 4.5$ d.M.), eindelijk 5°. de nieuwe vorm, voorgedragen op $25 \times 12.2 \times 6$ d.M., daarop voorgesteld.

De graphische voorstelling was verder aldus tweeledig ingerigt: 1°. het aantal steenen per M³. was voor elken der vijf bovengenoemde vormen op de lijn der abscissen volgens denzelfden maatstaf, opgedragen, terwijl op de lijn der ordinaten — met verschillende kleuren —

woordige prijzen buiten kijf, voor groote werken en gemiddeld dikke muren, nog tegenover Waalsteen eene besparing van 10 ten honderd kan verkregen worden, en naar gelang der plaatselijke omstandigheden overal meer of minder.

Mijn voorstel zou nu zijn om eerst door proefnemingen te doen uitmaken, of onze klei in het algemeen (en welke dan niet) zich eigent tot het vormen van grootere steenen.

A priori schijnt daartegen geen bezwaar te bestaan. Men herinnert zich hierbij hoe vroeger van de Utrechtsche en Friesche klei werd gezegd, dat grootere steenen, er van gevormd, krom trokken en hoe er toch allengs in Friesland en aan den Vaartschen Rijn enz. Waalvorm gemaakt wordt van betere kwaliteit dan de steen van de Waal zelf.

Blijkt het nu uit de proeven, dat de klei geen beletsel is, welnu, dan moet men bij groote werken (zooals bijv. bij de genie in uitzigt gesteld zijn) zonder dralen, in het belang der belastingschuldigen, dat groote formaat in de bestekken voorschrijven. De steenbakkers zullen dan wel zorgen aan de gestelde eischen te voldoen.

Ik zeg zonder dralen; juist nu is het oogenblik geschikt tot een dergelijken maatregel, omdat er algemeen de zucht waar te nemen is, om Waalvorm-steenen te fabriceren.

Het nemen der proeven, waarvan zooeven gesproken werd, zou ook nog indirect kunnen voeren tot verbetering van de kwaliteit der Waalsteen, die, op zijn zachtst gezegd, niet vooruitgaande is.

Welligt ook zou het fabriceren van een nieuw formaat wat leven onder de steenbakkers brengen, die maar al te weinig geneigd zijn aan nieuwe vindingen een gunstig oor te leenen. Om niets anders te noemen, is men — op een enkelen fabrikant na — voor iederen geprofileerden of verglaasden steen afhankelijk van de beleefdheid van een pannenbakker.

Wanneer men daarmede vergelijkt de schoone voorbeelden van profilsteen uit de zeventiende eeuw bijv., dan ziet men ook hierin teruggang.

In den aanhef heb ik gesproken van handelsbelangen bij de invoering van een formaat als in Duitschland is aangenomen, mijnheer de voorzitter.

Het zal wel van algemeene bekendheid zijn, dat er in den laatsten tijd een vrij levendige handel in steen naar het aangrenzend Duitschland is geweest.

Onze steenprijzen zijn belangrijk onder de duitsche en kunnen dit nog lang blijven. Eene van de oorzaken is de vele moeite en kosten aan het exploiteren eener kleigroeve, in vele gedeelten van Duitschland, verbonden. Op den duur zal van onzen steen, dunkt mij, slechts een markt behouden kunnen worden, bij het leveren van waar, gelijk aan die, waaraan men gewoon is.

Het is om al het bovengenoemde, dat ik de vrijheid neem, om het aannemen van een grooter (en normaal) formaat van steen aan den raad van bestuur en de leden van het Instituut van ingenieurs in ernstige en naauwgezette overweging te geven.

De president zegt den spreker dank voor zijne mededeeling, waarover niemand het woord verlangt.

---

10. Nadat de gewone pauze is gehouden bekomt het raadslid Michaëlis het woord en geeft een kort overzigt van eene door hem aan den raad van bestuur ingezonden mededeeling over de hoogte van opzetting van draaibruggen. Dat stuk is afgedrukt als bijlage 16.

---

11. De president deelt mede dat, als een gevolg van de discussie over de reddingmiddelen, het lid Hora Siccama ten geschenke heeft aangeboden een ter tafel aanwezig model van een Catamaran of vlot, zooals het in gebruik is op de kust van Coromandel, met eene beschrijving. Deze is afgedrukt als bijlage 17.

---

12. Men gaat alsnu over tot het ballotteeren van de in de vergadering van den 8sten April jl. als nieuwe leden voorgestelden.

De president verzoekt het raadslid van Kerkwijk en het lid de Groot zich met het opnemen der stemmen te willen belasten. De uitslag is dat zijn aangenomen:

tot gewone leden de heeren: C. A. Jeckel, industrieel, oud-zeeofficier te Leerdam; Quando (A. F.) Kawage, hoofdambtenaar aan het departement van financiën te Jedo (Japan); A. Rummens, ingenieur te Gent (België); F. G. H. A. Sassen, adjunct-ingenieur bij den Noordbrabantsch-Duitschen spoorweg te Rotterdam; H. T. Schalken, kapitein-ingenieur te Delft; K. Sougiyama, hoofdambtenaar aan het departement van openbare werken te Jedo (Japan);

tot buitengewone leden de heeren: L. E. Asser, student aan de polytechnische school te Delft; P. Kleynhens, N. Kuilenburg, kadets der genie te Delft; D. R. J. baron van Lijnden, student aan de polytechnische school te Delft; J. H. Neiszen, kadet der genie te Delft; A. Portielje, student aan de polytechnische school te Delft; jhr. E. Quarles van Ufford, kadet der genie te Delft; Th. A. M. Ruijs, student aan de polytechnische school te Delft en H. M. W. C. baron van Till, kadet der genie te Delft.

---

13. Vervolgens wordt overgegaan tot de benoeming van drie leden van den raad van bestuur, in plaats van de aftredende leden W. T. Koster, C. Brunings en J. A. Kool, waarvan de beide laatsten overleden zijn, terwijl de heer Koster, ingevolge de bepalingen van het reglement, voor dit jaar niet herkiesbaar is.

De president verzoekt dezelfde leden de taak van stemopnemers te vervullen.

---

het metselspecieverbruik per M³. was gesteld; 2°. het aantal steenen per M³. was op de as der abscissen opgedragen en als ordinaat de prijs per M³. voor gemiddeld werk in Amsterdam in Junij (met inbegrip van lossen, optassen, klaar maken van specie enz.).

De verhouding was aldus:

	Aantal steenen per M³.	Metselspecie per M³.	Prijs per M³.
Groote (nieuwe vorm)	500	2.7 H.L.	ƒ 20.—
Waalsteen	750	3.5 „	„ 22.—
Vechtsche mop	800	4.5 „	„ 26.—
Vechtsche drieling	1250	4.7 „	„ 28.45
Hollandsche IJsselsteen	1600	5.3 „	„ 29.46

Er worden 35 stembriefjes ingeleverd.

Er zijn 26 stemmen uitgebragt op het lid W. C. A. Staring, 25 op het lid P. Caland, 18 op het lid J. P. de Bordes, 11 op het lid P. J. Mouthaan, 7 op het lid H. P. Vogel, 3 op het lid G. van Diesen, 2 op elk van de leden Corns. de Groot en A. J. H. van der Toorn, 1 op elk van de leden J. F. Augier, J. F. Boogaard, dr. E. F. van Dissel, P. Maas Geesteranus, F. W. H. van Opstall, E. Steuerwald, dr. L. Cohen Stuart en van der Toorn, terwijl op 2 briefjes de naam voorkwam van het raadslid T. J. Stieltjes en op 1 de naam Heshusius.

De leden W. C. A. Staring, P. Caland en J. P. de Bordes zijn mitsdien tot leden van den raad van bestuur verkozen. Daar zij niet ter vergadering tegenwoordig zijn, zal hun op de gewone wijze van hunne benoeming worden kennis gegeven.

De president bedankt de stemopnemers voor de genomen moeite.

---

14. De secretaris deelt mede dat met het einde van het Instituutsjaar 1872—1873 als gewone leden worden overgeschreven de buitengewone leden H. F. W. Becking, A. A. Bekaar, J. H. Bik, W. J. Brender à Brandis, P. H. de Bruyn, jhr. H. van Capellen, H. P. Gutteling, A. Keurenaer, C. G. Key, J. D. M. de Klerk JCz., H. G. Levert, H. A. Mansfeldt, F. G. N. Haitsma Mulier, H. W. Nachenius, G. Oosting, J. G. van Renterghem, R. A. J. Snethlage, J. A. Snijders CJz., A. H. T. K. Thissen, J. R. M. Wiegel en W. van der Worff.

---

15. Om te worden geballotteerd in de vergadering van den 9den September e. k. worden voorgesteld als gewone leden de heeren J. A. Roessingh van Iterson, sectie-ingenieur bij de maatschappij tot exploitatie van Staatsspoorwegen, te Bergen op Zoom, en R. Kielstra, ingenieur der maatschappij tot landaanwinning op de Friesche wadden, te Leeuwarden..

---

16. Het lid Gosschalk vraagt nog het woord, om het door hem gesprokene ter overweging aan den raad van bestuur aan te bevelen, in de hoop dat het welligt tot nadere bespreking in de volgende vergadering moge leiden, en tot het benoemen van eene commissie uit het Instituut van ingenieurs, in vereeniging met steenbakkers, ten einde te overwegen wat ten deze te doen is.

Daar er niets meer aan de orde is sluit de president de vergadering, na de aanwezigen voor de betoonde belangstelling te hebben bedankt.

Aldus voorloopig vastgesteld in de vergadering van den raad van bestuur van 12 Augustus 1873.

Namens den raad van bestuur:

G. J. G. KLERCK,
president.

J. TIDEMAN,
secretaris.

BIJLAGE 15.

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand Maart 1873.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Ouderdom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit bij de landskeet aan den					
					Tijd en stand van den eersten vloed na den middag.			Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag.		
				u. m.	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.
1	Ligtbewolkt, winderig, mooiweer, zachte regen.	2	N. Declinatie.	2.24	9.35	0.256		3.20		1.402
2	Dikke mist, stil, starlicht, beneveld, mooiweer. 1 *m.M. ijs.*	3		3.14	10. 0	**0.567**		4. 3		1.118
3	Ligtbewolkt, beneveld, mooi, regenachtig, mist.	4		4. 3	10.45	0.082		4.25		1.414
4	Ligtbewolkt, beneveld, mooi, mist, digtbeneveld.	5		4.54	11.13	0.217		4.45		1.318
5	Ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	6	E.K. 13u. 44m.	5.45	11. 0	0.146		5.35		1.097
6	Ligtbewolkt, mooiweer, beneveld, winderig.	7		6.37	10.30		0.172	6.25		1.298
7	Digtbewolkt, wind, regen, onstuimig, helder, mooi.	8		7.29	10.17		0.107	6.20		0.804
8	Helder, winderig, mooiweer, ligtbewolkt, wind.	9		8.20	1.32	0.154		8.42		0.716
9	Ligtbewolkt, winderig, mooi, regenbui, bewolkt.	10		9.10	2.22	0.154		10.18		1.006
10	Ligtbewolkt, winderig, mooi, weerlicht, wind, regen, hagel.	11	Apogeum.	9.57	5. 4	0.407		11. 0		0.755
11	Ligtbewolkt, helder, mooiweer, vochtig, regen, koel.	12		10.42	6.35	0.352		12.27		0.856
12	Helder, ligtbewolkt, mooiweer.	13		11.25	6.50	0.412		0.22		0.893
13	Helder, schoonweer, nachtvorst. 2 *m.M. ijs.*	14	V.M. 18u. 4m.	12. 7	7.25	0.172		1. 0		1.203
14	Helder, ligtbewolkt, mooiweer, winderig.	15		12.48	7.56	0.156		1.50		1.168
15	Bewolkt, winderig, koudweer. 1 » »	16	Z. Declinatie.	13.28	7.30		0.149	2.52		1.528
16	Ligtbewolkt, winderig, helder, beneveld, koud. 1 » »	17		14.10	9.17		0.160	3.20		1.652
17	Helder, beneveld, mooi, mistig, wind, koud.	18		14.55	9.22	0.028		3. 5		1.450
18	Helder, ligtbewolkt, winderig, bewolkt, koud.	19		15.42	9. 0		0.088	4. 0		1.442
19	Digtbewolkt, wind, koudweer, regenbuijen.	20		16.33	9. 0	0.165		4.20		1.128
20	Bewolkt, winderig, regen, wind, natte sneeuw.	21		17.28	9. 0	0.162		5. 6		1.028
21	Bewolkt, mooiweer, helder, starlicht.	22	L.K. 10u. 39m.	18.27	9.30		0.006	5. 0		1.177
22	Helder, beneveld, mooi, digtbewolkt, koude lucht.	23		19.28	11.30		0.212	6.20		1.212
23	Helder, beneveld, mooiweer, koude lucht.	24		20.29	12.25		0.215	7. 0		1.219
24	Helder, beneveld, mooiweer.	25		21.28	2. 0		0.031	9.22		1.121
25	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooiweer.	26		22.24	3. 0	0.026		11. 5		1.343
26	Helder, beneveld, starlicht, mooiweer.	27	Perigeum.	23.18	5.40	0.079		12.25		1.372
27	Helder, schoonweer, beneveld, mooiweer.	28		»	6.45	0.165		0.34		1.212
28	Helder, ligtbewolkt, mooi, beneveld, schoon.	29	N.M. 1u. 13m.	0. 9	7.52	0.318		1.37		1.264
29	Helder, beneveld, schoon, weerlicht.	1	N. Declinatie.	1. 0	8.12	0.339		2.12		1.304
30	Helder, schoon, bewolkt, beneveld, vochtig, mooiweer.	2		1.50	9. 0	0.268		3. 0		1.386
31	Ligtbewolkt, beneveld, schoon, onweer, dikke mist.	3		2.14	9.50	0.262		3.22		1.372
			Optelling			4.887	1.140			37.256
						1.140				
						3.747				
			Gemiddeld			0.121				1.202

Datums.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen bepaald door de bladen, beschreven door den mareograaf Helderschen zeedijk. (1)						Gemiddelde windkracht gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
	Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag.			Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag.							
	u. m.	+ AP.	— AP.	u. m.	+ AP.	— AP.					
1	17.52	0.033		15.38		1.334	4.65	ZOtZ. ZO. ZOtO. Z. ZZW. (ZZW.	1.6	1.0	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	18.53	0.250		16.45		0.950	2.22	ZZW. ZWtW. NWtW. WNW. WZW.	2.4	0.6	
3	19.15		0.028	16.30		1.257	3.22	ZZW. ZOtZ. ZtO. ZtW. ZWtW.	0.9	0.5	
4	20.30	0.149		17.34		0.906	0.67	ZWtW. ZW. ZOtZ.	**0.0**	0.6	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 ure, bedraagt over deze maand 17° 2′ 57″.
5	21.40	0.022		17.50		0.915	0.87	ZOtZ. NtW. NNO. NO. NOtN. O.	0.0	0.7	
6	23 50		0.040	18. 0		1.160	2.52	OtZ. ZOtZ. ZO.	0.0	1.4	
7	»		»	18.34		0.719	8.25	ZO. ZZO. ZtW. ZWtZ.	2.9	1.0	
8	13.24	0.036		21. 0		0.687	6.67	ZWtZ. ZZW. Z. ZZW.	0.0	2.0	
9	17.32	0.014		22. 0		0.739	8.75	ZZW. ZtO. ZZW.	1.7	3.2	
10	18.30	0.118		23.30		0.812	7.35	ZWtZ. ZW. ZWtW. ZtO. NNW. WZW.	1.7	2.8	
11	15.30	0.159		»		»	1.10	ZWtW. ZO. ZW. N. NWtN.	**6.0**	0.6	De grootste declinatie werd waargenomen op den 15den ten 2 uur = 17° 9′ 20″ en de kleinste op den 10den ten 8 uur = 16° 1′ 50″.
12	16.27	0.122		13.16		0.988	1.43	NWtW. W. WtN.	0.0	1.6	
13	16.47	0.042		13.46		1.130	**0.13**	WtN. NOtO. NO. ZOtO. ONO.	0.0	1.9	
14	17.25		0.107	14.30		1.294	4.72	ONO. NOtO. OtN. ONO.	0.0	3.2	
15	18.15		0.304	15.22		1.606	**12.25**	ONO. NOtO. OtN.	0.0	3.3	
16	18.40		0.248	15.30		1.534	8.38	ONO. OtN. O. OtN.	0.0	2.7	
17	18.35		0.122	15.26		1.260	4.72	OtN. NOtO. ONO.	0.0	1.9	
18	20.25		0.071	16.30		1.312	9.08	NOtO. NO. NOtN.	0.0	**4.0**	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 27sten des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 68° 4′ 39.″375.
19	20. 0	0.190		17. 0		0.867	8.78	NNO. NtO. N. NtW. NNW. N.	1.8	2.3	
20	21.45	0.055		17. 8		1.038	11.52	NtO. NNO. NO. NNO. NOtO. OtN.	2.9	1.2	
21	21.27	0.037		17.10		1.000	1.47	OtN. NOtO. ONO. ZOtO. OtN.	0.9	**0.4**	
22	23.30		0.164	18.30		1.132	4.83	ONO. NO. ONO. OtN. O.	0.0	2.6	
23	»		»	20. 0		0.964	2.02	OtN. O. OtZ. O.	0.0	2.4	
24	14. 0		0.174	22.12		0.990	0.30	OtN. ONO. NO. N. NOtN.	0.0	1.8	
25	17.50		0.200	23. 8		1.190	2.15	NOtN. ONO.	0.0	2.9	
26	19.30		0.106	»		»	3.35	NOtN. NOtO. OtN. ONO.	0.0	2.5	
27	19.45		0.089	13.12		1.415	3.52	NOtO. NO. NOtO. ONO.	0.0	2.7	
28	16.45		0.026	14.25		1.299	0.35	ONO. O. ONO. ZO. ONO. OZO.	0.0	2.7	
29	17. 0	0.028		14.40		1.256	0.17	OZO. WtZ. NNW. NOtN.	0.0	1.2	
30	18. 0	0.077		15.45		1.276	0.22	NO. ZO. OtZ. ZtO. OZO.	0.0	1.8	
31	18.17	0.197		16. 0		1.054	0.73	OZO. ZZW. ONO. O. W. ZZO. ZZW.	0.0	2.4	
		1.529	1.679			32.084	126.39		22.8	59.9	
			1.529								
			0.150								
			0.005			1.106	4.08				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{3.747 + 0.150}{31 + 29} = \frac{3.597}{60} = 0.060$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{37.256 + 32.084}{31 + 29} = \frac{69.340}{60} = 1.156$ » — AP.

Gemiddeld verval 1.216 M.

Opgemaakt te Helder den 4den April 1873, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 387 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 331 » » 2.5 » 5 » » » »
» 164 » » 5 » 10 » » » »
» 43 » » 10 » 15 » » » »
» 14 » » 15 » 20 » » » »
» 4 » » 20 » 30 » » » »
» 1 » » 30 » 40 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 10den, ten 5 ure 45 minuten = 38 K.G. op den M².

BIJLAGE 15 (slot).

Waarnemingen te Helder, gedurende de maand April 1873.

Datums.	Doorgaande gesteldheid van het weder, gedurende het etmaal.	De Maans- Oudertom.	De Maans- Phases, Declinatie, Apogeum en Perigeum.	De Maans- Culminatie.	Hoogte van de vloed- en ebgetijen in het Marsdiep te Helder, opgemaakt uit de bladen, beschreven door den mareograaf bij de landskeet aan den Helderschen zeedijk. (1) — Tijd en stand van den eersten vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Tijd en stand van de eerste ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Tijd en stand van den tweeden vloed na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Tijd en stand van de tweede ebbe na den middag. u. m.	+ AP.	− AP.	Gemiddelde winddruk gedurende het verloopen etmaal, in K.G. op den M².	Plaats gehad hebbende windrigtingen gedurende het verloopen etmaal. Regtwijzend.	Gevallen regen in m.M. hoogte.	Uitgedampt in m.M. hoogte.	Opmerkingen.
				u. m.																	
1	Helder, beneveld, schoon, weerlicht, mist.	4	N. Declinatie.	3.34	10. 0	0.189		3.47		1.218	19. 0	0.094		16.15		1.101	0.32	ZW. W. WNW. NNO. NtW. NW.	**0.0**	1.2	De bak, waarin de waarnemingen omtrent den gevallen regen en de uitdamping worden gedaan, is groot een M². en staat 2.30 M. boven den grond.
2	Ligtbewolkt, beneveld, mooi, dauw, mooiweer.	5		4.27	10.40		0.032	4.40		1.367	20.30	0.129		16.47		1.054	0.50	NW. NNW. NWtW. ZWtW. ZW.	0.0	0.9	
3	Ligtbewolkt, mooi, betrokken, regenachtig, koel.	6		5.21	8.45	0.154		5. 0		1.012	20.50	0.215		17.18		0.770	3.35	ZW. ZWtW. W. WZW.	0.0	1.4	
4	Ligtbewolkt, beneveld, natte mist, bewolkt.	7	E.K. 6u. 55m.	6.14	9.34	0.018		5.30		1.000	23.55	0.284		17.27		0.754	3.48	WZW. ZW. ZWtZ. WtN. WtZ.	0.0	2.1	
5	Ligtbewolkt, beneveld, winderig, koelweer.	8		7. 5	10.20	0.197		6. 4		0.550	»	»		18.27		0.577	8.10	WtZ. W. NW. WNW. NWtW.	0.0	1.7	
6	Ligtbewolkt, helder, winderig, mooi, koel, regen.	9		7.53	0. 0	0.266		8. 0		0.630	13. 0	0.012		20.32		0.724	4.15	NWtW. NW. NNW. NtO.	2.4	1.6	
7	Digtbewolkt, wind, buijig, koel, regen.	10	Apogeum.	8.39	2. 7	0.142		10. 0		0.862	14.10		0.072	22. 5		0.930	7.68	NtO. NtW. NNW. NW. N. NOtN.	1.6	1.6	De gemiddelde declinatie van de magneetnaald ten westen, des namiddags ten 2 uur, bedraagt over deze maand 17° 0′ 55″.
8	Digtbewolkt, wind, buijig, zwaarbewolkt, koudweer.	11		9.23	2.45	0.144		11. 0		1.122	15.27		0.141	23.27		1.155	11.78	NNO. NOtN. NNO.	3.2	1.7	
9	Helder, ligtbewolkt, winderig, koelweer.	12		10. 5	3.48	0.009		12. 0		1.370	15.42		0.220	»		»	5.72	NNO. NO. NNO. NOtO. NO.	0.0	3.1	
10	Helder, winderig, koel, digtbewolkt, beneveld, koud.	13		10.45	5. 0		0.055	0. 5		1.344	17. 0		0.147	13.10		**1.382**	5.60	NO. NNO. NtO. NNO.	0.0	3.4	
11	Bewolkt, koel, digtbetrokken, vochtig, bewolkt, wind, koud.	14	Z. Declinatie.	11.26	6.27	0.139		0.40		1.206	16.27	0.029		13. 8		1.104	5.40	NNO. N. NtW.	0.0	0.9	
12	Digtbewolkt, koel, beneveld, mooiweer.	15	V.M. 10u. 10m.	12. 8	7.20	0.149		1.25		1.159	17. 0		0.086	13.55		1.322	0.58	N. NtW.	0.0	**0.5**	De grootste declinatie werd waargenomen op den 28sten ten 2 uur = 17° 6′ 50″ en de kleinste op den 12den ten 8 uur = 15° 58′ 20″.
13	Digtbewolkt, mooi, stil, beneveld.	16		12.52	7. 0	0.011		2. 0		**1.382**	20.18		0.056	14.22		1.314	0.45	N. ZWtW. NNW. NOtN. ONO. OtN.	0.0	0.6	
14	Helder, ligtbewolkt, beneveld, mooi.	17		13.39	8.30	0.014		2.27		1.348	21.23		0.052	15. 3		1.316	2.35	OtN. NOtO. O. OtN.	0.0	2.7	
15	Ligtbewolkt, beneveld, mooi, winderig, koel.	18		14.29	8.45	0.039		2.45		1.322	18. 0		0.025	15.12		1.244	4.58	O. OtN. O. OtN.	0.0	3.2	
16	Helder, ligtbewolkt, beneveld, schoonweer.	19		15.24	10. 0	0.006		3.37		1.300	19. 5	0.043		16.15		1.184	2.92	OtN.	0.0	2.2	
17	Ligtbewolkt, mooi, bewolkt, beneveld, winderig.	20		16.22	9.50	0.082		3.45		1.149	19.20	0.119		16.20		1.014	5.63	OtN. NOtN. NOtO. NO.	0.0	3.3	
18	Helder, beneveld, winderig.	21		17.22	8.25	0.027		4.37		1.134	21. 0	0.099		17. 0		1.013	15.17	NOtN. NO. NOtN.	0.0	**5.8**	Absolute bepaling der magnetische inclinatie op den 30sten April des voormiddags tusschen 10 en 12 uur = 67° 55′ 56.″25.
19	Helder, winderig, koelweer, onstuimig.	22	L.K. 18u. 7m.	18.22	9. 0		0.066	5.17		1.118	21.50	0.037		17. 0		0.992	10.75	NOtN.	0.0	5.4	
20	Bewolkt, wind, onstuimig, beneveld, helder, mooi.	23		19.20	10.42		0.223	6.27		1.162	»	»		18.30		0.990	10.00	NOtN. NOtO. NO.	0.0	3.4	
21	Helder, wind, mooi, beneveld, koel, vochtig.	24		20.15	0. 0	0.017		7.52		1.074	13.15		0.184	20.22		0.817	4.13	NO. NtW. N. NNW.	0.0	3.5	
22	Digtbewolkt, winderig, koud, losbewolkt, sneeuw.	25		21. 7	2. 0	0.197		9.34		1.018	17. 0		0.122	22.30		0.774	5.30	NNW. N. NW. NNW. NtW.	0.3	1.3	
23	Losbewolkt, buijig, koud, sneeuw, regen, wind. 3 *m.M. ijs.*	26	Perigeum.	21.58	3. 0	0.295		10.50		1.088	14.15		0.052	22.45		1.066	6.67	N. NO. NW. N. ONO. NOtO.	3.2	2.5	
24	Helder, ligtbewolkt, wind, koud, hagel, sneeuw.	27	N. Declinatie.	22.47	5.20	0.178		12. 0		1.254	15.25		0.095	»		»	5.27	NOtN. NNO. N. NO. NOtO.	1.8	3.9	
25	Ligtbewolkt, koelweer, vriezend, koud, hagel. 2 *m.M. ijs.*	28		23.37	6.18	0.228		0.25		1.182	15.45		0.087	13. 0		1.278	4.10	NOtO. NNO. N. NNW. NO. NW.	0.0	3.0	
26	Losbewolkt, buijig, koud, winderig, regen, hagel.	29		»	7.24	0.350		1. 8		1.202	16.25	0.325		13.42		0.984	9.33	NWtW. WNW. NtW. NNW. NWtN.	**6.8**	1.5	
27	Digtbewolkt, wind, regen, hagel, onstuimig, wind, koud.	1	N.M. 11u. 1m.	0.28	7.25	**0.666**		2. 0		0.807	16.37	0.356		14.32		0.904	**18.63**	NtW. N. NtW. NNW. NW. W.	2.1	2.4	
28	Digtbetrokken, winderig, regenbui, zwaarbewolkt.	2		1.20	8.42	0.386		2.40		1.184	21. 0	0.464		15.17		0.829	9.17	WZW. WNW. W. ZW. WtZ. NW. NWtN.	4.4	1.7	
29	Ligtbewolkt, wind, onstuimig, koelweer.	3		2.14	5.30	0.426		3. 0		0.860	17.50	0.287		15.25		1.045	7.22	NNW. NWtN. NW. WtN. WZW. W.	0.5	3.6	
30	Betrokken, winderig, vochtig, koel, regenbuijig.	4		3. 9	10. 0	0.180		3.42		1.175	19.22	0.278		16. 5		0.956	4.15	W. WtN. W. WtZ. WtN.	0.5	1.1	
			Optelling			4.509	0.376			33.599		2.771	1.339			28.603	182.48		26.8	71.2	
						0.376						1.339									
						4.133						1.432									
			Gemiddeld			0.138				1.120		0.051				1.022	6.08				

Gemiddelde hoogte van al de vloeden $\frac{4.133+1.432}{30+28}=\frac{5.565}{58}=0.096$ M. + AP.

Gemiddelde hoogte van al de ebben $\frac{33.599+28.603}{30+28}=\frac{62.202}{58}=1.072$ » − AP.

Gemiddeld verval 1.168 M.

Opgemaakt te Helder den 3den Mei 1873, door den opzigter van den waterstaat,

W. PH. DE KRUYFF.

(1) Met 1 April 1864 is het merk van AP. aan den zelfregistrerenden getij-meter 23 m.M. hooger geplaatst. Bij het gebruik dezer tabellen dient dit te worden in het oog gehouden.

In deze maand heeft men winddrukken gehad:

Gedurende 196 uren van 0 tot 2.5 K.G. op den M².
» 221 » » 2.5 » 5 » » » »
» 204 » » 5 » 10 » » » »
» 45 » » 10 » 15 » » » »
» 39 » » 15 » 20 » » » »
» 9 » » 20 » 30 » » » »
» 4 » » 30 » 40 » » » »
» 2 » » 40 » 50 » » » »

De grootste winddruk had plaats op den 27sten ten 0 ure 46 minuten = 46 K.G. op den M².

BIJLAGE 16.

Rotterdam, den 30sten Mei 1873.

In de Februarij-vergadering van dit jaar werd door het lid van Hasselt mededeeling gedaan van een door hem gemaakt ontwerp tot opligting eener draaibrug op haar middensteunpunt, om haar, voor de draaijende beweging, vrij te maken van hare eindsteunpunten.

Vroeger werd reeds door mij medegedeeld een denkbeeld, dat hetzelfde doel beoogde.

In het belang der veiligheid van het verkeer is het, vooral bij spoorwegbruggen, ongetwijfeld noodig, dat er betere middelen tot opzetting worden beraamd, dan die welke men thans daartoe gebruikt, en gewis is eene opzetting, waardoor de brug in gesloten toestand geheel in dezelfde omstandigheden verkeert als eene vaste brug, rustende op drie steunpunten, het meest aan te bevelen.

De thans in gebruik zijnde opzettoestellen hebben drie nadeelen:

1°. dat het draagvlak, dat zij aan den balk aanbieden te klein en te onvast is;

2°. dat de kracht aan te wenden voor de opzetting te groot is, en

3°. dat, ten gevolge van het tweede bezwaar, bij groote bruggen althans, de opzetting onvolledig geschiedt.

Door het niet volledig opzetten der brug ontstaat evenwel een nieuw bezwaar. De afmetingen der brugbalken worden bepaald in de onderstelling, dat bij de opzetting de geheele doorbuiging wordt weggenomen. Dit heeft echter geen plaats en dientengevolge ontstaan in het materiaal geheel andere spanningen dan men zich heeft voorgesteld.

Het kwam mij wenschelijk voor te onderzoeken, welke spanningen in de randen der brugbalken ontstaan, wanneer een gedeeltelijke doorbuiging overblijft; daarbij stelde ik mij tevens ten doel na te gaan, bij welke doorbuiging een minimum van materiaal gebruikt moet worden.

Door dit te bepalen worden althans de beide laatste der drie genoemde bezwaren geheel of gedeeltelijk weggenomen.

Het eerstgenoemde bezwaar blijft bestaan en hoewel het in de eerste plaats wenschelijk is dit weg te nemen, heeft de praktijk nog geen uitspraak gedaan over de daarvoor aanbevolen middelen en zullen er misschien nog veel draaibruggen gebouwd worden eer een der beide genoemde, of eenige andere wijze van opligting der geheele brug bewezen heeft te voldoen.

Daarom heb ik aangaande het door mij ingestelde onderzoek eene korte nota geschreven, die ik de eer heb hierbij aan den Raad aan te bieden, om daarvan zoodanig gebruik te maken als hij wenschelijk acht.

HOOGTE VAN OPZETTING DER DRAAIBRUGGEN.

Om de afmetingen van de randen der balken van draaibruggen te bepalen, berekent men de spanningen in de volgende onderstellingen:

1°. dat de brug geopend en onbelast is;

2°. dat zij gesloten en belast is;

3°. dat zij gesloten en slechts boven eene der openingen belast is.

In het tweede en derde geval neemt men daarbij aan dat de einden zoo hoog worden opgezet, dat er volstrekt geene doorbuiging overblijft.

Met de gewoonlijk daartoe gebruikte hulpmiddelen blijkt het, althans bij groote bruggen, in de praktijk onuitvoerbaar te zijn de geheele doorbuiging weg te nemen. Er blijft dus ook bij de gesloten, geheel of gedeeltelijk belaste brug eene zekere doorbuiging over en tengevolge hiervan ontstaan in de brugranden andere spanningen dan die, voortvloeijende uit de gemaakte onderstelling.

De momenten der uitwendige krachten nemen nabij de eindsteunpunten het sterkst toe wanneer de brug gesloten en belast is; verder van dit punt worden de spanningsmomenten der geopende onbelaste brug grooter dan die der gesloten en belaste. Is echter de belasting, in verhouding tot het eigengewigt, groot, dan worden weder de eerstgenoemde momenten boven den draaipijler grooter dan de andere; in het omgekeerde geval blijven die voor de geopende brug de grootste.

Blijft eene gedeeltelijke doorbuiging over, dan vermindert de drukking op de eindsteunpunten; de spanningsmomenten nabij die punten worden dus kleiner, die boven den draaipijler grooter dan bij de geheel opgezette brug.

Er bestaat dus eene doorbuiging, waarbij de som der spanningsmomenten en dus ook de benoodigde hoeveelheid stof in de randen een minimum wordt.

De hoeveelheid stof benoodigd tot zamenstelling van den wand van den brugbalk is vrij wel onafhankelijk van die doorbuiging, daar de reactie van het middensteunpunt evenveel toe- als die van het eindsteunpunt afneemt.

Noemt men de doorsnede van den rand voor eenig punt van den balk D, de hoogte aldaar h, de toe te laten spanning S, de hoek, dien de rand op dit punt met eene vertikale lijn maakt, β, dan is

$$D = \frac{M}{S\,h \sin \beta}.$$

In deze vergelijking kunnen h en β al of niet veranderlijk zijn, naarmate van den vorm van den balk. Beschouwt men echter eene bepaalde doorsnede, waarin voor twee verschillende belastingswijzen D en D_1 de doorsneden der randen, M en M_1 de momenten der uitwendige krachten zijn, dan is, voor die doorsnede:

$$D : D_1 = \frac{M}{S\,h \sin \beta} : \frac{M_1}{S\,h \sin \beta} = M : M_1.$$

De vereischte doorsneden zijn dus tot elkander in reden als de spanningsmomenten en deze betrekking is onafhankelijk van de hoogte en van den vorm van den balk.

Wanneer dus de inhoud der figuur, begrensd door de kromme lijn, die de vergelijking der spanningsmomenten uitdrukt en door de abscissen-as, een minimum wordt, verkrijgt ook de inhoud van den rand zijne kleinste waarde.

In het hierna volgende wordt onderzocht voor welke doorbuiging dit plaats heeft. Daarbij zijn de volgende teekenen aangenomen:

l lengte van elken arm van den als gelijkarmig aangenomen balk;

p constant gewigt van den balk met toebehooren per eenheid van lengte;

q som van het constant gewigt en van dat der maximum-belasting, mede per eenheid van lengte;

A reactie van de eindsteunpunten der geheel belaste brug, wanneer alle doorbuiging is weggenomen;

A_1 reactie van het eindsteunpunt der belaste opening der brug, wanneer slechts een arm belast is en alle doorbuiging is weggenomen;

C_1 reactie van het eindsteunpunt der onbelaste opening van de brug in de voorgaande onderstelling;

$\mathcal{A}$, $\mathcal{A}_1$ en C_1 hebben dezelfde beteekenis als A, A_1 en C_1 in de onderstelling eener willekeurige doorbuiging;

$\mathcal{A}_1^1$ reactie van het eindsteunpunt der belaste opening van de brug, wanneer slechts een arm belast is en de doorbuiging zoo groot is, dat de reactie van het andere eindsteunpunt nul wordt;

u willekeurige doorbuiging;

u_1 doorbuiging der onbelaste, geopende brug;

u_2 doorbuiging, waarbij de reactie van het eindsteunpunt van den onbelasten brugarm, wanneer de andere belast is, nul wordt;

I inhoud van de figuur der spanningsmomenten, wanneer de brug geheel opgezet is en beide armen even zwaar belast zijn;

I_1 inhoud dier figuur, wanneer onder dezelfde aanname slechts een arm belast is;

I en I_1 hebben dezelfde beteekenis als I en I_1 voor het geval de brug is doorgebogen;

M spanningsmomenten voor de gesloten brug;

M_1 idem voor de geopende brug;

m, n, m_1, n_1 coëfficiënten.

Verder wordt gesteld:

$$A = K\,q\,l, \quad A_1 = a\,A, \quad \frac{p}{q} = b, \quad \frac{u}{u} = w, \quad \frac{u_2}{u_1} = w_1, \quad \frac{u}{u_2} = w_2.$$

Voor eene gelijkmatige belasting is in het algemeen:

$$M = A\,x - \tfrac{1}{2}\,q\,x^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

voor de geopende brug wordt $\mathcal{A} = 0$ en $q = p$ dus:

$$M_1 = -\tfrac{1}{2}\,p\,x^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

De inhoud der kromme lijn uit (1) wordt:

$$I = \int_o^l M\,dx = \tfrac{1}{2}\,A\,l^2 - \tfrac{1}{6}\,q\,l^2 = \frac{l^2}{6}\left\{3\,A - q\,l\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

en die uit (2):

$$I = \int_o^l M_1\,dx = -\tfrac{1}{6}\,p\,l^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Nu is echter, nu eens de waarde van M uit (1), dan weder die van M_1 uit (2) de grootste en daar de doorsnede van den rand zich altijd naar de grootste dezer beide waarden regelen moet, behoort te worden nagegaan voor welke waarden van x, + of − M $= M_1$ wordt, hetgeen blijkbaar geschiedt voor

$$A\,x - \tfrac{1}{2}\,q\,x^2 = \tfrac{1}{2}\,p\,x^2$$

$$x = \frac{2\,A}{q + p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

en

$$-A\,x + \tfrac{1}{2}\,q\,x^2 = \tfrac{1}{2}\,p\,x^2$$

$$x = \frac{2\,A}{q - p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Wanneer $x = \frac{2\,A}{q-p} > l$ is, bestaat er blijkbaar slechts één snijpunt, voor $x = \frac{2\,A}{q-p} =$ of $< l$ bestaan er twee snijpunten.

Voor het eerste geval wordt M tusschen $x = 0$ en $x = \frac{2\,A}{q+p}$ uit (1) en M_1 tusschen $x = \frac{2\,A}{q+p}$ en $x = l$ het grootst en heeft men alzoo:

$$I = \int_o^{\frac{2\,A}{q+p}} (A\,x - \tfrac{1}{2}\,q\,x^2)\,dx + \int_{\frac{2\,A}{q+p}}^{l} \tfrac{1}{2}\,p\,x^2\,dx \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Het teeken van den tweeden term dezer vergelijking is omgekeerd, omdat, bij het in teekening brengen der momentenlijn, al de negatieve waarden van M als positief worden beschouwd en dus de figuur om de as der X wordt omgeslagen.

Uit (7) volgt na integratie en herleiding:

$$I = \tfrac{2}{3}\,\frac{A^3}{(q+p)^2} + \tfrac{1}{6}\,p\,l^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

De waarde van $\mathcal{A}$ is afhankelijk van de grootte der doorbuiging. Zij wordt *nul* voor de geopende, vrijhangende brug en groeit bij vermeerdering der opzetting in regte reden met die opzetting aan, zoodat men haar kan voorstellen door de vergelijking der regte lijn

$$\mathcal{A} = m - n\,u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Is nu de doorbuiging der geheel belaste geopende brug, daarbij onderstellende, dat de grens der veerkracht niet wordt overschreden, u, dan is voor deze belasting $\mathcal{A} = 0$, dus $m - n\,u = 0$. Voor de geheel opgezette brug daarentegen is $\mathcal{A} = A$ en $u = o$ dus $m = A$, waaruit volgt $n = \frac{A}{u}$.

Aangezien de doorbuigingen evenredig zijn aan de belastingen, kan men voor de doorbuiging u der vrijhangende belaste brug schrijven $\frac{q}{p}\,u$, zoodat men heeft:

$$A = A\left\{\frac{q\,u_1 - p\,u}{q\,u_1}\right\} = A\left\{1 - b\,w\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Er moet dus onderzocht worden welke waarde van A, u of w I tot een minimum maakt.

Uit (8) volgt:

$$\frac{dI}{d\mathcal{A}} = \frac{2\,\mathcal{A}^2}{(q+p)^2},$$

welke waarde slechts nul kan worden voor $\mathcal{A} = 0$ en dus aanduidt, dat, zoolang er slechts één snijpunt bestaat, er geen sprake zijn kan van een volstrekt minimum. Uit de vergelijking blijkt evenwel dat I kleiner wordt naarmate $\mathcal{A}$ af-, alzoo u of w toenemen. De kleinst mogelijke waarde van $\mathcal{A}$ verkrijgt men dus, wanneer die van M en M_1 voor $x = l$ aan elkander gelijk, alzoo

$$\mathcal{A}\,l - \tfrac{1}{2}\,q\,l^2 = -\tfrac{1}{2}\,p\,l^2$$

$$\mathcal{A} = \tfrac{1}{2}\,l\,(q - p) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

is. Uit (10) en (11) volgt dan:

$$A\,(1 - b\,w) = \tfrac{1}{2}\,l\,(q - p)$$

$$w = \frac{1}{b}\left\{1 - \frac{l\,(q-p)}{2\,A}\right\} = \frac{1}{b}\left\{1 - \frac{1-b}{2\,K}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

en uit (8) en (11):

$$I = \frac{l^3}{12}\,\frac{(q-p)^2}{(q+p)^2} + \tfrac{1}{6}\,p\,l^3 = \frac{q\,l^3}{12}\left\{\frac{(1-b)^2}{(1+b)^2} + 2\,b\right\} \quad . \quad . \quad (13)$$

Is de geheele doorbuiging weggenomen, dan wordt $I = \mathrm{I}$ en $\mathcal{A} = A$, dus uit (8):

$$I=\tfrac{2}{3}\frac{A^3}{(q+p)^2}+\tfrac{1}{6}p\,l^3=\tfrac{1}{6}q\,l^3\left\{\frac{4K^3}{(1+b)^2}+b\right\} \quad . \quad . \quad (14)$$

Voor een prismatischen balk is $A=\frac{3}{8}q\,l$, dus $K=\frac{3}{8}$ en dus zou voor dit geval

$$w=\frac{1}{3b}\left\{4b-1\right\}=\frac{1}{3p}\left\{4p-q\right\}$$

en $$I=\tfrac{1}{6}q\,l^3\left\{\frac{27}{128(1+b)^2}+b\right\}$$ zijn.

Bestaan tusschen $x=0$ en $x=l$ twee snijpunten, dan wordt

$$I=\int_0^{\frac{2A}{q+p}}(Ax-\tfrac{1}{2}qx^2)\,dx+\int_{\frac{2A}{q-p}}^{\frac{2A}{q+p}}\tfrac{1}{2}px^2\,dx-$$

$$-\int_{\frac{2A}{q-p}}^{l}(Ax-\tfrac{1}{2}qx^2)\,dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

in welke vergelijking het teeken der beide laatste termen, om de reeds vermelde redenen, is omgekeerd.

De integratie dezer formule geeft:

$$I=\tfrac{2}{3}\left(\frac{A}{q+p}\right)^3(q+3p)+\tfrac{1}{3}A^3p\left\{\frac{1}{(q-p)^2}-\frac{1}{(q+p)^2}\right\}-$$

$$-\frac{l^2}{6}\left\{3A-ql\right\}+\tfrac{2}{3}\left(\frac{A}{q-p}\right)^3(q-3p),$$

of na herleiding:

$$I=\tfrac{2}{3}A^3\left\{\frac{1}{(q+p)^2}+\frac{1}{(q-p)^2}\right\}-\frac{l^2}{6}\left\{3A-ql\right\} \quad . \quad . \quad (16)$$

Differentieert men deze vergelijking ten opzigte van A, dan wordt

$$\frac{dI}{dA}=2A^2\left\{\frac{1}{(q+p)^2}+\frac{1}{(q-p)^2}\right\}-\frac{l^2}{2}=\frac{4(q^2+p^2)}{(q^2-p^2)^2}A^2-\frac{l^2}{2},$$

hetgeen nul wordt voor

$$A=\tfrac{1}{2}l(q^2-p^2)\sqrt{\frac{1}{2(q^2+p^2)}}=\tfrac{1}{2}q\,l\frac{1-b^2}{\sqrt{2(1+b^2)}} \quad . \quad . \quad (17)$$

Met deze waarde volgt uit (10):

$$w=\frac{1}{b}\left\{1-\frac{1}{2K}\times\frac{1-b^2}{\sqrt{2(1+b^2)}}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

Uit (16) volgt:

$$I=\frac{2A^2}{3q^2}\left\{\frac{1}{(1+b)^2}-\frac{1}{(1-b)^2}\right\}-\frac{l^2}{6}\left\{3A-ql\right\}=$$

$$=A\left\{\frac{4A^2}{3q^2}\times\frac{1+b^2}{(1-b^2)^2}-\tfrac{1}{2}l^2\right\}+\frac{ql^3}{6}.$$

Substitueert men hierin de waarde van A uit (17), dan komt er na herleiding:

$$I=\frac{ql^3}{6}\left\{1-\frac{1-b^2}{\sqrt{2(1+b^2)}}\right\}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

Is ook in dit geval de geheele doorbuiging weggenomen, dan wordt:

$$I=\tfrac{2}{3}A^3\left\{\frac{1}{(q+p)^2}-\frac{1}{(q-p)^2}\right\}-\frac{l^2}{6}\left\{3A-ql\right\}=$$

$$=\frac{ql^3}{6}\left\{8K^3\frac{1+b^2}{(1-b^2)^2}-3K+1\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Voor een prismatischen balk wordt weder $K=\frac{3}{8}$, dus uit (18):

$$w=\frac{1}{3b}\left\{3-4\times\frac{1-b^2}{\sqrt{2(1+b^2)}}\right\}$$

De formule (10) is slechts juist zoolang beide einden der brug dezelfde belasting dragen, daar zij is opgemaakt in de onderstelling, dat de hoek van de tangens aan de elastische lijn, boven den draagpijler, nul is. Draagt eene opening slechts haar eigen gewigt en de andere bovendien eene gelijkmatig verdeelde belasting, dan nemen wel de drukkingen op de eindsteunpunten evenredig af met de vermeerdering der doorbuiging, doch dit gaat slechts door tot het oogenblik waarop de drukking van het einde der onbelaste opening nul wordt; want van dit oogenblik af wordt de ligger een balk, rustende op twee steunpunten.

Het verband tusschen de reactiën en de doorbuigingen kan dus tusschen $u=0$ en $u=u_2$, weder worden uitgedrukt door de vergelijking der regte lijn:

$$A_1=m_1-n_1u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1a)$$

Hierin wordt voor $u=0$, $A_1=A_1$, voor $u=u_2$, $A_1=A_1'$, dus

$$A_1=A_1-\frac{A_1-A_1'}{u_2}u$$

en aangezien

$A_1'\,l-\tfrac{1}{2}q\,l^2=-\tfrac{1}{2}p\,l^2$ of $A_1'=\frac{l}{2}(q-p)$ is, wordt dus

$$A_1=\frac{A_1(u_2-u)+\frac{1}{2}l(q-p)u}{u_2}=A_1\left\{1-w_2\right\}+\tfrac{1}{2}l(q-p)w_2 \quad (2a)$$

Uit (1a) en (2a) volgt dus:

$$m_1-n_1u=\frac{A_1(u_2-u)+\frac{1}{2}l(q-p)u}{u_2}$$

daar echter $m_1=A_1$ is volgt hieruit:

$$n_1=\frac{A_1-\frac{1}{2}l(q-p)}{u_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a)$$

welke waarde identisch is met die van $n=A\,\frac{p}{q\,u_1}$ uit (9).

De evenwigtsvoorwaarde

$$EI\frac{d^2y}{dx^2}=Ax-\tfrac{1}{2}qx^2$$

kan, wanneer het moment van inertie I veranderlijk is, in het algemeen geschreven worden onder den vorm:

$$\frac{d^2y}{dx^2}=\beta_1AF_1(x)-\gamma_1qf_1(x).$$

Integreert men deze vergelijking en stelt den hoek, dien de raaklijn aan de elastische kromme boven den middenpijler maakt met de as der X, gelijk α, dan is:

$$\frac{dy}{dx}=\operatorname{tg}\alpha-\delta_1\left\{\beta_2AF_2(x)-\gamma_2qf_2(x)\right\}$$

hetgeen op nieuw geintegreerd geeft:

$$y=x\operatorname{tg}\alpha-\delta_2\left\{\beta_3AF_3(x)-\gamma_3qf_3(x)\right\}.$$

Is nu voor $x=l$ de doorbuiging u, dan wordt:

$$u=l\operatorname{tg}\alpha-\delta_2\left\{\beta_3AF_3(l)-\gamma_3qf_3(l)\right\}. \quad . \quad . \quad (a)$$

Voor symmetrische belasting wordt $\alpha=0$, alzoo:

$$u=-\delta_2\left\{\beta_3AF_3(l)-\gamma_3qf_3(l)\right\}.$$

Wordt in deze laatste vergelijking $A=0$ en de totaal belasting q gelijk aan het eigengewigt p, dan gaat u over in u_1 en dus is:

$$u_1=\delta_2\gamma_3pf_3(l),$$

wordt daarentegen $u=0$, dan gaat A over in A en dus is:

$$A=\frac{\gamma_3qf_3(l)}{\beta_3F_3(l)}.$$

Substitueert men deze beide waarden in $n=A\,\frac{p}{qu_1}$, dan vindt men:

$$n=\frac{1}{\delta_2\beta_3F_3(l)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b)$$

Is slechts een arm van de brug met een gewigt q, de andere daarentegen met een gewigt p per eenheid van lengte belast en drukt men de reactie van het eindsteunpunt van dezen arm uit door C, dan krijgt men, mits beide armen aan elkander gelijk zijn, voor u dezelfde waarde als uit (a), slechts met dit onderscheid, dat A door C en q door p moet vervangen worden en α negatief wordt, dus:

$$u=-l\operatorname{tg}\alpha-\delta_2\left\{\beta_3CF_3(l)-\gamma_3pf_3(l)\right\}$$

of daar $$C=A-\tfrac{1}{2}l(q-p)$$ is,

$$u=-l\operatorname{tg}\alpha-\delta_2\left\{\beta_3\left(A-\tfrac{1}{2}l(q-p)\right)F_3(l)-\gamma_3pf_3(l)\right\} \quad (c)$$

Uit de som der vergelijkingen (a) en (c) volgt:

$$u=-\delta_2\left\{\beta_3\left(A-\frac{l}{4}(q-p)\right)F_3(l)-\gamma_3\frac{p+q}{2}f_3(l)\right\}.$$

Wordt in deze vergelijking $C=o$, of $A=\frac{1}{2}l(q-p)$ dan gaat u over in u_2 en dus is

$$u_2=-\frac{\delta_2}{2}\left\{\tfrac{1}{2}\beta_3l(q-p)F_3l-\gamma_3(q+p)f_3'(l)\right\}$$

terwijl voor $u=0$, $A=A_1$ wordt, dus

$$A_1-\frac{l}{4}(q-p)=(q+p)\frac{\gamma_3}{2\beta_3}\cdot\frac{f_3(l)}{F_3(l)}.$$

Substitueert men deze beide waarden in n_1, uit (3a) dan wordt

$$n_1=\frac{(q+p)\frac{\gamma_3}{2\beta_3}\cdot\frac{f_3(l)}{F_3(l)}-\frac{l}{4}(q-p)}{-\frac{\delta_2}{2}\left\{\tfrac{1}{2}\beta_3l(q-p)F_3(l)-\gamma_3(q+p)f_3(l)\right\}}=$$

$$-\frac{1}{\delta_2\beta_3F_3(l)}\frac{\left\{(q+p)\gamma_3f_3(l)-\frac{l}{2}(q-p)\beta_3F_3(l)\right\}}{\left\{\frac{l}{2}(q-p)\beta_3F_3(l)-\gamma_3(q+p)f_3(l)\right\}}=\frac{1}{\delta_2\beta_3F_3(l)} \quad (d)$$

welke waarde gelijk is aan die van n uit (b).

Men heeft dus voor de reactie van de eindsteunpunten bij gelijke belasting der beide armen

$$A=m-nu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

en wanneer slechts een arm behalve zijn eigengewigt eene gelijkmatig verdeelde belasting draagt, voor de reactie van het eindsteunpunt van den meest belasten arm

$$A_1=m_1-nu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5a)$$

en in deze vergelijkingen is

$$m=A,\ m_1=A_1 \text{ en } n=A\frac{p}{qu_2}.$$

Aangezien nu steeds $A_1>A$ en dus ook $A_1>A$ is, zoo zijn, ook voor de eenzijdig belaste brug, de spanningsmomenten bij het eindsteunpunt grooter en bij den draaipijler kleiner dan voor de geheel belaste, omdat in beide gevallen de doorbuiging dezelfde blijven moet. Het volstrekte minimum van inhoud der randen krijgt men dus wanneer de inhoud der figuur, die de spanningsmomenten aanduidt en, uitgaande van het steunpunt, begrensd is eerst door de parabool der eenzijdige belasting, vervolgens door die van het eigengewigt en eindelijk door die der geheele belasting, het kleinst is.

Voor dien inhoud volgt uit (15)

$$I=\int_0^{\frac{2(m_1-nu)}{q+p}}\left\{(m_1-nu)x-\tfrac{1}{2}qx^2\right\}dx+$$

$$+\int_{\frac{2(m_1-nu)}{q+p}}^{\frac{2(m-nu)}{q-p}}\tfrac{1}{2}px^2dx-\int_{\frac{2(m-nu)}{q-p}}^{l}\left\{(m-nu)x-\tfrac{1}{2}qx^2\right\}dx \quad (6a)$$

of na integratie en herleiding

$$I=\tfrac{2}{3}\frac{(m_1-nu)^3}{(q+p)^2}+\tfrac{2}{3}\frac{(m-nu)^3}{(q-p)^2}-\frac{l^2}{6}\left\{3(m-nu)-ql\right\} \quad (7a)$$

welke waarde minimum wordt voor $\frac{dI}{du}=0$, hetgeen plaats heeft voor

$$\left(\frac{m_1-nu}{q+p}\right)^2+\left(\frac{m-nu}{q-p}\right)^2=\tfrac{1}{4}l^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8a)$$

Is het eigengewigt p klein in verhouding tot dat van de belasting $q-p$, dan kan zich het geval voordoen dat $u>u_2$ wordt, hetgeen duidt op eene opheffing van het onbelaste einde. In dit geval mag de doorbuiging niet grooter worden dan u_2, want bij vermeerdering der doorbuiging verandert A_1 niet en A wordt grooter, zoodat de ordinaten der momenten-kromme bij het eindsteunpunt dezelfde blijven en boven den middenpijler grooter worden, waardoor ook de inhoud der figuur in oppervlakte toeneemt.

Daar in het algemeen

$$A_1-\tfrac{1}{2}l(q-p)=C_1$$

dus ook

$$A_1-\tfrac{1}{2}l(q-p)=C_1$$

alzoo

$$A_1-C_1=A_1-C_1$$

is, volgt uit (5a)

$$A_1-A_1=C_1-C_1=-nu=-A\frac{pu}{qu_1} \quad . \quad . \quad (9a)$$

en daar voor $u=u_2$, $C_1=0$ wordt

$$\frac{u_2}{u_1}=\frac{q}{p}\frac{C_1}{A}$$

of

$$w_1=\frac{C_1}{bKql} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Uit de formule (8a) volgt door substitutie van

$$m_1=A_1=aKql,\ n=A\frac{p}{qu_2}=\frac{bKql}{u_2},\ m=A=Kql,$$

$$\frac{p}{q}=b \text{ en } \frac{u}{u_2}=w$$

$$\left\{\frac{a-bw}{1+b}\right\}^2+\left\{\frac{1-bw}{1-b}\right\}^2=\left(\frac{1}{2K}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

Is nu $w > w_1$, dan moet in de volgende formules steeds w door w_1 vervangen worden.

Door substitutie der bovenstaande waarden volgt uit (7*a*)

$$I_1 = \tfrac{1}{6} q l^3 \left\{ 4K^3 \left\{ \frac{(a-bw)^3}{(1+b)^2} + \frac{(1-bw)^3}{(1-b)^2} \right\} - 3K(1-bw) + 1 \right\} \quad (10a)$$

De inhoud der spanningsfiguur voor de geheel opgezette brug wordt verkregen, zoo er één snijpunt bestaat, uit (7) met vervanging van A door A_1, en is dus:

$$I_1 = \tfrac{2}{3} \frac{A_1^2}{(q+p)^2} + \tfrac{1}{6} p l^3 = \tfrac{1}{6} q l^3 \left\{ \frac{4a^3 K^3}{(1+b)^2} + b \right\} \quad (11a)$$

Bestaan twee snijpunten, dan worden de abscissen dezer punten $\frac{2A_1}{q+p}$ en $\frac{2A}{q-p}$ en dus uit (15)

$$I_2 = \tfrac{1}{6} q l^3 \left\{ 4K^3 \left\{ \frac{a^3}{(1+b)^2} + \frac{1}{(1-b)^2} \right\} - 3K + 1 \right\} \quad (12a)$$

Stelt men de hoeveelheid materiaal, benoodigd voor de randen der geheel opgezette brug, gelijk één, dan is de evenredige besparing voor den kleinsten inhoud

$$i = \frac{I_1 - I_2}{I_1}$$

en dus voor het geval van één snijpunt

$$i_1 = \frac{4K^3 \left\{ \frac{a^3 - (a-bw)^3}{(1+b)^2} - \frac{(1-bw)^3}{(1-b)^2} \right\} + 3K(1-bw) - (1-b)}{4K^3 \frac{a^3}{(1+b)^2} + b} \quad (IIIa)$$

en voor het geval van twee snijpunten

$$i_2 = \frac{4K^3 \left\{ \frac{a^3 - (a-bw)^3}{(1+b)^2} + \frac{1-(1-bw)^3}{(1-b)^2} \right\} - 3Kbw}{4K^3 \left\{ \frac{a^3}{(1+b)^2} + \frac{1}{(1-b)^2} \right\} - 3K + 1} \quad (IIIb)$$

Met de besparing van materiaal gaat tevens eene zeer belangrijke besparing aan benoodigden arbeid voor de opzetting gepaard en deze kan a priori berekend worden.

Bij die opzetting is de brug onbelast en dus wordt $q = p$, alzoo $A = Kpl$, $b = 1$ en $\mathit{A} = m - nu = Kpl\{1 - w\}$. Gedurende de opheffing groeijen de drukkingen van 0 tot A of A aan, in reden der ordinaten van eene regte lijn en dus is de arbeid ter opzetting van de beide einden:

1°. wanneer er geene doorbuiging wordt toegelaten

$$T = A u, = pKl u,$$

2°. wanneer eene doorbuiging overblijft

$$T_1 = A(u_1 - u) = Kpl(1-w)(u_1 - u)$$

de evenredige besparing is dus voor $T = 1$.

$$t = \frac{u_1 - (1-w)(u_1 - u)}{u_1} = 1 - (1-w)^2 \quad . \quad . \quad . \quad (IV)$$

Ter berekening van de spanningsmomenten heeft men noodig te kennen de waarden van A en A_1, welke aldus kunnen geschreven worden:

$$A = A\left\{1 - \frac{p}{q}\frac{u}{u_1}\right\} = A\{1 - bw\} = Kql(1-bw) \quad (V)$$

en

$$A_1 = A\left\{a - \frac{p}{q}\frac{u}{u_1}\right\} = A\{a - bw\} = Kql(a-bw) \quad (VI)$$

In de hierbij gevoegde figuur zijn aangegeven de spanningslijnen voor eene draaibrug in de onderstelling eener geheele opzetting en in die eener gedeeltelijke opzetting; de besparing van materiaal in het laatste geval is aangegeven door eene horizontale, de vermeerdering door eene vertikale arcering.

Daarbij is aangenomen, dat de randen volgens het beloop eener parabool gebogen zijn en de hoogte in het midden 2.5 maal die aan de uiteinden bedraagt. Verder is gesteld $\frac{p}{q} = \frac{2}{7}$.

Voor den aangenomen vorm is (zie *Verhandelingen* 1867—1868, bladz. 133 noot) $K = 0.3537$, verder is voor dien vorm

$$A_1 = \frac{l}{2}\left\{K(q+p) + \tfrac{1}{2}(q-p)\right\} = \frac{ql}{2}\left\{K(1+b) + \tfrac{1}{2}(1-b)\right\} = 1.14773\,Kql.$$

Men heeft dus $a = 1.14773$, $b = \frac{2}{7}$ en $K = 0.3537$

daar $C_1 = A_1 - \frac{1}{2}l(q-p) = ql\{1.14773K - \frac{1}{2}(1-b) = 0.04881\,ql$ is wordt uit (I)

$$w_1 = \frac{0.04881}{bK} = 0.483.$$

Volgens (II) is

$$\left\{\frac{1.14773 \times 7 - 2w}{9}\right\}^2 + \left\{\frac{7-2w}{5}\right\}^2 = \left\{\frac{1}{0.7074}\right\}^2$$

dus $w = 0.541$.

In de volgende formules moet dus $w_1 = 0.483$ gebruikt worden. Aangezien

$$\frac{2A}{q-p} = \frac{2Kl}{1-b} = 0.9903\,l < l$$

is, bestaan er twee snijpunten en moet, ter bepaling van i, de formule (III*b*) worden gebruikt, dus is

$$i = \frac{4 \times 49 \times 0.0442867 \left\{ \frac{0.482413}{81} + \frac{0.359496}{25} \right\} - 3 \times 0.3537 \times 0.28571 \times 0.483}{4 \times 49 \times 0.0442867 \left\{ \frac{1.511888}{81} + \frac{1}{2\,5} \right\} - 3 \times 0.3537 + 1} = 0.067.$$

Volgens (IV) wordt de bespaarde arbeid

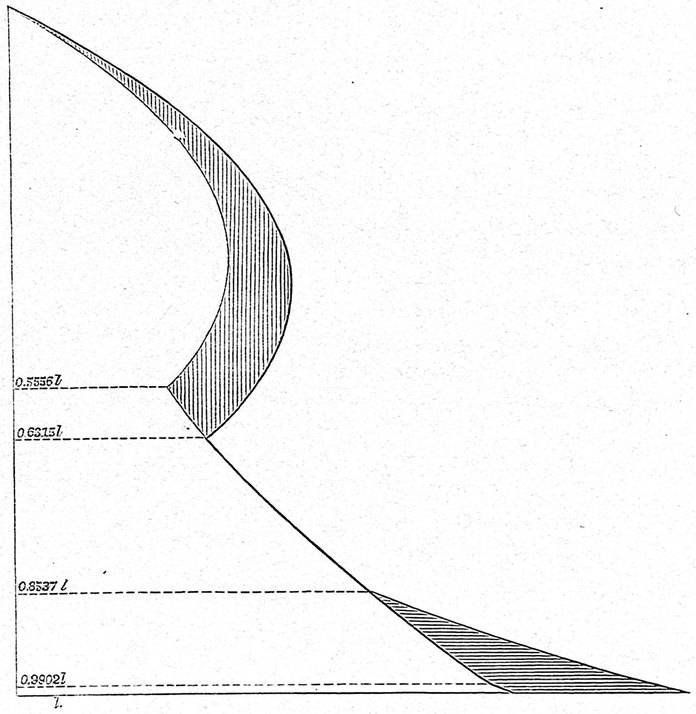
$$t = 1 - (1 - w_1)^2 = 1 - 0.517^2 = 0.7327.$$

Terwijl volgens (V) en (VI) de drukkingen op de eindsteunpunten der doorgebogen brug worden

$$A = A(1-bw) = 0.862\,A = Kql(1-bw) = 0.3049\,ql,$$
$$A_1 = A(a-bw) = 1.00973\,A = Kql(a-bw) = 0.3571\,ql.$$

Voor de geheel opgezette brug zou men gehad hebben

$$A = Kql = 0.3537\,ql,$$
$$A_1 = aKql = 0.4060\,ql.$$



BIJLAGE 17.

's Hage, 12 Junij 1873.

Mijne Heeren.

Het modelletje in hout, dat ik de eer heb hierbij aan het Instituut te overhandigen, stelt voor een Catamaran, zooals die gewoonlijk door de visschers op de kust te Coromandel gebruikt worden. Van stukken ligt hout vervaardigd worden dezen slechts door een sjorlijn voor en achter in verband gehouden en gemakkelijk in- en uit elkander genomen om stuksgewijze te kunnen worden getransporteerd en opgeborgen.

Die vlotten zijn van 10 tot 30 voet lang, bestaande uit 5, 7 of 9 boomen, van een zeer ligt taai hout, uit Burmah of Ceylon, genaamd »Teppam», in Tamilsch, van circa 0.29 tot 0.34 K.G. specifiek gewigt, en dragen van 2 tot 10 man met hunne netten en provisies en voeren een mast met zeil.

Naar aanleiding van het door den heer Boelen gezegde in de vergadering van den 8sten April jl., vermeende ik dat deze mededeeling denkbeelden zoude kunnen geven omtrent een reddingsmiddel in onze polders bij overstrooming, daar een dergelijk vaartuig van popelhout in elk dorp zoude kunnen aanwezig zijn en stuksgewijze bij de brandspuit en ladders geborgen en voor bederf bewaard worden.

Het kan dan bij nood naar verkiezing vervoerd, stuksgewijze en op de doelmatigste plaats worden in elkaâr gezet en gebruikt. Het loopt geen gevaar van lek, stooten of zinken en kost weinig in aanmaak en onderhoud en is zeer handelbaar.

Ik heb hiermede de eer te verblijven,

Mijne Heeren,

UEd. dienstw. dienaar,
H. Siccama.
L. K. Inst. I.

Aan den raad van bestuur van het koninklijk Instituut van ingenieurs.

DOELMATIGSTE VORM VAN STOOMKETELS.

FIG. 1.

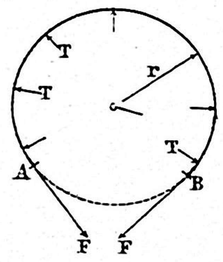


FIG. 2.

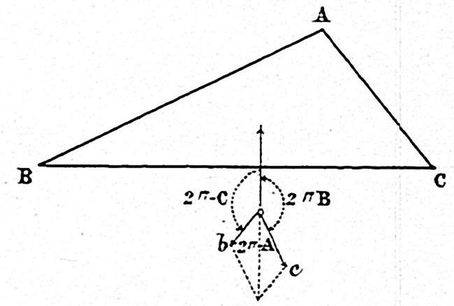


FIG. 3.

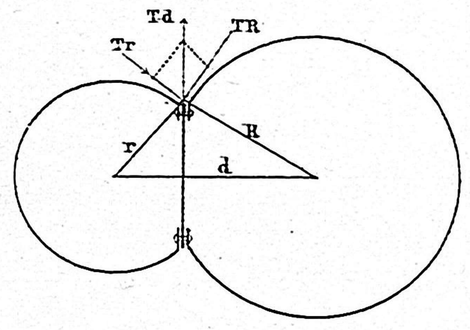


FIG. 4.

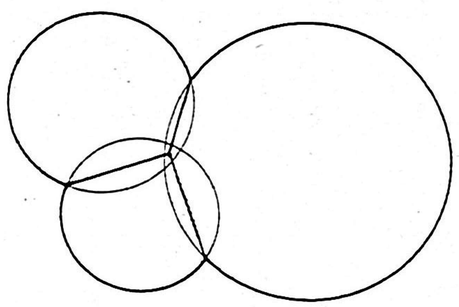


FIG. 5.

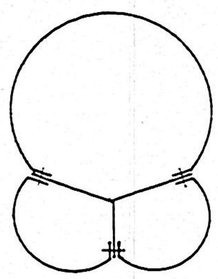


FIG. 6.

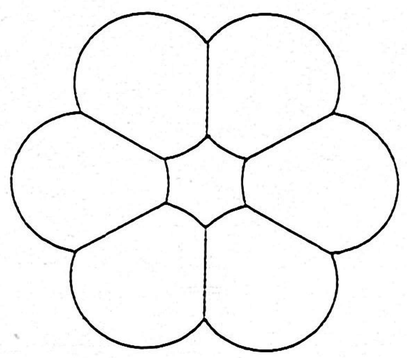
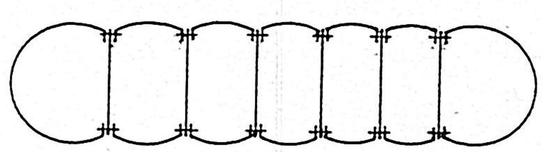
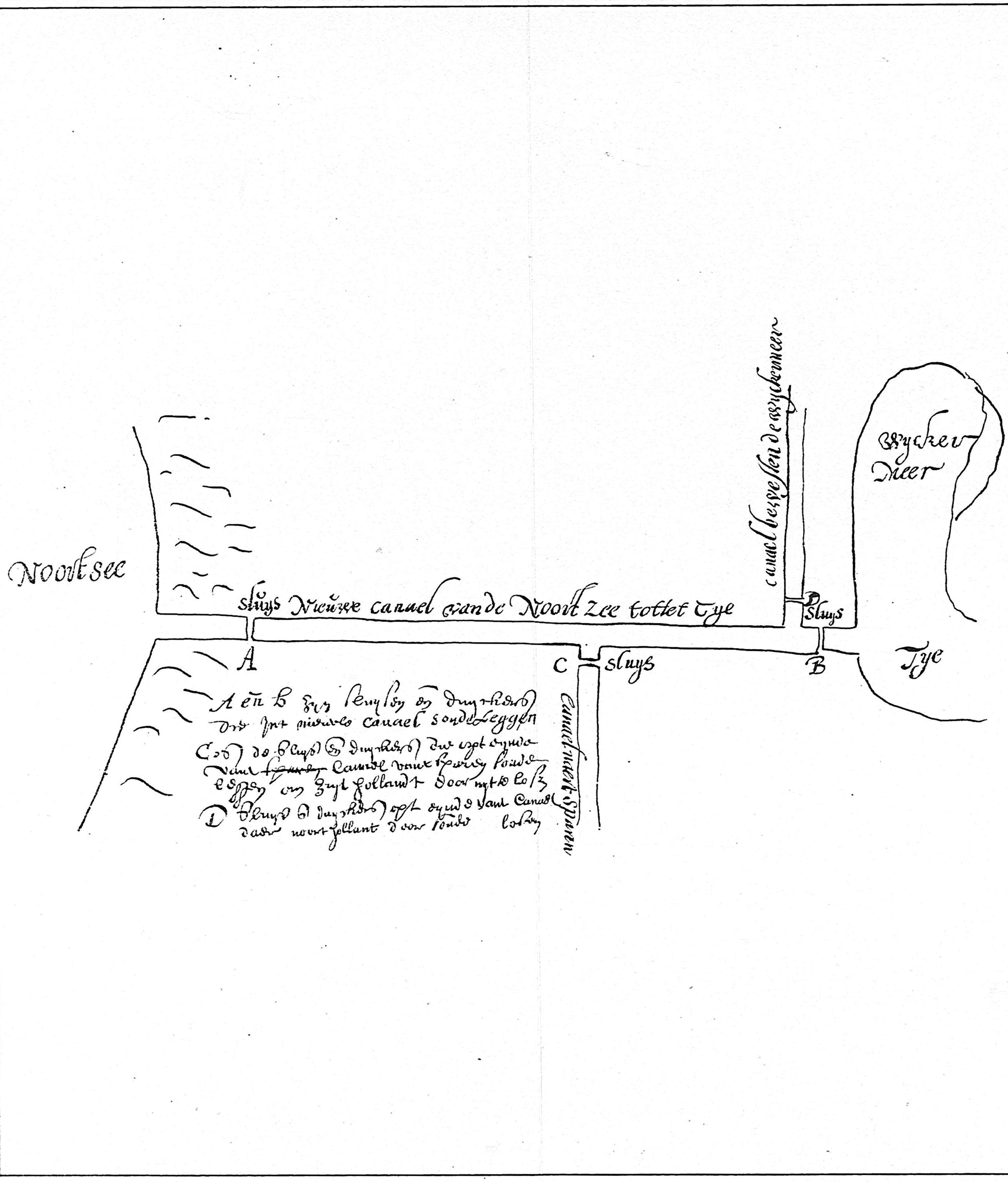


FIG. 7.



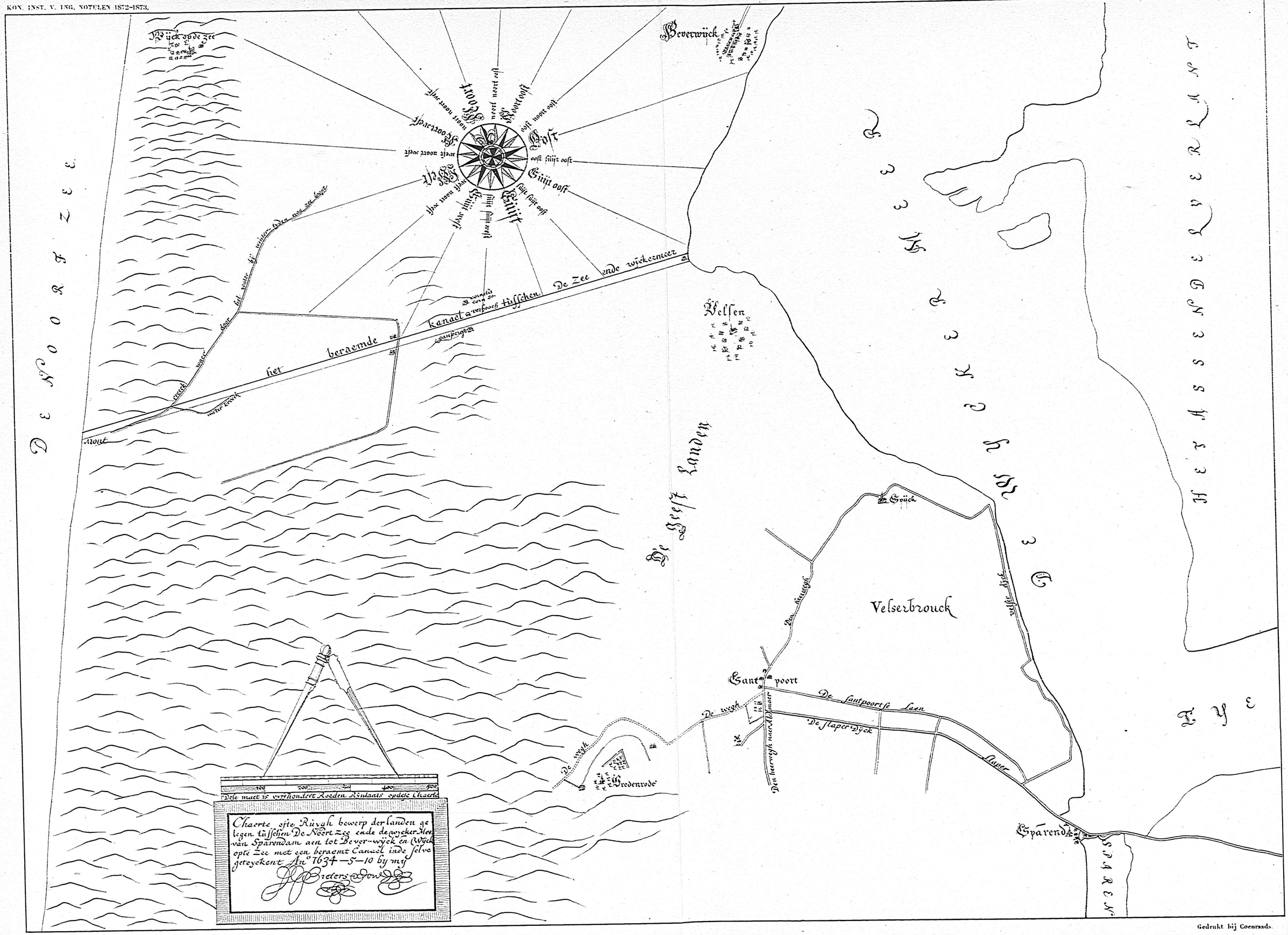
Typo-Autographie.

Gedrukt bij Coenraads.



Typo-Autographie.

Gedrukt bij Coenraads.



Typo - Autographie.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS.

VERHANDELINGEN, VERTALINGEN,

VERSCHEIDENHEDEN, BOEKAANKONDIGINGEN,

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

INSTITUUTSJAAR

1872–1873.

TE 'S GRAVENHAGE,
BIJ GEBR. J. & H. VAN LANGENHUYSEN.
1873.

VERHANDELINGEN.

Bladz.

Spanningen in de zamenstellende deelen van een balk van de tweede orde met gebogen bovenrand, door het lid N. T. Michaëlis. (Plaat 1, figuren 1—7.) 1

Beschouwing over waterstanden, toegepast op dien van de Maas, te Roermond, door het lid J. J. Roelants. (Plaat 1, figuur 8.) 6

Seintoestel, door het lid M. van Ruth. (Plaat 2.) 8

Opruiming van ijsbezettingen, medegedeeld door den luitenant-ingenieur G. J. Blaauw. (Platen 3 en 4.) 9

Eerste vervolg op de memorie betrekkelijk de waterstanden op de nederlandsche rivieren, door het lid dr. C. H. D. Buys Ballot 87

Over het gebruik van niveaux, door het lid A. N. J. van Hees 96

Over de theorie der in de rigting van de lengte gedrukte en getrokken staaf, door het lid A. C. Broekman. (Plaat 16.) 187

De afdamming van het Sloe, door het lid P. J. Neyt. (Platen 20—23.) 209

Over het springen van den stoomketel van de schroefstoomboot « stad Gorinchem », op 28 Augustus 1872 aan den Omval in de gemeente Ouder-Amstel. (Plaat 24.) 241

Over de berekening van liggers, doorgaande over meer dan twee steunpunten, met flaauw gebogen lengteas, veranderlijke dwarsdoorsnede en willekeurige belasting, door het lid F. J. van den Berg 275

VERTALINGEN.

Nota over den toestand der maritieme werken te Venetie, Livorno, Spezzia, Genua, Triest, Ile-Rousse en Bastia, door Doniol, ingenieur der bruggen en wegen. (Platen 6—8.) . 43

IJzeren bovenbouw van spoorwegen in Pruissen, door T. A. Rochussen, A. I. C. E. (Plaat 8, figuren 12, 13, 14.) . 69

Nieuwe theorie der aarddrukking door dr. E. Winkler. hoogleeraar aan het K. K. Polytechnicum te Weenen. (Vertaald door dr. I. P. Delprat, Hon. L. K. Inst. I.) (Plaat 5.). . 75

Nieuwe theorie der aarddrukking door dr. E. Winkler, enz. (*Vervolg en slot.*) 98

Aanteekening van het honorair lid dr. I. P. Delprat . . . 116

Het gymnasium Andreanum te Hildesheim. Medegedeeld door den Landbau-Conducteur Fischer te Hannover. (Platen 9, 10 en 11.) 122

Bladz.

Praktische bepaling van de afmetingen en van het vermogen der locomotieven 132

Over den aanleg der verbindingsbogen tusschen wissel en puntstuk. Medegedeeld door F. Förderreuther, hoofdingenieur bij de Kön. General-Direction der Verkehranstalten te Munchen. (Platen 13 en 14.) 139

Elektromagnetische afstandseinen, volgens het stelsel van W. Hohenegger, ingenieur. (Plaat 15.) 141

Over proeven omtrent den afvoer door schutopeningen onder water, door K. R. Bornemann, Kunstmeister und Stollnfactor te Freiberg. (Vertaald door dr. I. P. Delprat, Hon. L. K. Inst. I.) (Plaat 17, figuren 1—5.) 180

Aanteekening van het honorair lid dr. I. P. Delprat . . . 186

Over het creosoteren van het houtwerk in de haven van Trouville, door la Rivierre, hoofdingenieur, en Arnoux, ingenieur. 188

Over het gebruik van beton boven den grond, voornamelijk bij geheele gebouwen, door J. Schlierholz, Baurath te Stuttgardt. (Plaat 17, figuren 6—9.) 193

Maynard's draadkabelbrug. (Plaat 18, figuren 1—14.) . . 197

Verdere mededeelingen omtrent de doorblaas- en ejector-condensors. (Plaat 18, figuren 15—21.) 199

Bouw van een fort op het Langlütjensand in de Wezer, medegedeeld door den inspecteur van den waterstaat Runde, te Geestemünde. (Vertaald door J. Tideman, L. K. Inst. I.) (Platen 25 en 26.) 250

Hydraulische opstijgtoestel volgens het stelsel van L. Edoux, te Parijs. (Plaat 27.) 265

Verslag over het ontwerpen en den aanleg van gemetselde dammen, door W. J. Macquorn Rankine, C. E., L. L. D., F. R. S. (Plaat 28, figuur 1.) 283

Nota over de drukking van aarde, door den heer Flamant, ingenieur der bruggen en wegen. (Vertaald door het honorair lid dr. I. P. Delprat.) (Plaat 28, figuren 2—13.) . 289

Aanteekening van den vertaler 298

De Fell-spoorweg bij Aldershot. (Plaat 28, figuren 15—18.) 298

Krachten werkende op assen van spoorwegrijtuigen . . . 301

Toestel tot het oververhitten van stoom van J. Wyatt Reid te New-York. Mededeeling van den luitenant ter zee Cavelier de Cuverville. (Vertaald door F. P. J. Mahieu, L. K. Inst. I.) 304

Naschrift van den vertaler 306

Verslag omtrent eene luchtreis, door den heer Cézanne, ingenieur der bruggen en wegen 307

Bladz.
Openbare werken der Vereenigde Staten van Amerika in 1870. (Uittreksels uit een verslag van eene zending van den hoofd-ingenieur Malézieux.) (Platen 29 en 30.) 316

VERSCHEIDENHEDEN.

Eenige statistieke opgaven omtrent de spoorwegen in Frankrijk. 82
Nieuwe wijze, om van schroefdraden voorzien ijzer, bij zee- en waterbouwkundige werken, tegen roest te vrijwaren . 84
De werktuigen, gebruikt tot droogmaking van de Stadil Fjord, door Gwynne en Cie. (Plaat 11, figuur 15.) 144
Over vëerende wielen, door de leden J. G. van den Bergh en J. M. Telders. (Plaat 12.) 145
Wanddikte van waterleidingbuizen in Amerika 146
Remblokken van gegoten ijzer 147
Vernieling door ontploffende middelen 148
IJzerpapier 148
IJsopruiming door middel van dynamiet, door Gobin, ingenieur der bruggen en wegen. (Plaat 19, figuren 1—9.) . 202
Goedkoope ijzeren bruggen met snel gemaakte funderingen, door C. A. Oppermann. (Plaat 19, figuren 10—15.) . . 203
Over de eerste kaarsen 204
Mangaan glas 204
De waterwerken van Weenen 205
Proefnemingen omtrent den wederstand tegen de beweging der luchtballons in het luchtruim, door Hervé Mangon en L. Durand-Claye 328
Selenitische mortel 330
Vuurvastheid van bouwsteenen 332
Over asphaltbestrating 333

BOEKAANKONDIGINGEN.

Théorie complète des nombres complexes, dans les diverses fonctions, suivi d'un complément, par G. C. Louwenrier. Zalt-Bommel, H. J. van der Garde, 1872 149
Het ijzer, zijne bewerking, eigenschappen en toepassing. Een leer- en handboek voor ingenieurs, bouw- en werktuigkundigen, door D. Grothe, hoogleeraar aan de polytechnische school te Delft. 's Gravenhage, de Gebroeders van Cleef, 1873 268
Exposé des applications de l'électricité par le comte Th. du Moncel, 3me édition, entièrement refondue. Paris, Eugène Lacroix, 1873. Tome premier 270
Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde ou les 100,000 secrets et recettes de l'industrie moderne comprenant les arts et métiers, les mines, l'agriculture, etc. Par MM. les rédacteurs des *Annales du Génie civil*, E. Lacroix, directeur. Paris, 1873. 8vo. 336

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

In Nederland, Frankrijk, Engeland, Amerika en Duitschland 85, 151, 205, 271, 337

VERHANDELINGEN.

SPANNINGEN IN DE ZAMENSTELLENDE DEELEN VAN EEN BALK VAN DE TWEEDE ORDE MET GEBOGEN BOVENRAND,

door het lid N. T. Michaëlis.

(Plaat 1, figuren 1—7.)

§ 1. Wanneer men een balk met evenwijdige regte randen, van hoogere orde, ontleedt in de balken der eerste orde, waaruit hij is zamengesteld, en de spanning in de zamenstellende deelen voor elk dezer berekent, vindt men de spanningen in den geheelen balk door op-elkander-plaatsing zijner deelen, dat is, door optelling van de getallen, die de spanningen in de overeenkomstige deelen der zamenstellende balken aangeven.

§ 2. Is echter een der balkranden gebogen dan kan deze handelwijs niet meer gevolgd worden.

Berekent men bijv. de spanningsgetallen voor den balk $A\,a\,b,\,b\,d,\,d$ enz. (figuur 3), dan beschouwt men daarbij de randvakken ab, bd enz. als regt, en om nu dien zamenstellenden balk in den geheelen balk te doen passen, moeten de punten c, e enz. worden opgeligt, waardoor niet alleen de spanningen in den bovenrand gewijzigd worden, maar bovendien in de punten c, e enz. eene vertikale, naar beneden drukkende kracht ontstaat.

Hetzelfde geldt, wanneer men de spanningsgetallen berekent voor den zamenstellenden balk $A\,a\,c,\,c\,e,\,e$ enz. voor de punten b, d enz.

§ 3. De buiging der randen heeft op de drukkingen op de steunpunten geen invloed. Deze blijven omgekeerd evenredig aan den afstand der belaste punten tot het steunpunt en zijn dus, voor eene volkomen belasting, na aftrek der belasting op het steunpunt zelf, wanneer er $m-1$, met gelijke gewigten q, belaste tusschenpunten zijn, op onderlinge gelijke afstanden voor het stelsel $A\,a\,b,\,b\,d,\,d$ enz. (Eerste stelsel)

$$D_1 = \frac{q}{m}\left\{(m-1)+(m-3)+(m-5)+\ldots\ldots\right.$$
$$\left.5+3+1\right\} = \frac{m\,q}{4} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

het stelsel $A\,a\,c,\,c\,e,\,e$ enz. (Tweede stelsel)

$$D_{11} = \frac{q}{m}\left\{(m-2)+(m-4)+(m-6)+\ldots\ldots\right.$$
$$\left.6+4+2\right\} = \frac{m-2}{4}\,q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Hierbij is aangenomen dat m een even getal is.

Voor de geheele reactie, als boven, wordt dus

$$D = \frac{m-1}{2}\,q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

§ 4. In al het volgende zal worden aangeduid door.

A de reactie van het linker steunpunt;
D " " " " " " na aftrek van de eigen belasting op dat punt;
B de reactie van het regter steunpunt;
C " " " " " " na aftrek van de eigen belasting op dat punt;
b de spanning in den bovenrand;
o " " " " onderrand;
s " " " de schoor met den top links;
σ " " " " " " " regts;
v " " " den stijl;
x de hoek van de schoor s met den stijl;
β " " " den bovenrand met den stijl;
γ " " " de schoor σ " " "
a de horizontale afstand der stijlen;
h de lengte der stijlen;
m het aantal vakken van den balk;
q de totaal belasting aan den voet van een stijl;
p de constante " " " " " " "
k de veranderlijke " " " " " " "
b_n beduidt spanning in het $n$de vak den bovenrand;
s_{kn} spanning door de veranderlijke belasting te weeg gebragt in de $n$de schoor;
D_{tk} reactie veroorzaakt door de toevallige belasting der tusschenpunten van het eerste stelsel op het linker steunpunt, enz.

Getrokken schoren.

Gelijkmatige belasting.

§ 5. Beschouwt men alleen het eerste vak van het eerste stelsel van een balk met getrokken schoren, dan volgt uit de figuur 1.

$$v_{1_1} + D_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$
$$v_{1_1} + s_1 \cos x_1 - b_{1_1} \cos \beta_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$
$$b_{1_1} \sin \beta_1 + s_1 \sin x_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$
$$o_{1_1} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

daar $\operatorname{tg} x_1 = \frac{a}{h_1}$ en $\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{a}{h_2 - h_1}$ is volgt hieruit

$$b_{1_I} \sin \beta_1 = - s_1 \sin \alpha_1 = - \frac{a}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

§ 6. Voor het tweede stelsel volgt op dezelfde wijs uit de figuur 2.

$$v_{1_{II}} + D_{II} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$v_{1_{II}} + s_2 \cos \alpha_2 - b_{1_{II}} \cos \beta_1 = 0 \quad . \quad . \quad (2)$$

$$b_{1_{II}} \sin \beta_1 + s_2 \sin \alpha_2 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$o_{1_{II}} = o_{2_{II}} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

en daar $\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{2a}{h_2}$ is

$$b_{1_{II}} \sin \beta_1 = - s_2 \sin \alpha_2 = - \frac{2a}{2h_2 - h_1} D_{II} \quad . \quad (5)$$

§ 7. Aangezien er tusschen de punten a en b geene verandering van rigting is, vindt men de totaal spanningen voor het eerste vak van den geheelen balk door op-elkander-plaatsing der deelen, zoodat men heeft:

$$v_1 + D = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$o_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$b_1 \sin \beta_1 = - a \frac{2h_2 D - h_1 D_I}{h_2 (2h_2 - h_1)} \quad . \quad . \quad (3)$$

$$s_1 \sin \alpha_1 = \frac{a}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

$$s_2 \sin \alpha_2 = \frac{2a}{2h_2 - h_1} D_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

§ 8. Zij C C (figuur 3) eene vertikale doorsnede over het $n$de vak van den balk, dan heeft men voor de momenten ten opzigte van het punt (4)

$$b_n h_{n+1} \sin \beta_n + \tfrac{1}{2} h_n s_{n+1} \sin \alpha_{n+1} + n a D - \frac{n(n-1)}{2} a q = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Door ontbinding der krachten rondom het punt 1 in horizontale en vertikale rigting vindt men, voor de eersten:

$$- b_{n-1} \sin \beta_{n-1} + b_n \sin \beta_n + s_{n+1} \sin \alpha_{n+1} = 0 \quad . \quad (2)$$

en voor de tweede

$$b_{n-1} \cos \beta_{n-1} - b_n \cos \beta_n + s_{n+1} \cos \alpha_{n+1} + v_n = 0 \quad (3)$$

eveneens verkrijgt men door ontbinding der krachten rondom het punt 4

voor de horizontale

$$- o_n + o_{n+1} - s \sin \alpha_n = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

voor de vertikale

$$s_n \cos \alpha_n + v_{n+1} - q = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Men heeft dus

$$b_1 \sin \beta_1 + s_1 \sin \alpha_1 + s_2 \sin \alpha_2 = 0$$

$$- b_1 \sin \beta_1 + b_2 \sin \beta_2 + s_3 \sin \alpha_3 = 0$$

$$- b_2 \sin \beta_2 + b_3 \sin \beta_3 + s_4 \sin \alpha_4 = 0$$

. . . . . .

$$- b_{n-1} \sin \beta_{n-1} + b_n \sin \beta_n + s_{n+1} \sin \alpha_{n+1} = 0,$$

waaruit door optelling volgt

$$b_n \sin \beta_n + \Sigma_o^{n+1} s \sin \alpha = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Het teeken $\Sigma_{n_1}^{n+1}$ beduidt in het algemeen de som der $(n+1)$ eerste waarden achter het teeken gesteld, verminderd met de n_1 eerste waarden, zoodat hier door $\Sigma_o^{n+1} s \sin \alpha$ bedoeld wordt de som der horizontaal ontbondenen van de spanningen in de schoren s_1 tot s_{n+1}.

Uit de vergelijkingen (1) en (6) volgt

$$b_n \sin \beta_n = - \frac{1}{2h_{n+1} - h_n} \left\{ h_n b_{n-1} \sin \beta_{n-1} + n a (2D - (n-1) q) \right\} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

en

$$s_{n+1} \sin \alpha_{n+1} = \frac{1}{2h_{n+1} - h_n} \left\{ n a (2D - (n-1) q) - 2 h_{n+1} \Sigma_o^n s \sin \alpha \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Eveneens vindt men

$$o_1 = 0$$

$$- o_1 + o_2 - s_1 \sin \alpha_1 = 0$$

$$- o_2 + o_3 - s_2 \sin \alpha_2 = 0$$

. . . . . .

$$- o_n + o_{n+1} - s_n \sin \alpha_n = 0,$$

dus

$$o_{n+1} - \Sigma_o^n s \sin \alpha = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

zoodat uit (6) en (9) volgt

$$b_n \sin \beta_n + o_{n+2} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Uit (1) § 7 en (3) van deze paragraaf vloeit voort

$$v_1 + s_1 \cos \alpha_1 + s_2 \cos \alpha_2 - b_1 \cos \beta_1 = 0$$

$$v_2 + s_3 \cos \alpha_3 + b_1 \cos \beta_1 - b_2 \cos \beta_2 = 0$$

$$v_3 + s_4 \cos \alpha_4 + b_2 \cos \beta_2 - b_3 \cos \beta_3 = 0$$

. . . . . .

$$v_n + s_{n+1} \cos \alpha_{n+1} + b_{n-1} \cos \beta_{n-1} - b_n \cos \beta_n = 0,$$

dus door optelling

$$\Sigma_o^n v + \Sigma_o^{n+1} s \cos \alpha - b_n \cos \beta_n = 0 \quad . \quad . \quad (11)$$

op gelijke wijze volgt uit (5)

$$\Sigma_o^{n+1} s \cos \alpha + \Sigma_1^{n+2} v - (n+1) q = 0 \quad . \quad (12)$$

Aangezien $b_m \sin \beta_m = 0$ is volgt uit (6)

$$\Sigma_o^{n+1} s \sin \alpha = - \Sigma_{n+1}^{m+1} s \sin \alpha \quad . \quad . \quad (13)$$

Deze vergelijkingen leeren het volgende:

1. *de getallenwaarde van de horizontale ontbondene der spanning in eenig vak van den bovenrand is, op het teeken na gelijk aan de som van al de horizontale ontbondenen van de spanningen in de schoren links van dit vak en gelijk aan de horizontaal ontbondenen van al de spanningen in de schoren regts van dit vak.*
2. *de horizontaal ontbondene van de spanningen in eenig vak van den bovenrand is, op het teeken na, gelijk aan de spanning in het vak van den onderrand dat tusschen dezelfde schoren gelegen is.*
3. *de getallenwaarde der vertikaal ontbondene van de spanning in eenig vak van den bovenrand is gelijk aan de som der getallenwaarden van de spanningen in de stijlen en van de vertikaal ontbondenen der spanningen in de schoren links van dit vak.*

§ 9. De formule 8 § 8 is niet meer bruikbaar ter berekening van de waarde van s_{m+1} omdat zij is afgeleid uit de onderstelling dat elke schoor twee vakken overspant, hetgeen hier niet het geval is; uit de figuur 4 volgt echter dadelijk

$$s_{m+1} \sin \alpha_{m+1} - b_{m-1} \sin \beta_{m-1} = 0 \quad . \quad (1)$$

omdat blijkbaar

$$h_m \sin \beta_m = 0 \text{ en } v_{m+1} = 0$$

zijn.

Uit deze formule en (6) en (7) § 8 volgt

$$s_{m+1} \sin \alpha_{m+1} = - \Sigma_o^m s \sin \alpha \quad . \quad . \quad (2)$$

Ongelijkmatige belasting.

§ 10. Wanneer men de punten van den balk links van het beschouwde vak ontlast, behouden al de formulen, waarin geen term, met q aangedaan, voorkomt, denzelfden vorm, zoodat men ook hier heeft

$$v_1 + D = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$o_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$b_1 \sin \beta_1 = - a_1 \frac{2h_2 D - h_1 D_I}{h_2 (2h_2 - h_1)} \quad . \quad . \quad (3)$$

$$o_2 = s_1 \sin \alpha_1 = \frac{a}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

$$s_2 \sin \alpha_2 = \frac{2a}{2h_2 - h_1} D_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$s_{m+1} \sin \alpha_{m+1} = \Sigma_o^m s \sin \alpha \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

De termen met q aangedaan vervallen echter in de formulen, waarin zij voorkomen en dus wordt

$$b_n \sin \beta_n = - \frac{1}{2h_{n+1} - h_n} \left\{ h_n b_{n-1} \sin \beta_{n-1} + 2 n a D \right\} \quad (7)$$

$$s_{n+1} \sin \alpha_{n+1} = \frac{2}{2h_{n+1} - h_n} \left\{ n a D - h_{n+1} \Sigma_o^n s \sin \alpha \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

$$s_n \cos \alpha_n + v_{n+1} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Hierbij moet men echter in het oog houden dat de waarden van D, D_I en D_{II} veranderen al naar mate van het aantal der belaste punten.

Om uit de voorgaande formulen af te leiden die voor eene belasting van al de punten links van het beschouwde vak heeft men blijkbaar:

$$s_{n\,k\,l} \sin \alpha_n + s_{n\,k\,r} \sin \alpha_n = s_{n\,k} \sin \alpha_n \quad . \quad . \quad (10)$$

en

$$v_{n\,k\,l} + v_{n\,k\,r} = v_{n\,k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

§ 11. Uit het bovenstaande blijkt dat men bij zamengestelde balken niet meer de spanning in elk der deelen onafhankelijk van die in de andere deelen berekenen kan, maar dat men om eenige spanning in een randvak, schoor of stijl te berekenen, eerst moet bepalen de spanningen voor dezelfde belastingswijze van al de randvakken, schoren of stijlen, tusschen de beschouwde en het linker steunpunt, hetgeen de berekening, vooral voor de ongelijkmatige belasting, zeer langwijlig maakt.

Het kan bovendien voorkomen dat de spanning in een stijl regts van het midden veel grooter wordt dan die in den stijl even ver links van het midden. Het spreekt van zelf dat voor al de vakken waar de schoren zich kruisen de grootste positieve en negatieve spanning van dit viertal gebruikt moet worden, ter bepaling van de afmetingen.

De gemakkelijkste wijze van berekening is, dat men eerst naga de spanningen onder eene gelijkmatige belasting, deze evenwel algemeen en dus door q per knooppunt aanduidende en vervolgens de waarde der spanningen in schoren en stijlen bepale onder eene gedeeltelijk toevallige belasting volgens § 10. De coëfficiënten die de betrekkelijke waarde der spanningen aanduiden geven dan onmiddellijk aan of de gelijkmatige, dan wel de ongelijkmatige belasting de grootste spanning te weeg brengt.

Geven bijv. de formulen voor de gelijkmatige belasting in de $n$de schoor eene spanning

$$s_n \sin \alpha_n = r q$$

en die voor de ongelijkmatige belasting eene spanning

$$s_{k\,n} \sin \alpha_n = r_1 k,$$

dan is de totaal spanning voor

$$r > r_1 \quad s_n \sin \alpha_n = r q$$

$$r < r_1 \quad s_n \sin \alpha_n = r p + r_1 k.$$

Gedrukte schoren.

Gelijkmatige belasting.

§ 12. Uit de figuur 5 volgt dadelijk

$$v_{1_I} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$b_{1_1} \sin \beta_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\sigma_1 \cos \gamma_1 + D_I = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$o_{1_1} + \sigma_1 \sin \gamma_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

dus

$$o_{1_1} = -\sigma_1 \sin \gamma_1 = \frac{a}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Eveneens geeft de figuur

$$\sigma_1 \sin \gamma_1 - b_2 \sin \beta_2 = 0$$

$$b_2 \cos \beta_2 - v_2 - \sigma_1 \cos \gamma_1 = 0,$$

dus

$$b_2 \sin \beta_2 = -\frac{a}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$$v_2 = \frac{2h_2 - h_3}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

§ 13. Voor het tweede stelsel geeft eveneens de figuur 6

$$v_{1_{II}} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$b_{1_{II}} \sin \beta_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\sigma_2 \cos \gamma_2 + D_{II} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

en daar

$$\cot \gamma_2 = \frac{h_3}{2a}$$

is

$$o_{1_{II}} = -\sigma_2 \sin \gamma_2 = \frac{2a}{h_3} D_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

§ 14. Uit de vergelijkingen in de beide voorgaande §§ volgt door op-elkander-plaatsing der beide stelsels

$$v_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$b_1 \sin \beta_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$o_1 = a \left\{ \frac{D_I}{h_2} + \frac{2 D_{II}}{h_3} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$\sigma_1 \sin \gamma_1 = -\frac{a}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

$$\sigma_2 \sin \gamma_2 = -\frac{2a}{h_3} D_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$v_2 = \frac{2h_2 - h_3}{h_2} D_I \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

§ 15. Op dezelfde wijze als in § 8 vindt men ook hier (figuur 7) weêr

$$b_n h_n \sin \beta_n + \tfrac{1}{2} h_{n+1} \sigma_n \sin \gamma_n + (n-1) a \left\{ D - \frac{n-2}{2} q \right\} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

en

$$o_1 + \sigma_1 \sin \gamma_1 + \sigma_2 \sin \gamma_2 = 0$$

$$-o_1 + \sigma_3 \sin \gamma_3 + o_2 = 0$$

in het algemeen

$$-o_{n-1} + \sigma_{n+1} \sin \gamma_{n+1} + o_n = 0,$$

dus

$$\Sigma_o^{n+1} \sigma \sin \gamma + o_n = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

eveneens

$$\Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma - b_n \sin \beta_n = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

dus

$$o_n = -b_{n+2} \sin \beta_{n+2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

In het algemeen is weder

$$v_n + s_{n+1} \cos \gamma_{n+1} - q = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Uit (1) (3) en (4) volgt

$$\sigma_n \sin \gamma_n = -\frac{2}{h_{n+1}} \left\{ h_n \Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma + (n-1) a \left\{ D - \frac{n-2}{2} q \right\} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

en

$$o_n = \frac{1}{h_{n+2}} \left\{ (h_{n+2} - 2h_{n+1}) o_{n-1} + n a \left\{ 2D - (n-1) q \right\} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

De waarde van σ_{m+1} vindt men door de formule

$$\sigma_m \sin \gamma_m + b_m \sin \beta_m + \sigma_{m+1} \sin \gamma_{m+1} = 0 \quad . \quad (8)$$

verder is blijkbaar

$$o_m = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

$$o_{m-1} = \sigma_{m+1} \sin \gamma_{m+2} \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

en

$$v_{m+} + \sigma_{m+1} \cos \gamma_{m+2} + \sigma_m \cos \gamma_m - b_m \cos \beta_m = 0 \quad (11)$$

Ongelijkmatige belasting.

§ 16. Voor de ongelijkmatige belasting blijven blijkbaar wat den vorm betreft onveranderd van toepassing de formulen (1) tot (6) § 14.

Ontlast men ook hier de punten links van het beschouwde vak dan vervallen, evenals bij den balk met getrokken schoren, de termen met q aangedaan en wordt dus

$$\sigma_n \sin \gamma_n = -\frac{2}{h_{n+1}} \left\{ h_n \Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma + (n-1) a D \right\} \quad . \quad (1)$$

$$o_n = \frac{1}{h_{n+2}} \left\{ (h_{n+2} - 2h_{n+1}) o_{n-1} + 2 n a D \right\} \quad . \quad (2)$$

$$v_n + \sigma_{n+1} \cos \gamma_{n+1} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

terwijl de formulen (8) tot (11) van § 15 onveranderd blijven.

Ook hier mag men niet uit het oog verliezen, dat de waarden van D, D_I en D_{II} met de belastingswijze veranderen

Bij de ontlasting der punten regts van het beschouwde vak heeft men evenals in § 10

$$\sigma_{n\,k\,r} \sin \gamma_n + \sigma_{n\,k\,l} \sin \gamma_n = \sigma_{n\,k} \sin \gamma_n \quad . \quad . \quad (4)$$

$$v_{n\,k\,r} + v_{n\,k\,l} = v_{n\,k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

De berekeningswijze kan op dezelfde wijze geschieden als in § 11 is omschreven.

Gekruiste schoren.

§ 17. De berekening der spanningsgetallen voor een balk met gekruiste schoren wordt blijkbaar teruggebragt tot het berekenen der spanningen voor een balk met getrokken en een anderen met gedrukte schoren, elk met het halve gewigt belast en door op-elkander-plaatsing dezer beide.

Verband tusschen de voorgaande formulen.

§ 18. Aangezien een balk met getrokken schoren, wanneer men den oorsprong van tellen van het linker naar het regter steunpunt verplaatst, in een balk met gedrukte schoren overgaat, moeten ook de bovenstaande formulen voor den balk met gedrukte schoren, wanneer men den oorsprong van de linker naar de regterhand verplaatst, overgaan in die voor den balk met getrokken schoren.

Uit de formule

$$\sigma_n \sin \gamma_n = -\frac{2}{h_{n+1}} \left\{ h_n \Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma + a (n-1) \left\{ D - \frac{n-2}{2} q \right\} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

moet dus kunnen afgeleid worden de formule

$$s_{n+1} \sin \alpha_{n+1} = \frac{1}{2h_{n+1} - h_n} \left\{ n a \; 2D - (n-1) q \right\} - 2 h_{n+1} \Sigma_o^n s \sin \alpha \left\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2) \right.$$

Uit (1) volgt

$$\Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma + \frac{h_{n+1}}{2 h_n} \sigma_n \sin \gamma_n = . \quad -\frac{a}{h_n} (n-1) \left\{ D - \frac{n-2}{2} q \right\}.$$

Aangezien nu

$$\Sigma_o^{m+1} \sigma \sin \gamma = 0$$

dus

$$\Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma = -\Sigma_{n-1}^{m+1} \sigma \sin \gamma$$

is, wordt

$$-\Sigma_{n-1}^{m+1} \sigma \sin \gamma + \frac{h_{n+1}}{2 h_n} \sigma_n \sin \gamma_n = -\frac{a}{h_n} (n-1) \left\{ D - \frac{n-2}{2} q \right\} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Verplaatst men den oorprong van de linker naar de regterhand, dan wordt:

$$\Sigma_{n-1}^{m+1} \sigma \sin \gamma = \Sigma_o^{m-n+2} \sigma \sin \gamma = \Sigma_o^{m-n+1} \sigma \sin \gamma + \sigma_{m-n+2} \sin \gamma_{m-n+2}$$

$$\sigma_n \sin \gamma_n = \sigma_{m-n+2} \sin \gamma_{m-n+2}$$

$$h_n = h_{m-n+2}$$

$$h_{n+1} = h_{m-n+1},$$

daar in het tweede lid de waarde n aanduidt den afstand van bepaalde punten tot eenig punt van den balk en deze punten en dus ook hunne afstanden dezelfde blijven; onverschillig waar de oorsprong van tellen is veranderen de met n aangedane waarden in dit lid der vergelijking niet. Voert men evenwel de waarde $D = \frac{m-1}{2} q$ in dan wordt

$$D - \frac{n-2}{2} q = \frac{m-n+1}{2} q$$

en dus gaat de vergelijking (3) over in:

$$-\Sigma_o^{m-n+1} \sigma \sin \gamma + \sigma_{m-n+2} \sin \gamma_{m-n+2} \left\{ \frac{h_{m-n+1}}{2 h_{m-n+2}} - 1 \right\} = -\frac{a}{h_{m-n+2}} (n-1) \frac{(m-n+1)}{2} q,$$

of stelt men $m - n + 1 = n_1$

$$-\Sigma_o^{n_1} \sigma \sin \gamma + \sigma_{n_1+1} \sin \gamma_{n_1+1} \left\{ \frac{h_{n_1} - 2 h_{n_1+1}}{2 h_{n_1+1}} \right\} = -\frac{a}{h_{n_1+1}} \frac{(m-n_1) n_1}{2} q$$

$$\sigma_{n_1+1} \sin \gamma_{n_1+1} = \frac{1}{2 h_{n_1+1} - h_{n_1}} \left\{ a n_1 (m-n_1) q - 2 h_{n_1+1} \Sigma_o^{n_1} \sigma \sin \gamma \right\},$$

of voert men de waarde in

$$C = \frac{m-1}{2} q,$$

$$\sigma_{n_1+1} \sin \gamma_{n_1+1} = \frac{1}{2 h_{n_1+1} - h_{n_1}} \left\{ n_1 a \left\{ 2C - (n_1 - 1) q \right\} - 2 h_{n_1+1} \Sigma_o^{n_1} \sigma \sin \gamma \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

welke waarde dezelfde is als die sub (2).

Voor de ongelijkmatige belasting is

$$\sigma_{n\,k\,r} \sin \gamma_n = -\frac{2}{h_{n+1}} \left\{ h_n \Sigma_o^{n-1} \sigma \sin \gamma + (n-1) a D_{k\,r} \right\} \quad (5)$$

Op gelijke wijze als hierboven leidt men daaruit af

$$\frac{h_{m-n+1} - 2 h_{m-n+2}}{2 h_{m-n+2}} \sigma_{m-n+2} \sin \gamma_{m-n+2} = \Sigma_o^{m-n+1} \sigma \sin \gamma - \frac{a}{h_{m-n+2}} (n-1) D_{k\,r},$$

of weer stellende

$$m - n + 1 = n_1$$

$$\frac{h_{n_1} - 2\,h_{n_1 \div 1}}{2\,h_{n_1 \div 1}}\,\sigma_{n_1 + 1}\sin\gamma_{n_1 + 1} = \Sigma_o^{n_1}\,\sigma\sin\gamma - \frac{a}{h_{n_1 \div 1}}\,(m - n_1)\,\mathrm{D}_{k\,r}.$$

Nu is

$$\mathrm{D}_{k\,r} = \frac{k\,(m - n + 1)\,(m - n)}{2\,m} = \frac{k\,n_1\,(n_1 - 1)}{2\,m},$$

dus

$$\sigma_{n_1+1}\sin\gamma_{n_1+1} = \frac{1}{2\,h_{n_1 \div 1} - h_{n_1}}\left\{\frac{a\,n_1\,(n_1 - 1)\,(m - n_1)}{m}\,k - 2\,h_{n_1+1} = \Sigma_o^{n_1}\,\sigma\sin\gamma\right\}.$$

Nu is

$$\mathrm{D}_{k\,l} = \frac{(2\,m - n_1)\,(n_1 - 1)}{2\,m}\,k$$

en

$$k\,\frac{n_1\,(n_1 - 1)\,(m - n_1)}{m} = \frac{n_1\,(2\,m - n_1)\,(n_1 - 1)}{m}\,k - \frac{n_1\,m\,(n_1 - 1)}{m}\,k = 2\,n_1\,\mathrm{D}_{k\,l} - n_1\,(n_1 - 1)\,k,$$

dus

$$\sigma_{n_1+1}\sin\gamma_{n_1+1} = \frac{1}{2\,h_{n_1 \div 1} - h_{n_1}}\left\{a\,n_1\,(2\,\mathrm{D}_{k\,l} - (n_1 - 1)\,k) - 2\,h_{n_1+1}\,\Sigma_o^{n_1}\,\sigma\sin\gamma\right\}. \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

hetgeen blijkbaar de formule is voor de $(n_1 + 1)$ste getrokken schoor.

Voor de overige waarden der spanningen zou men op soortgelijke wijze die van den eenen balk uit die van den anderen kunnen afleiden.

Dit verband tusschen de formulen geeft het voordeel dat men, althans bij gekruiste schoren, de spanningen slechts tot het midden van den balk behoeft te berekenen. Ook bij schoren in ééne rigting, wanneer zij ver voorbij het midden van den balk moeten worden voortgezet, zal het in den regel tot vereenvoudiging der berekeningen leiden, wanneer men de eene helft van den balk als van getokkeu, de andere als van gedrukte schoren voorzien, beschouwt.

BESCHOUWING OVER WATERSTANDEN, TOEGEPAST OP DIEN VAN DE MAAS, TE ROERMOND,

door het lid J. J. Roelants.

(Plaat 1, figuur 8.)

Het kan van belang zijn na te gaan, of de waterstand eener rivier de neiging heeft, zich te verhoogen of wel te verlagen. De waarnemingen aan de peilschalen langs de rivier verdeeld, kunnen hiervoor de gegevens opleveren. De oorzaken, hetzij door de natuur of door de kunst teweeg gebragt, die op den waterstand van invloed zijn, kunnen worden opgespoord, doch tusschen deze en de waarnemingen aan de peilschalen zal altijd een naauw verband bestaan.

Ik heb mij hier alleen ten doel gesteld eene wijze van berekening toe te lichten, naar mij voorkomt gemakkelijk in de toepassing en die eene juiste voorstelling geeft van de veranderlijkheid van den waterstand op eene bepaalde plaats.

Op de hierbij behoorende teekening (figuur 8) zijn voorgesteld de gemiddelde waterstanden der rivier de Maas te Roermond in elk der jaren 1851—1870, dus over een tijdvak van 20 jaren. De jaartallen zijn op eene horizontale lijn op gelijke afstanden ingeschreven, terwijl de daarop getrokken vertikalen de met ieder jaar overeenkomstige gemiddelden beteekenen. Door vereeniging van laatstbedoelde punten verkrijgt men eene gebroken lijn. Op de teekening is de beteekenis der lijnen aangegeven. Ik zal mij echter hier alleen bepalen tot de zwart geblokte lijn, dat is tot den gemiddelden stand in de zes zomermaanden.

De leerwijze van de kleinste kwadraten nu geeft een middel aan de hand om de regte lijn te bepalen, die de neiging van den waterstand voorstelt om zich te verhoogen of te verlagen, gedurende het tijdvak van beschouwing, hier 20 jaren, afgeleid uit de gegeven waterstanden.

Op grond van hetgeen in het handboek der Geodesie van Hartner voorkomt, is de meetkundige vergelijking dezer lijn:

$$u = a + b\,y$$

waarin de constanten:

$$a = \frac{\Sigma\,y^2\,\Sigma\,u - \Sigma\,y\,\Sigma\,y\,u}{n\,\Sigma\,y^2 - (\Sigma\,y)^2} \quad \text{en}$$

$$b = \frac{n\,\Sigma\,y\,u^2 - \Sigma\,y\,\Sigma\,u}{n\,\Sigma\,y^2 - (\Sigma\,y)^2}$$

en de veranderlijken hier zijn:

u = de waterhoogte en
y = de tijd.

Om in de berekening groote getallen te vermijden, zijn de jaartallen hier gerekend van nul tot en met 19 en zijn de waterhoogten herleid tot 14.55 M. + AP.

Verder is:

n = het aantal jaren of 20,
u = de bekende waterhoogten na aftrek van 14.55 en
y = de jaartallen na aftrek van 1851.

Het hiervolgende tafeltje bevat eene opgaaf van de gemiddelde waterstanden der rivier de Maas te Roermond.

	Boven AP.			Boven 14.55 M. + AP.		
	zes zomer-maanden.	zes winter-maanden.	Jaar.	zes zomer-maanden.	zes winter-maanden.	Jaar.
1851	15.60	16.72	16.16	1.05	2.17	1.61
1852	15.84	16.91	16.37	1.29	2.36	1.82
1853	15.67	16.53	16.10	1.12	1.98	1.55
1854	15.71	16.58	16.14	1.16	2.03	1.59
1855	15.57	16.60	16.09	1.02	2.05	1.54
1856	15.62	16.21	15.91	1.07	1.66	1.36
1857	14.82	15.73	15.27	0.27	1.18	0.72
1858	14.55	15.07	14.81	0.00	0.52	0.26
1859	15.04	16.06	15.55	0.49	1.51	1.00
1860	15.60	16.92	16.26	1.05	2.37	1.71
1861	15.06	16.60	15.83	0.51	2.05	1.28
1862	15.17	16.13	15.65	0.62	1.58	1.10
1863	14.72	16.05	15.38	0.17	1.50	0.83
1864	14.77	15.88	15.33	0.22	1.33	0.78
1865	14.65	16.10	15.37	0.10	1.55	0.82
1866	15.24	16.72	15.98	0.69	2.17	1.43
1867	15.41	16.97	16.19	0.86	2.42	1.64
1868	14.86	16.34	15.60	0.31	1.79	1.05
1869	14.91	16.55	15.73	0.36	2.00	1.18
1870	14.89	16.47	15.68	0.34	1.92	1.13

Terwijl de berekening van de in de formule voorkomende Σy, Σu, $\Sigma y u$ en Σy^2 uit het onderstaande blijkt.

0	1.05	nul	nul
1	1.29	1.29	1
2	1.12	2.24	4
3	1.16	3.48	9
4	1.02	4.08	16
5	1.07	5.35	25
6	0.27	1.62	36
7	nul	nul	49
8	0.49	3.92	64
9	1.05	9.45	81
10	0.51	5.10	100
11	0.62	6.82	121
12	0.17	2.04	144
13	0.22	2.86	169
14	0.10	1.40	196
15	0.69	10.35	225
16	0.86	13.86	256
17	0.31	5.27	289
18	0.36	6.48	324
19	0.34	6.46	361
190	12.70	92.07	2470
=	=	=	=
Σy	Σu	$\Sigma y u$	Σy^2

Derhalve wordt:

$$a = \frac{2470 \times 12.70 - 190 \times 92.07}{20 \times 2470 - 36100} = \frac{31369 - 17493.3}{49400 - 36100} = \frac{13875.7}{23300} = 1.04$$

$$b = \frac{20 \times 92.07 - 190 \times 12.70}{13300} = \frac{1841.4 - 2413}{13300} = -\frac{571.6}{13300} = -0.043.$$

De vergelijking der regte lijn wordt dus.

$$u = 1.04 - 0.043\,y.$$

Daar de coëfficiënt van y of de tangens van den hoek negatief is, heeft men dus hier, over een tijdvak van 20 jaren gerekend, met eene dalende neiging in den middelbaren zomerstand te doen.

Voor $y = 0$ wordt $u = 1.04$
" $y = 19$ " $u = 1.04 - 0.043 \times 19$
$= 1.04 - 0.817$
$= 0.22$

Hieruit laat zich dus de regte lijn construëren zoo als die in donker zwart op de teekening is getrokken.

Voor $y = \frac{19}{2} = 9\frac{1}{2}$ wordt $u = 1.04 - 0.043 \times 9.5$
$= 1.04 - 0.41$
$= 0.63$

Hierbij weder optellende 14.55 M. + AP.

verkrijgt men 15.18 M. + AP.

eene hoogte overeenstemmende met den middelbaren zomerstand over het twintigjarig tijdvak 1851—1870, want over 1851– 1860 bedroeg die 15.40 M. + AP.
en " 1861—1870 " " 14.97 M. + AP.

30.37
2)
15.18 M. + AP.

Op de teekening is die middelbare stand door eene donker zwart geblokte horizontale lijn voorgesteld, die de getrokken donker zwarte lijn juist in het midden kruist.

Roermond, April 1872.

Roelants,
L. K. Inst. I.

SEINTOESTEL,

door het lid M. van Ruth.

(Plaat 2.)

Bij elk punt van eenen spoorweg, waar eene tijdelijke onderbreking van de spoorbaan kan plaats hebben, behoort een sein te zijn opgerigt, waardoor aan den machinist der locomotief wordt berigt of hij kan doorrijden. Dit sein moet ver genoeg van de gevaarlijke plaats verwijderd zijn, om den trein, voor dat hij nog die plaats bereikt, te doen stilstaan.

Zulke gevaarlijke plaatsen vormen, bij het inrijden der stations, de wissels en, vooral in Nederland, de menigvuldige beweegbare bruggen.

De tegenwoordig in gebruik zijnde seinen zijn meerendeels optische; uitstekende armen bij dag, lantaarns met verschillend gekleurde glazen bij nacht.

In den laatsten tijd wordt bovendien gebruik gemaakt van knalballen die op de spoorstaaf geplaatst worden en, door hunne ontploffing bij overrijden, den machinist waarschuwen dat de weg onveilig is.

Bij al deze seinmiddelen is men echter meer of minder afhankelijk van de oplettendheid der arbeiders met de dienst daarbij belast en van die van den machinist der locomotief zelf. Een verkeerd geplaatst sein of een onoplettend voorbijrijden van een sein dat goed geplaatst is, kunnen tot de grootste onheilen aanleiding geven.

De knalballen zijn zeker wel het meest geschikt om den machinist te dwingen oplettend te zijn, daar hij wel een optisch sein kan voorbijrijden zonder er op te letten maar niet over de ballen rijden kan zonder de ontploffing te hooren: doch, zullen zij al het nut doen wat men er van kan verlangen, dan moet niet aan het geheugen van een arbeider worden overgelaten de kans dat zij zich niet op de spoorstaaf bevinden, omdat dan de machinist, de plaats voorbij rijdende waar hij door den knal had moeten gewaarschuwd worden, zonder eenige ontploffing te hooren, zich zeker waant dat de weg veilig is.

Behalve de mogelijkheid eener verkeerde plaatsing hebben de optische seinen nog het nadeel dat men ze, bij mistig weder, niet op een afstand zien kan en dat, wanneer in dit geval de trein zoover is voortgereden dat de signalen zigtbaar worden hij het gevaarlijke punt te zeer is genaderd om nog bij tijds te kunnen stoppen.

Bij den hieronder omschreven en door eene afbeelding verduidelijkte seintoestel heb ik getracht de bovengenoemde bezwaren zooveel mogelijk weg te nemen.

De inrigting van den toestel is als volgt:

Aan eenen seinpaal, geplaatst op een grooten afstand (700 à 800 M.) van de gevaarlijke plaats, zijn de gewone optische signalen verbonden en daarbij bevinden zich knalballen, die allen uit de gevaarlijke plaats zelf bewogen worden, gelijktijdig met het stellen of verbreken der gemeenschap van het spoor.

Bij het ontwerpen van den toestel is van de volgende onderstelling uitgegaan.

Wanneer de gemeenschap van het spoor wordt gesteld moet een der seinmiddelen (de knalballen) eerst bij het *laatste* oogenblik der beweging het sein *veilig* geven, terwijl wanneer de gemeenschap wordt verbroken, alle seinmiddelen, *onmiddellijk* na den aanvang der beweging, op *onveilig* moeten staan.

Hierdoor verkrijgt men de zekerheid dat geen trein de gevaarlijke plaats, wissel, draaibrug, of wat dan ook, zal doorrijden vóór de gemeenschap geheel is hersteld en dat geen tweede trein den eersten volgen zal zoodra een begin met de verbreking der gemeenschap is gemaakt.

In de afbeelding is de toestel toegepast op eene draaibrug. Het is duidelijk dat hij, met eene kleine wijziging, voor elke gevaarlijke plaats toepasselijk is.

De hier volgende beschrijving is die van den toestel zooals hij op de plaat is aangeduid.

De schuif, waarmede de draaibrug gesloten is, stoot tegen een schieter a, die door middel van een krukarm aan eene as b eene ronddraaijende beweging mededeelt. Op het uiteinde van deze as zit een worm c, uit een stuk met een daarnaast liggend krabbelrad gevormd. In de groef van dien worm is een ketting met tegenwigt aangebragt, die door middel van een ijzeren kabel dik 10 mM. vereenigd is met een tweeden ketting, geslagen om een kwadrant e, dat verbonden is aan eene vertikale stang f, die op hare beurt vereenigd is met den seinarm g en de gekleurde glazen h van den lantaarn draagt.

Op de verlengde as van het kwadrant is een krukarm geplaatst, die door eene horizontale stang k eene kruk l beweegt, waardoor eene lis m wordt verschoven, welke in hare beweging eene stang n medeneemt die aan haar uiteinde voorzien is van een dun koper plaatje waarop zich de knalballen bevinden.

De worm met krabbelrad c zijn niet op de as b bevestigd maar kunnen daarom heen draaijen, terwijl de ketting die iets meer dan een vollen slag om den worm is geslagen steeds door een tegenwigt gespannen blijft. Naast den worm zit echter een hefboom d vast op de as. Het einde van dezen hefboom draagt een pal o en eene dwarsstang p, voorzien van een nok q, die in eene insnijding glijdt, gemaakt in den stoel waarin de as b draait. In den geopenden stand rust de stang p op eene verdikking v.

De werking nu van den toestel is de volgende:

Zoodra, door de geringste beweging van de schuif van de draaibrug de schieter a wordt verschoven en dus de as b begint om te draaijen, valt de stang p van de verdikking v en dus de pal o in de tanden van het krabbelrad, zoodat dit, met de daaraan verbonden worm nú genoodzaakt is de verdere beweging der as b te volgen.

Bij die beweging trekt de ketting het kwadrant e om, ligt daardoor de stang f op, de gekleurde glazen h worden langzamerhand naar boven bewogen tot het geheele licht der lantaarn onbedekt verschijnt en door den hefboom, die aan het achtereinde van den seinarm is geplaatst, gaat deze langzamerhand naar beneden.

Bij de omdraaijing van het kwadrant wordt de stang k, die om hare beide uiteinden eene kleine beweging moet toelaten, vooruit gestooten, waardoor de kruk l wordt omgedraaid en de lis m vooruit schuift. Eerst bij het einde der beweging van deze lis stoot zij tegen een nok op de staaf n en neemt dus ook deze en de knalballen mede.

Alle seinen staan nú op *veilig*.

Bij het vooruit bewegen van den nok q heeft deze echter een gebogen staaf r, die zich op zijn weg bevindt en om de as t draaibaar is, moeten opligten. Zoodra echter die nok gepasseerd is, valt de staaf r, geholpen door het tegenwigt s, weder in hare vorige positie.

Zoodra nu de schuif van de brug wordt terugbewogen, noodzaakt het tegenwigt u den schieter a om die beweging te volgen; de nok q vindt nu echter den weg, waarlangs hij gekomen is, versperd door de gebogen staaf r en moet dus den weg boven over deze staaf volgen. Door het opligten van dien nok wordt echter tevens de pal o uit de tanden van het krabbelrad geligt en er is nu niets meer dat de plotselinge terugbeweging van dit rad met den worm verhindert.

Aan het kwadrant e is echter een tegenwigt v verbonden dat, zoodra de tegenstand van de pal verbroken wordt, de stang f met de gekleurde glazen h naar beneden haalt, den seinarm ligt en door de terugtrekking van de stang k de knalballen mede boven de spoorstaaf plaatst.

Alle seinen staan dus weder op *onveilig* lang voordat de schuif die de draaibrug sluit geheel uit haar huis is teruggetrokken. Mogt de kabel breken dan staan mede alle seinen op *onveilig*.

Ten slotte kan ik mededeelen dat het mij uit daaromtrent ingewonnen informatiën is gebleken dat de weersgesteldheid op de knalballen geen ongunstigen invloed uitoefent en dat in Engeland bij ondervinding is gebleken dat zij gedurende een zeer geruimen tijd bruikbaar blijven. Op de spoorweglijnen aldaar komen zij meer en meer in gebruik. Ik heb mij tot de North-Eastern Railway Company en tot de Midland Railway Company gewend ten einde inlichtingen omtrent de duurzame bruikbaarheid der knalballen te ontvangen. Namens de eerste maatschappij werd mij berigt dat eene indompeling van de knalballen in water gedurende twee uren geen nadeelig gevolg te weeg brengt en dat men meende dat ook na langere indompeling de ontploffing naar behooren zal plaats vinden. De tweede maatschappij meldde mij, dat zij niet bevonden had, dat vocht of water een nadeeligen invloed op de bruikbaarheid der knalballen uitoefent, en dat het zelden voorkomt, dat bij het overtrekken van treinen de knal der ballen niet gehoord wordt.

Codnorpark, 20 Maart 1872.

M. van Ruth.

OPRUIMING VAN IJSBEZETTINGEN,

medegedeeld door den luitenant-ingenieur G. J. Blaauw.

(Platen 3 en 4.)

„Hoewel het onderzoek op grooter schaal en bij ijs„korsten van aanzienlijker dikte dient te worden her„haald, als de gelegenheid zich daartoe voordoet, ver„dienen de thans verkregen uitkomsten in hooge mate „de aandacht der genie-officieren en van allen, die in „oorlogstijd belast kunnen worden met het verbreken „van ijsbezettingen.„

Overtuigd van de waarheid vervat in bovengestelde regelen, overgenomen uit het „Verslag over de proeven „betreffende het aanleggen van ijsmijnen genomen bij „het bataillon Mineurs en Sappeurs, gedurende de „maand Januarij 1869,„ gevoel ik mij genoopt mijne zwakke pogingen in het werk te stellen om de kennis van ijsmijnen te helpen verspreiden.

Die kennis is voor den militairen ingenieur noodzakelijk. Hij zal gedurende strenge winters, wanneer de grachten der verdedigingswerken digtgevroren en de inundatiën met eene dikke ijskorst bedekt zijn, door het maken van open watervlakten, de verdedigingswerken stormvrij en ongenaakbaar voor den vijand moeten maken.

Eene inundatie, welke digtgevroren is en waarvan

het ijs zulk eene sterkte heeft gekregen dat het den overtogt van den vijand met zijn geschut toelaat, is slechts eene onbeduidende hindernis.

De waarheid hiervan bewijst de geschiedenis der jaren 1794 en 1795, toen talrijke vijandige legers met ruiterij, voetvolk en grof geschut, met legerwagens en kaissons, over onze digtgevroren wateren trokken. De Denen verlieten in den oorlog van 1864 op bevel van den generaal de Meza de Danevirke, omdat de inundatiën van de Reide-Aa, met den Eyder en het Schlee er de kracht van uitmakende, zoo digt bevroren waren, dat het Schlee binnen tweemaal vier-en-twintig uren en de inundatiën van de Reide-Aa binnen twaalf uren voor den vijand begaanbaar zouden zijn (*).

Men verstaat door *mijn* in een engen zin de buskruidlading, in den grond, onder water, onder ijs enz. geplaatst met het doel, om door ontbranding de nabijgelegen voorwerpen te vernielen of te verplaatsen; in een meer uitgebreiden zin ook de gangen, en de openingen noodig voor het plaatsen dier lading.

De uitwerking der mijnen, dienende om ijs op te ruimen, hangt af van de wijze van aanwending der lading, van de diepte der plaatsing van die lading, van de dikte van het te verplaatsen ijs, van de diepte van het water waarin die lading wordt aangebragt, van de temperatuur en van de stof welke men tot de ontbranding aanwendt.

Om eenige theorie te maken omtrent de uitwerking van ijsmijnen moet men al die factoren in rekening brengen, en om dat te doen moet men door proeven een tal van uitkomsten kennen; we zullen zien hoe men gegrond op die uitkomsten tot eene berekening van lading en plaats dier lading kan komen.

Daartoe zal ik opgeven;

a. al de mij bekende uitwerkingen van ijsmijnen;
b. de beschrijving der opruiming van eenige belangrijke ijsbezettingen;
c. de schets en beschrijving der verschillende gereedschappen en ontstekingsmiddelen, en
d. besluiten met eene beschouwing hoe men ijsbezettingen kan voorkomen en opruimen.

Voor de insluiting der buskruidladingen heeft men gebruikt bommen en granaten, buskruidkisten, moordslagen, blikken bussen, houten vaten, flesschen en kruidzakken.

Al de proeven met hare uitkomsten zullen hierna worden vermeld in de volgende orde:

1. *Buskruidladingen in bommen, granaten of kisten geplaatst op of eenige centimeters in het ijs;*
2. *Buskruidladingen in bommen of granaten onder het ijs geplaatst;* en
3. *Buskruidladingen in kisten, vaten, flesschen, moordslagen, enz. onder het ijs geplaatst.*

De volgorde van alle proeven is bepaald naar de jaren, waarin zij genomen zijn.

---

1. *Buskruidladingen in bommen, granaten of kisten geplaatst op of eenige centimeters in het ijs.*

Piron zegt in zijn *Nouvelle théorie des mines:* de ondervinding leert, dat buskruidladingen van 500 tot 5000 G., geplaatst op de oppervlakte van het ijs en bedekt met gevulde zandzakken geen uitwerking te weeg brengen.

In C. F. Wagner's *Anweisung zu Erhaltung der Dämme* vinden we dat bij geringe waterdiepte en 41 c.M. dik ijs, een bom van 29 c.M., geladen met eene springlading van 2 K.G. buskruid, springt zonder uitwerking op het ijs.

In het jaar 1818 heeft men te Dantzig buskruidladingen doen ontbranden in kisten, welke 5, 8 en 13 c.M. diep in het ijs waren ingelaten.

Het ijs was dat van stilstaand water, terwijl de ladingen bedroegen 7 en 9.3 K.G. buskruid.

Een kubieke kist bevattende eene lading van 7 K.G. buskruid werd 5 c.M. diep in het ijs geplaatst; zij veroorzaakte na de ontbranding eene opening in het ijs van 36 c.M. middellijn. Met een kist in den vorm van een parallelopipedum, bevattende eene gelijke hoeveelheid lading, verkreeg men eene gelijke uitkomst. Toen belastte men de kist met een gewigt van 60 K.G. steenen; die steenen werden door de ontbranding 92 tot 119 pas ver geworpen. Het doel was derhalve gemist. Men plaatste toen twee kubieke kisten, gemaakt van planken dik 1 d.M. en ieder geladen met eene lading van 7 K.G. kruid, op een onderlingen afstand van 10 M. op het ijs, waarin zij ter diepte van 8 c.M. waren ingelaten. Na ontbranding was er in het ijs een gat gevormd lang 15 M., breed 5 M. en de ijsvlakte was gebarsten over eene lengte van 55 M. en eene breedte van 45 M. De kisten waren aan alle zijden aangedamd met steenen, die tot op een afstand van 190 pas werden weggeslingerd. Het ijs had een dikte van 16 c.M., en de waterdiepte bedroeg 94 c.M.

Een lading van 7 K.G. geplaatst in een kubieke kist en 13 c.M. in 18 c.M. dik ijs ingelaten, gaf na ontbranding een gat van 7.2 M. middellijn, terwijl het ijs was gebarsten rondom het gat tot op een afstand van

(*) Zie de Bas, *L'armée Danoise en* 1864; etc.

35 M. De waterdiepte bedroeg 2.5 M. Het zand uit de zandzakken, waarmede de kist was aangedamd werd als stof in de lucht geworpen.

Een kubieke kist bevattende 9.3 K.G. kruid werd 5 c.M. diep in het ijs ingelaten. Men verkreeg eene opening met eene middellijn van 5 M., terwijl het ijs was gebarsten tot op een afstand van 36 M.

Eene gelijke hoeveelheid kruid maar in eene langwerpige vierhoekige kist gaf eveneens eene opening van 5 M. middellijn, doch scheuren van slechts 21 M. lengte.

Verder nam men eene proef met twee kubieke kisten elk met eene lading van 9.3 K.G. kruid; zij waren geplaatst op een onderlingen afstand, midden op midden, van 10 M. en 8 c.M. diep in het ijs ingekapt; bovendien waren ze aangedamd en belegd met zandzakken.

De uitwerking veroorzaakte eene opening, lang 17, breed 5 M.; de barsten strekten zich uit over eene oppervlakte lang 45 breed 33 M.

Bij deze laatste drie proeven was de dikte van het ijs 15.7 c.M., terwijl de waterdiepte bedroeg 94 c.M.

In 1829 heeft men te Warschau dergelijke proeven genomen om het ijs te vernielen op de Weichsel.

Een kist, hebbende een bodem van 20 d.M.² oppervlakte bij eene hoogte van 3 d.M. geladen met 24 K.G. buskruid, geplaatst op de oppervlakte van 46 c.M. dik ijs en eene waterdiepte van 3.04 M., had bij ontbranding de uitwerking dat het ijs niet geheel vermorzeld was, doch er vertoonden zich op het oppervlak twee gelijkpuntige cirkels. De eene had eene middellijn van 2.43 M.; door deze scheuren drong het water heen; de andere had eene middellijn van 10 M.

Tevens liet men een 56 K.G. zware bom, hebbende eene middellijn van 29 c.M. en eene springlading van 2.4 K.G. kruid op de oppervlakte van 46 c.M. dik ijs springen. De waterdiepte bedroeg 2.45 M.

Het ijs werd, volgens een cirkel van 1.2 M. middellijn, ingedrukt; bovendien was het rondom in een' kring van 18 M. middellijn, geheel vermorzeld; men zag 32 stralen, maar geen gelijkmiddelpuntige cirkels.

Bij de 7de proef, in Januarij 1845 genomen op het ijs in de Waal bij Bato's erf, vinden wij het volgende:

Vier bommen van 29 c.M. en vier granaten van 13 c.M. werden met oorlogslading (1.9 en 0.2 K.G.) in het ijs geplaatst, de eersten op een onderlingen afstand van 9, de laatsten van 6 M. Het ijs was dik 30 en 42 c.M. Slechts twee van de bommen zijn gesprongen, doch hadden ook geen zigtbare uitwerking in het ijs veroorzaakt.

Bij de derde proef op den noordelijken oever, vinden we tot uitkomst:

Eene lading van 50 K.G. kruid in een vat geplaatst, waarvan het boveneind 1 d.M. boven de ijsvlakte uitstak, maakte in ijs dik 3 d.M. en een waterstand van 5.2 M. een gat van een middellijn van 8 M., terwijl het ijs was vermorzeld over de oppervlakte binnen een cirkelomtrek van 44 M. middellijn. (1520 M².) (Rapport van den gep. kapitein ingenieur J. J. Hennequin.)

Vergelijken wij de uitkomsten dezer proeven, met die van even groote ladingen op ijs van dezelfde dikte verkregen, dan kunnen we veilig het besluit nemen: dat buskruid, gebruikt wordende om ijsopruimingen te bewerkstelligen, nimmer aangewend mag worden op of in de ijsmassa.

---

2. *Buskruidladingen in bommen of granaten onder het ijs geplaatst.*

In Duitschland in het jaar 1758 nam men proeven met bommen van 50 pond steen (29 c.M.), met 1.7 K.G. lading, hangende aan een touw 94 c.M. onder het ijs, en meest allen sloegen, uit gaaf ijs van 35 c.M. dikte, een rond gat van gemiddeld 3.77 M. middellijn.

Proeven in Saksen genomen in 1785 met bommen van 10 pond hebbende:

eene lading van 0.467 K.G. bij een ijsdikte van 33 c.M. en waterdiepte 1.13 M. gaven een gat 4.25 M. in middellijn;

eene lading van 0.584 K.G. bij een ijsdikte van 40 c.M. en waterdiepte 1.56 M. gaven een gat 7.93 M. in middellijn;

eene lading van 0.7 K.G. bij een ijsdikte van 42.5 c.M. en waterdiepte 2.37 M. gaven een gat 7.65 M. in middellijn;

eene lading van 0.759 K.G. bij een ijsdikte van 52 c.M. en waterdiepte 2.69 M. gaven een gat 7.65 M. in middellijn;

een bom van 24 pond (22 c.M.), hebbende eene lading van 1.17 K.G. bij een ijsdikte van 42.5 c.M. en waterdiepte 2.69 M. gaven een gat 7.65 M. in middellijn.

In 1785 en 1795 heeft men te Kopenhagen proeven genomen om ijs in stroomend water door de uitwerking van bommen te vernielen. Men gebruikte daartoe bommen van verschillende kalibers. De meesten hadden eene lading van 1.6 K.G. buskruid, en werden aan een touw hangende onder het ijs gebragt. Men verkreeg de volgende uitkomsten.

Een 50 ponds (29 c.M.) bom, 94 c.M. onder 31 c.M. dik ijs, sprong en gaf eene opening van 3.76 M. middellijn.

Een 50 ponds bom, welke digt onder eene ijskorst

dik 39 c.M. sprong, gaf een gat van 4.08 M. middellijn.

Bij beide proeven was de waterdiepte 2.2 M.

Een 36 ponds bom 94 c.M. onder 31 c.M. dik ijs sprong en gaf eene opening van 5 M; de waterdiepte bedroeg 2.2 M.

Een 100 ponds bom 94 c.M. onder 39 c.M. dik ijs, gaf eene opening van 5.6 M. middellijn, en scheuren lang 6.9 M; de waterdiepte was 2.36 M.

Twee 100 ponds bommen op 9.4 M. onderlingen afstand, vormden ieder bij de ontbarsting een gat van 6.9 M. middellijn; de beide gevormde openingen waren gescheiden door eene nog vast zittende ijskorst, breed ruim 3 M. De bommen waren geplaats 94 c.M. onder de 39 c.M. dikke ijskorst en de waterdiepte bedroeg 2.36 M.

Twee 150 ponds bommen vormden onder dezelfde omstandigheden openingen in middellijn 7.85 tot 8.15 M.; tusschen beide bleef eene 2.2 M. breede strook ijs zitten.

In 1823 heeft men in Maagdenburg openingen in het ijs van stilstaand water trachten te verkrijgen, door de uitwerking van een bom. Hiertoe werd een 186 pond zware bom geladen met 7.48 K.G. buskruid; zij werd aan een touw gehangen 6.3 M. onder 39 c.M. dik ijs. De buis werd voor de plaatsing der bom ontstoken. Na de uitbarsting was er geen gat ontstaan maar het ijs was 22.56 M. in den omtrek gebarsten en door de opening die in het ijs was gekapt om de bom te kunnen plaatsen werd het water ongeveer 3 M. in de hoogte opgeworpen. De waterdiepte bedroeg ongeveer 15 M.

In dit zelfde jaar liet men in dezelfde plaats een bom springen om hare uitwerking waar te nemen op ijs boven stroomend water. Deze bom was zwaar 316 pond geladen met 5.14 K.G. kruid en geplaatst 2.27 M. onder eene 50 c.M. dikke ijskorst en liggende op den bodem van het water.

De uitwerking vormde een gat in middellijn van 6.96 M.; de zamenhang van het ijs was verbroken tot op een afstand van 186 M. (?); enkele stukken werden 4.7 M. hoog opgeworpen.

Zie hier de uitkomsten der proeven in 1829 te Warschau genomen.

Een bom van 29 c.M., geladen met 2.4 K.G. kruid en geplaatst op den bodem van de Weichsel 3.65 M. onder 46 c.M. dik ijs, veroorzaakte na de ontbarsting een gat in het ijs lang volgens de rigting van den stroom 5.47 M., volgens de breedte der rivier 3.3 M. Het ijs was rondom, volgens het beloop van een cirkel van 60 M. middellijn, gebarsten, er ontstonden 5 gelijkmiddelpuntige cirkels, en 15 stralen.

Een dergelijke bom, 33 c.M. onder de oppervlakte van 56 c.M. dik ijs gebragt bij eene waterdiepte van 1.52 M., gaf een gat in middellijn 1.82 M. Het ijs was binnen de oppervlakte eens cirkels van 24 M. middellijn gescheurd, waarbij men twee gelijkmiddelpuntige cirkels, de eene van 4, de andere van 24 M. straal, bespeurde; bovendien nog 36 stralen.

Nog zulk eene bom, 3.9 M. onder 56 c.M. dik ijs geplaatst, gaf een gat van 2.5 M. middellijn en scheuren, die eene lengte bereikten van 23 M.

Bij deze proeven teekende de thermometer + 2° Réaumur.

Een zelfde bom, geladen met 2.4 K.G. kruid, geplaatst 91 c.M. onder 46 c.M. dik ijs, sloeg een opening in het ijs van 4.85 M. middellijn. Het ijs was binnen een kring van 48 M. middellijn geheel vaneen gespleten, terwijl men 4 gelijkmiddelpuntige cirkels en 22 stralen waarnam. De waterdiepte bedroeg 3.65 M.

Een bom van dezelfde afmetingen en met eene gelijke hoeveelheid kruid als de vorige, geplaatst in 3.04 M. diep water, 2.43 M. onder 48 c.M. dik ijs, veroorzaakte bij uitbarsting geen opening, maar het ijs was binnen een kring van 32 M. gescheurd, door 17 gelijkmiddelpuntige cirkels en 35 stralen.

Een laatste bom, als de vorige maar geplaatst op eene diepte van 3.65 M. op den bodem der Weichsel onder eene ijskorst dik 46 c.M., vormde evenmin een gat, maar het ijs was binnen een kring van 28 M. gescheurd door 17 gelijkmiddelpuntige cirkels en 31 stralen.

De stand van den thermometer bij deze proeven was + 3°.5 Reaumur.

Nog werden beproefd 20 granaten van 10 ponden steen (4 K.G.) ieder geladen met 8 H.G. 61 c.M. onder het ijs, dat eene dikte had van 37 c.M., bij eene waterdiepte van 2.74 M. Slechts een enkele granaat sprong, die een gat vormde van 2.75 M. middellijn.

In 1829 werden te Neisse proeven genomen om het vastzittende ijs door de uitwerking van bommen te vernielen; daarbij zijn de volgende uitkomsten verkregen:

Drie bommen van 29 c.M. middellijn, geladen ieder met 2.46 K.G. kruid, werden op verschillende diepten onder 57 c.M. dik ijs gehangen aan touwen, daar het ijs te dik met sneeuw bedekt was kon men de lengte der scheuren moeijelijk nagaan; men voelde eene dreuning tot op een afstand van 50 tot 60 pas. De bom gehangen op eene diepte van 63 c.M., veroorzaakte een gat van 3.76 M. middellijn, de waterdiepte bedroeg 2.04 M. De stukken der bom vond men op het ijs. IJsstukken werden 6 tot 9 M. hoog opgeworpen.

De bom gehangen ter diepte van 1.25 M. veroorzaakte een gat van 4.07 M. middellijn; de waterdiepte bedroeg 2.67 M. IJsstukken werden uitgeworpen als boven.

De bom gehangen ter diepte van 2.04 M. (op den bodem) maakte een gat van 6.1 M. middellijn. Het ijs werd in stukken uitgeworpen als boven.

Het gebruik van bommen en granaten, aangebragt onder het ijs met het doel om door hare ontbarsting openingen te vormen en daardoor ijsstoppingen op te ruimen, is af te keuren:

1°. om de betrekkelijk geringe uitwerking,

2°. om de kostbaarheid,

3°. om het gevaar, verbonden aan haar gebruik.

---

3. *Buskruidladingen in kisten, vaten, flesschen, moordslagen, enz. onder het ijs geplaatst.*

Proeven in 1785 te Kopenhagen hebben tot uitkomst gegeven:

buskruid in tonnen of kisten, inwendig en uitwendig gepikt, de naden met vet bestreken en de hoeken met dun ijzer beslag versterkt, geplaatst digt onder eene ijskorst, had deze uitwerking:

eene opening van 3.5 M. middellijn met eene lading van 3.5 K.G. en eene ijsdikte van 31 c.M.;

eene opening van 5 M. middellijn met een lading van 4.7 K.G. en eene ijsdikte van 26 c.M.;

eene opening van 8.5 M. middellijn met eene lading van 10 K.G. en eene ijsdikte van 40 c.M.

Repsold nam in 1797 proeven te Hamburg en verkreeg deze uitkomsten:

eene lading van 94 D.G. kruid, geplaatst 94 c.M. onder 31 c.M. dik ijs, veroorzaakte cirkelvormige kringen, waarvan de verste lag op een afstand der mijn van 7.8 M. Het water werd ongeveer 15 M. hoog opgeworpen;

eene lading van 1.88 K.G., 1.1 M. onder 25 c.M. dik ijs geplaatst, gaf een gat in middellijn 0.94 M. Cirkelvormige kringen, waarvan de grootste een straal had van 8.2 M. en 3 lange scheuren, waardoor het water drong over eene lengte van ongeveer 30 M.

In 1820 nam men proeven te Maagdenburg en te Dantzig om de ijsvelden op de Elbe en op de Weichsel te verbrijzelen. Men gebruikte daartoe bepikte vaten met verschillende ladingen. De verkregen uitkomsten zijn de volgende:

Een bepikt vat met eene lading van 12.64 K.G. kruid werd door een 63 c.M. breed gat, 1.26 M. onder 31 c.M. dik ijs gehangen. Onder de bovenste ijskorst bevond zich 1.26 M. dik drijvend grondijs. Bij de uitbarsting vormde zich een gat in middellijn 9.42 M. en scheuren lang 47 M.

9.35 K.G. buskruid op gelijke wijze aangebragt als boven, vormde in het 37 c.M. dikke ijs, waaronder eveneens grondijs was, eene opening van 6.9 tot 7.5 M. middellijn, benevens scheuren ter lengte van 47 M.

Een even groote lading vormde eene opening van 5.6 M. (maar er was aanwezig eene hoeveelheid grondijs van 1.9 tot 2.5 M.), met eene scheur lang 37 M. stroomafwaarts.

11.6 K.G. kruid in een kruidton met touw omwikkeld, liggende op den bodem 2.2 M. diep, onder 50 c.M. dik ijs, vormde na ontbarsting een gat van 9.7 tot 10 M. middellijn met scheuren ter lengte van 36.3 M. Temperatuur — 5° R. Enkele stukken werden ongeveer 10 M. hoog opgeworpen en men voelde op eenige honderde passen eene aanmerkelijke dreuning.

Een even groote lading 2.27 M. onder het ijs liggende vormde eene opening van 10.3 tot 11.5 M. middellijn met scheuren lang 17.5 M. Temperatuur als boven; 11.6 K.G. lading, in een niet omwikkelde ton, digt onder het ijs gesprongen, vormde eene opening van 1.7 en 1.9 M. middellijn, met scheuren lang 12.5 M.; stukken werden ongeveer 15 M. hoog opgeworpen, de dreuning was heviger dan bij voorgaande proeven.

Zulk eene lading van 11.6 K.G. geplaatst 2.4 M. onder het ijs, liggende op den rivierbodem, gaf eene opening van 11.3 M. middellijn met scheuren lang 17.5 M.

Eene lading van 29.4 K.G. te Dantzig in een vat van 2 c.M. dikke duigen versterkt door 4 ijzeren hoepels, 4.39 M. diep onder 29 tot 34 c.M. dik ijs geplaatst, vormde na ontbranding eene opening van 15.7 M. middellijn en scheuren ter lengte van 43 tot 50 M.

Proeven in 1823 te Maagdenburg op ijs van stilstaand water gaven de volgende uitkomsten:

Goed bepikte buskruidtonnen werden met eene lading van 11.6 K.G. kruid 3.76, 6.3 en 13.14 M. diep onder het ijs geplaatst, dat eene dikte had van 39 c.M.

Bij eene plaatsing op eene diepte van 3.76 M. verkreeg men eene opening van 9.71 en 10.65 M.; de ijsvlakte was binnen een cirkel van 16.68 M. gebarsten en sommige stukken werden 8.85 M. hoog in de lucht geslingerd.

Bij eene diepte van 6.3 M. had men een gat van 6.3 M. in doorsnede; er ontstonden scheuren lang 2.5 M.; sommige stukken werden ruim 6 M. hoog opgeworpen. Bij beide proeven bedroeg de waterdiepte ongeveer 15 M.

Bij eene diepte van 13.14 M. lag de lading op den bodem er ontstond geen opening maar het ijs was

binnen een cirkelomtrek van 37 M. straal gebarsten. Door de opening waardoor de lading was aangebragt werd het water 4.5 M. hoog opgeworpen; men voelde een hevige dreuning tijdens de ontploffing, zelfs op het land. Temperatuur — 5° R.

Proeven werden in 1827 te Erfurth genomen om het ijs te breken in de vestinggracht; de lading werd daarbij aangewend in moordslagen welke in pik waren gedoopt, het ijs was dik 20 c.M. Deze lading werd 8 tot 10 c.M. diep onder de ijskorst gebragt, zij bedroeg 935 G. kruid. De waterdiepte was 2.2 M.

Bij de uitwerking van enkele moordslagen verkreeg men openingen van 3.14 M. in middellijn, barsten ter lengte van 19 M.; het ijs was zoo verbrokkeld dat men niet in de nabijheid der opening kon komen. Sommige stukken werden 9 tot 12 M. hoog opgeworpen. Acht zulke moordslagen, geplaatst op onderlinge afstanden van 5 M., werden gelijktijdig ontstoken; doch drie weigerden en werden later ontstoken. De grootte der gezamenlijke uitwerking was eene sleuf lang 19 M. en breed 3.76 tot 6.3 M.

Proeven in 1829 te Warschau hadden deze uitkomst.

Eene lading van 24 K.G. kruid geplaatst op den bodem der Weichsel 2.43 M. onder 39 c.M. dik ijs, gaf na ontbranding eene opening in middellijn van 14.59 M.; de middellijn van den cirkelomtrek waarbinnen het ijs was gescheurd bedroeg 270 M.; in die oppervlakte waren 52 stralen en 15 gelijkmiddelpuntige cirkels. Het ijs werd 100 M. hoog opgeworpen.

Een moordslag met een lading van 1.6 K.G. kruid 61 c.M. onder 36 c.M. dik ijs aangebragt bij eene waterdiepte van 3.04 M. gaf eene gladde opening van 6.38 M. middellijn.

Te Neisse nam men in 1829—30 ook springproeven; het kruid was in kardoeszakken in pik gedoopt: men verkreeg de volgende uitkomsten:

Eene lading van 3.03 K.G. kruid, 63 c.M. onder 57 cM. dik ijs gaf een gat van 4.07 M. middellijn. Enkele stukken vlogen 6 tot 9.5 M. hoog; de waterdiepte bedroeg 3.3 M. Temperatuur — 10° R. Zulk eene lading 1.25 M. onder 57 c.M. dik ijs gaf eene opening van 3.7 M., en barsten lang 12.5 M.; de waterdiepte bedroeg 3.6 M.

Een dergelijke lading 2.04 M., liggende op den bodem onder 57 c.M. dik ijs, sloeg een gat van 6.3 M. middellijn en scheuren lang 9.7 M. Enkele stukken werden 6.3 tot 9 M. hoog opgeworpen. 4.21 K.G. kruid 63 c.M. onder 57 c.M. dik ijs gaf een gat van 5.64 M. middellijn.

Een dito lading 1.25 M. onder de ijskorst ontstoken gaf eene opening van 7.5 M. middellijn. Nog zulk eene lading 2.04 M. onder het ijs aangebragt, bij eene waterdiepte van 4.38 M. sloeg eene opening van 6.3 M. middellijn en barsten lang 9.4 M.

5.6 K.G. lading, 2.04 onder 57 c.M. dik ijs geplaatst, sloeg, liggende op den bodem, eene opening in de ijskorst, hebbende eene middellijn van 6.9 M.

935 G. lading, bevestigd aan een stok en onder het ijs geduwd, gaf na ontbranding eene opening van 2.5 tot 3.1 M. middellijn.

In het jaar 1830 deed men de ijskorst op de Neisse te Glatz springen door middel van buskruid, gesloten in blikken bussen, welke met stokken onder de ijskorst geschoven werden. De uitwerking bepaalde zich over het algemeen tot het breken en zinken der ijskorst boven de springplaats. Soms zonken schollen van 20 tot 30 pas in middellijn; het gebeurde ook wel dat een ijsschol eerst eenige minuten na de ontploffing in beweging kwam. Bij ijsschollen niet dikker dan 79 c.M., werden ladingen gebragt van 47 D.G.; deze werden iets vermeerderd als het ijs in dikte toenam tot 1.25 M. Bij ijsstoppingen tot op den bodem gebruikte men ladingen van 935 G. Temperatuur — 1 en — 2° R.

In Posen beproefde men in 1830 een ijsveld, vastzittende voor eene brug, te doen springen. Men gebruikte daartoe ladingen van 24 tot 36 D.G. kruid, gesloten in blikken bussen, welke men in het ijs plaatste in gaten, daarin geboord op dezelfde wijze als mijnen; deze gaten werden met kleine ijsschollen opgestopt. Bij het springen dezer kleine mijnen werden dikwijls ijsschollen ter grootte van 37.5 M². oppervlakte zoodanig uit een geslagen, dat zij ongehinderd door de brugopeningen konden afdrijven. De uitkomsten waren het gunstigst bij de hoogste temperatuur boven nul graden.

In hetzelfde jaar nam men in Keulen een soortgelijke proef. Het ijs in den Rijn had zich daar ter plaatse tot op den bodem der rivier vastgezet; op eene plaats waar die ijsmassa ruim 30 M. breed en 7.5 tot 9.5 M. hoog was, hieuw men in het ijs twee mijngangen uit 3.76 M. van den rand, 94 c.M. in het vierkant, op een onderlingen afstand van 3.14 M.; zij waren 2.8 tot 3.14 M. diep. Een dezer gangen kon slechts gebruikt worden, omdat men bij den anderen op eene groote holte in het ijs stootte. Aan het einde van den eersten gang werden twee mijnkamertjes van 309 d.M³. binnenruimte aangelegd, en wel naar de vrije zijden van het ijs gekeerd. Het bovenvlak der mijnkamers was 3 M. onder de oppervlakte der ijsmassa. De lading werd aangewend in houten kisten; de gang met ijsstukken opgestopt en de mijn ontstoken.

De geheele massa werd sterk gespleten, en hoewel er slechts kleine ijsschollen losgingen, was toch de verbrijzeling zoo groot, dat men zonder groote moeite, met behulp van hefboomen, de losgescheurde groote schollen verder kon losmaken en doen afdrijven.

Bij eene tweede proef legde men op dezelfde wijze twee gangen aan, op een onderlingen afstand van 7.5 M.; de lading bedroeg 7.5 K.G. kruid. De uitwerking was zeer aanmerkelijk, groote ijsstukken vlogen uiteen, andere deelen waren zoodanig geschokt en gespleten, dat aanzienlijke groote schollen 10 minuten na de ontbranding nog afdreven.

Een man maakte zulk een mijngang in 3½ uur. De thermometer teekende 2° en 3° R.

Proeven in 1830 te Neisse in drijvende ijsvelden hadden deze uitkomsten:

Men gebruikte ladingen van 0.47 tot 1.4 K.G. kruid in gewone kardoeszakken, in pik gedoopt, en bragt die aan een stok gebonden onder de ijsschollen. IJsschollen hebbende eene oppervlakte van 294 M². en eene dikte van 63 c.M. werden gewoonlijk slechts door een, altijd evenwel door twee ladingen van 47 D.G., zoo verbrijzeld, dat zij ongehinderd afdreven door eene sluisopening van 3.75 à 4 M.

Men maakte door dergelijke ladingen van 0.47, 0.94 en 1.4 K.G. eenen ijsgang op de Neisse geheel onschadelijk; en ruimde er ook eene uitgebreide ijsstopping mede op. De temperatuur bedroeg bij deze proef 6 tot 10° R. onder nul.

In 1831 werden te Custrin proeven genomen om de 41 tot 47 c.M. dikke ijskorst eener vestinggracht open te breken, door de uitwerking van in pik gedoopte moordslagen. Deze moordslagen waren van buizen voorzien. Als men de buizen ontstoken had, bragt men de moordslagen met een stok onder de ijskorst. Moordslagen van 12 D.G. lading veroorzaakten bij ontploffing geen gat, doch het ijsdek werd ongeveer 4 c.M. opgeligt.

Met ladingen van 26 D.G. verkreeg men openingen van 1.25—1.6 M. middellijn; daarbij ontstonden er scheuren in het ijs lang 12.5 M.

Met ladingen van 1.17 K.G. gemengd met 47 D.G. zaagmeel, verkreeg men openingen van 2.2 tot 2.5 M. middellijn; bovendien werden lange scheuren gevormd. Bij al deze proeven bedroeg de waterdiepte 1.6 tot 1.9 M.

In 't zelfde jaar had te Thorn een dergelijke proef plaats. Men gebruikte in pik gedoopte kruidzakken om het ijs in de gracht eener lunet te verbrijzelen. Het ijs was dik 21 c.M.

Men verkreeg uit de uitkomsten de volgende gevolgtrekkingen.

94 D.G. buskruid zou de voordeeligste lading zijn; 63 c.M. onder de oppervlakte van het ijs, te rekenen van het midden van den kruidzak, hield men voor de voordeeligste inzinking.

De gaten werden door een gewone ijsboor in twee minuten geboord. De benoodigde tijd van het insteken van den kruidzak tot aan de ontploffing bedroeg 1¾ minuut.

De middellijnen der openingen waren gemiddeld 3.14 M.

Om eene gracht lang 300 M. door de uitwerking van mijnen open te maken had men noodig ongeveer 160 mijnen, op onderlinge afstanden midden op midden van 3.76 M.; zijn de kruidzakken klaar dan kunnen 10 man deze mijnopeningen in één uur boren, de mijn laden en doen ontbranden.

In 't jaar 1831 werden te Custrin proeven genomen met ladingen van 3.5 K.G. in moordslagen; men verkreeg de volgende uitkomsten:

Een moordslag digt onder een ijsveld, gevormd door opeengeschoven ijsschollen, ter dikte van 94 c.M., veroorzaakte na ontploffing eene opening van 4.07 M. middellijn. Enkele stukken ijs vlogen 12 tot 20 M. hoog; scheuren werden niet waargenomen.

In hetzelfde jaar en op dezelfde plaats ondernam men nog eene reeks proeven, met het doel om eene aanzienlijke ijsstopping op te ruimen, door ze bij gedeelten te doen springen, om daardoor den val van het water te bevorderen, en om de scheepvaart vrij te maken. Deze proeven werden gedurende eenige achtereenvolgende dagen gedaan en leverden de volgende uitkomsten op. Men naderde met twee booten stroomopwaarts het ijsveld en door de uitwerking van 10 mijnen, ieder met eene lading van 24 D.G. en 4, hebbende ieder eene lading van 47 D.G. in moordslagen geplaatst in den tijd van 45 minuten, verkreeg men eene oppervlakte van ruim 1400 M². vrij van ijs. De ladingen werden gehangen aan stokken, en nadat de buis aangestoken was, werden zij onder het ijs geschoven. Het ijs was dik 42 tot 47 c.M. en de waterdiepte bedroeg 2.5 M. en meer, uitgenomen bij eenige zandbanken. De losgesprongen ijsschollen werden verder losgestooten en aan den stroom overgelaten; waarna men voortging met mijnen te laten springen in het nog vastzittende gedeelte; dit vond plaats benedenwaarts van eene brug. Daarna beproefde men het ijs te breken onder de brugjukken, wat zeer veel tijd vorderde, omdat het ijs ongeveer 80 c.M. dik was, en dewijl men voor het behoud der brugjukken geen groote ladingen durfde gebruiken.

Boven de brug bestond het ijs uit op elkaâr geschoven schollen, welke eene dikte van 1.57 M. bereikten, op sommige plaatsen nog dikker waren en zelfs tot op den bodem der rivier reikten. Men maakte in deze massa eerst trechters door zware ladingen, en vereenigde deze dan door kleine ladingen te doen springen.

Tot het vormen dezer groote trechters gebruikte men moordslagen van 2.8 K.G., die wat het volumen betrof voor de helft bestonden uit zaagmeel en verkreeg daarmede openingen van 2.8 tot 3.76 M. middellijn. Ook werden de ladingen der moordslagen voor de helft met zaagmeel gemengd; dit mengen met zaagmeel wordt zeer aanbevolen.

Moordslagen met eene lading van 2 K.G. konden nog, terwijl de stok met de vrije hand werd vast gehouden, zonder eenig gevaar worden ontstoken. Zwaardere ladingen werden aan stokken gebonden, en terwijl men die stokken losliet, werden zij diep onder het grondijs geschoven. Den 11den Februarij werd op dezelfde wijze eene oppervlakte van 1400 M² van ijs bevrijd. Men liet de ijskorst bij gedeelten springen, en gebruikte daartoe:

1	moordslag		van	1.52	K.G. lading.
1	〃		〃	1.05	〃 〃
2	〃	ieder	〃	0.47	〃 〃
1	〃		〃	0.12	〃 〃

Den 14den Februarij werd op dezelfde wijze in 2 tot 2½ uur eene uitgestrekte ijskorst van 46 tot 188 M. lengte en 22.5 tot 75 M. breed achtereenvolgens losgemaakt. Het ijs was dik 42 c.M. en men gebruikte 47 moordslagen (kubiekvormig van 8 c.M. zijde) van 47 d.G. lading, waarvan ⅔ kruid en ⅓ zaagmeel. Sommige hadden slechts eene geringe uitwerking; men schreef dit toe aan ongelijke menging der bestanddeelen. Verder beproefde men nog de brugjukken van ijs te bevrijden; doch daar het ijs meer dan 63 c.M. dik was, zoo verkreeg men geen bevredigende uitkomsten met moordslagen van 47 D.G., maar bezigde men die van 1.05 K.G. lading. (⅔ kruid en ⅓ zaagmeel in kubiekvormige kisten van 10 c.M. zijde.)

In het volgende jaar 1832 beproefde men te Custrin de 21 c.M. dikke ijskorst, bij eene waterdiepte van 1.9 tot 2.5 M. te doen springen. Men gebruikte daartoe moordslagen van 47 en 94 D.G., vervaardigd van houten kistjes.

Met een moordslag van 47 D.G., op 63 c.M. onder het ijs hangende, verkreeg men eene opening van 2.5 à 2.8 M. Hoewel het ijs over eene aanzienlijke oppervlakte gebarsten was, zoo was evenwel de zamenhang nog zoo groot dat men er over gaan kon. Deze openingen werden spoedig door handspaken verwijd. Zoodoende verkreeg men met 12 zulke moordslagen en met 12 man in 15 tot 20 minuten (het kappen der gaten voor het aanbrengen der moordslagen er onder begrepen) een vrije watersleuf van 66 M. lengte en van 1.25 tot 3.76 M. breedte.

De moordslagen van 94 D.G., 94 c.M. onder het ijs aangebragt, gaven openingen van 2.8 M. middellijn, en met behnlp van handspaken verkreeg men van 8 zulke moordslagen en met 8 arbeiders in 15 tot 20 minuten een vrije sleuf van 48 M. lengte en eene breedte van 14 tot 48 M. In hetzelfde jaar en op dezelfde plaats werden nog andere proeven genomen om het ijsveld eener vestinggracht te breken. De ijsdikte was 17 c.M. en de waterdiepte bedroeg 2.5 tot 3.45 M. Men kapte gaten in het ijs van 21 c.M. in het vierkant, midden op midden 3.76 M. van elkaâr. Daarenboven werd er aan de zijde der vesting evenwijdig aan de escarp eene sleuf in het ijs gekapt, breed en diep 8 c.M. op een afstand van 1.88 M. van de plaats, waar de moordslagen werden aangebragt. Men dacht hierdoor een gedeelte volgens eene regte lijn af te scheuren. De lading bedroeg 47 D.G. en was in kistjes van planken dik 15 m.M. aangebragt; zij werd 63 c.M. onder het ijs gehangen.

Van de 24 dezer ladingen werden er slechts 12 ontstoken, die in eene rij gesteld waren en slechts twee naar de zijde der escarp. Bijna alle openingen hadden eene middellijn van 2.8 M.; de daar tusschen gelegen ruimte met gescheurd ijs was niet meer begaanbaar. De invloed der gekapte sleuf kon niet worden nagegaan omdat geen der moordslagen aan die zijde gesprongen was.

Men nam te dezer plaatse in hetzelfde jaar proeven om 22 c.M. dik ijs in eene waterdiepte van 2.8 M. te doen springen met ladingen buskruid van 400 tot 467 G., opgesloten in Champagne-flesschen.

Ladingen van 5 H.G. liet men, drijvende in de gekapte opening, springen; zij veroorzaakten weinig schade, doch de stukken glas werden zeer ver weggeslingerd.

Ladingen van 467 G. werden 63 c.M. onder het ijs neêrgelaten; zij maakten ook geen openingen, doch barsten ter lengte van 34 à 45 M. Op de plaats waar de flesschen gesprongen waren was het ijs gebarsten door cirkelvormige bijna gelijkmiddelpuntige barsten; de grootste kring had een middellijn van ongeveer 15 M. Men vond geen glasscherven. Bij proeven te Custrin in datzelfde jaar genomen maakte men onder andere meer deze gevolgtrekking: 〃groote ladingen, bijv. 1.4 K.G. moet men dieper dan 63 c.M. onder de ijskorst aanbrengen, om daarmede de grootste uitwerking te kunnen verkrijgen. Bij eene inzinking van 63 c.M. werd het gekapte gat naauwelijks verwijd, doch bij 1.57 M. inzinking verkreeg men openingen van 3.14 M. middellijn, terwijl er nog aanzienlijke ijsschollen van het ijsveld aan den open waterkant (meer dan 80 passen van het punt der ontbranding verwijderd) werden losgescheurd, zonder dat zich scheuren of spleten in het tusschen liggend ijs hadden gevormd〃.

Omtrent proeven in 1836 te Custrin genomen diene het volgende:

Op 13 Februarij beproefde men eene ijsverstopping op te ruimen, die 3300 pas boven, 1300 pas beneden eene brug zich uitstrekte. De ijsmassa bestond uit ijsschollen, welke van 16 tot 94. c.M. dik opeengeschoven waren. De waterdiepte bedroeg 2.8 tot 3.8 M., terwijl de thermometer op den dag der proefneming teekende — 2° R. De stroomsnelheid bedroeg 6 d.M. in de seconde. De lading was in goed bepikte vaatjes opgesloten en bedroeg 9.35 K.G. gewoon buskruid. Deze waren reeds in 't jaar 1832 gemaakt en tot nu toe zorgvuldig bewaard.

Zij werden drijvende onder het ijs ontstoken. Men had voor de proef drie gaten in het ijs gekapt; het eerste op 22 pas uit den oever en 200 pas van het open water; het tweede 42 pas uit den oever en 40 pas stroomopwaarts van het eerste verwijderd; het derde 14 pas uit den oever en 60 pas stroomopwaarts van het tweede en 100 pas van het eerste gat verwijderd.

De vaten waren met steenen bezwaard om ze diep genoeg te kunnen laten zinken en onder de ijskorst te doen drijven. In deze vaten had men buizen van bommen van 29 c.M. gestoken, hebbende eene lengte van 23.5 c.M.

De vaten werden met touwen te water gelaten, vervolgens werd de buis ontstoken en daarna de vaten onder het ijs geduwd, ten einde ze door den stroom te doen wegvoeren.

De ontploffing van het eerste vat had 35 seconden na de ontsteking der buis plaats op 27 tot 28 pas afstands van het ontstekingspunt. Er werd eene opening gevormd van 4.4 M. middellijn.

Het tweede vat kon, wegens de massa drijvend grondijs, niet onder het ijsveld geraken en sprong na 26 seconden in de gekapte opening. Het gevormde gat had een middellijn van 2.5 M. (*).

Het derde vat sprong na verloop van 32 seconden brandtijd van de buis, op een afstand van ongeveer 23 pas van het gat waar het onder het ijs was gebragt. De gevormde opening had eene middellijn van 4.4 M. Men kon het aantal gevormde scheuren, wegens de zwakte van het ijs, vooral bij de plaatsen van uitbarsting, niet nagaan. Zij waren lang ongeveer 20 tot 30 pas; die lengte scheen aanzienlijk te zijn in de rigting stroomopwaarts; stukken ijs werden 50 tot 60 pas ver en wel 50 tot 80 pas hoog geslingerd.

Hoewel deze proef geen uitwerking scheen te hebben op de ijsopstopping, zoo zag men toch 24 uren, na de ontbranding, daar ter plaatse eene open watervlakte, ter lengt van 150 pas en 6 tot 50 pas breed, die door het zamenschuiven van ijs gevormd was.

Op 15 en 16 Februarij werden er nieuwe springproeven ondernomen. Het ijsveld, dat toen moest worden opgeruimd, had eene oppervlakte van ongeveer 4000 pas lengte en 300 tot 400 pas breedte. Men besloot door middel van kleine ladingen kleine gedeelten te doen springen om zoo langzamerhand een kanaal in het ijsveld te vormen, waardoor het ijs geïsoleerd werd en aan de werking van den stroom was blootgesteld. Het ijs lag zelfs bij eene waterdiepte van 4.4 tot 5 M. bijna overal tot op het bed der rivier vast, zoodat men hier en daar scheuren moest opzoeken en peilen, en in deze scheuren werden de ladingen met behulp van stokken aangebragt. De ladingen waren in linnen kardoeszakken geborgen, welke goed bepikt waren.

Bij eene ijsdikte van 63 c.M. was eene lading van 47 D.G. voldoende. Bij aanmerkelijke ijsdikte moest men ladingen van 0.94 en 1.4 K.G. gebruiken; ook deze werden soms te zwak bevonden, dewijl er dikwerf slechts eene weinig beduidende verheffing van het ijs na de ontploffing volgde, zonder verdere schade aan te rigten. Gewoonlijk drong dan het water door de gevormde scheuren en veroorzaakte dan eene loslating van groote ijsschollen. Men verkreeg aldus in den eersten dag met 47 K.G. buskruid een kanaal van 500 pas lengte en eene gemiddelde breedte van 20 pas, waarin een sterke stroom ontstond, waardoor nog aanmerkelijke gedeelten ijs losgeraakten.

Op den tweeden dag wilde men het ijs stroomopwaarts uit twee kleine booten doen springen en dan het ijs tusschen de brugjukken. De toestand van het ijs was dezelfde als den vorigen dag, en de verkregen uitkomsten waren bijzonder gunstig. Het verdient opmerking dat er een groote massa ijs stroomopwaarts van de brug losging, zich in beweging zette en de booten trachtte mede te slepen, nadat eenige paaljukken van ijs bevrijd waren.

(*) De geringe uitwerking dezer lading bevestigt het gezegde op bladz. 11.

De scheepvaart was den volgenden dag op den Oder geheel vrij; men had verbruikt veertig ladingen van 0.47, twintig van 0.94 en tien van 1.4 K.G. In het geheel 51 K.G. buskruid of in twee dagen ongeveer 100 K.G.

Eene nieuwe proef op 16 Februarij te Custrin, op de Warthe, genomen, leverde eveneens goede resultaten op. Met 12 ladingen van 0.47, 0.94 en 1.4 K.G. of met 11 K.G. in het geheel had men de oppervlakte tusschen verscheiden brugjukken en ijsbrekers met aangrenzende gedeelten ijs opgeruimd.

Proeven genomen op 13, 14, 16 en 17 Maart 1838 bij Custrin om door middel van buskruid het ijs op te ruimen tusschen en boven de brugjukken in den Oder en de Warthe gaven de volgende uitkomsten:

Door het ingevallen dooi weder was in het ijs in den Oder een stroom ontstaan langs den regteroever, tusschen eene ijskorst, afwisselend dik van 31 tot 94 c.M. en had eene breedte nabij de brug bij Custrin, bovenwaarts van de brug de opening van 3 jukken, benedenwaarts die over 4 jukken.

Men begon 13 Maart die opening nabij de brug te vergrooten voor een mogelijken ijsgang; het was warm in de lucht.

Het eerste werk was om de benedenwaarts gelegen gedeelten der jukken van ijs te bevrijden; door de uitwerking van 6 ladingen ieder van 94 D.G. en 11 van 47 D.G. werd voor 4 jukken eene ijsoppervlakte losgemaakt, groot 355 M². Daarna kon men een aanvang maken met het opruimen van ijs tusschen de jukken.

De ruimte onder de ophaalbrug, waarin het ijs niet bestond uit op elkaâr geschoven schollen, doch slechts eene dikte had van 16 tot 26 c.M., werd opengemaakt door de uitwerking van éene lading van 47 D.G. en van twee ladingen ieder van 94 D.G. kruid.

Bij het losmaken van het ijs verder stroomopwaarts had men eene gunstige uitkomst door eene sleuf te kappen, dwars over de rigting van de rivier aan het hoofd der ijsbrekers. Deze sleuf had eene breedte van 63 c.M. Het ijs werd opgeruimd tot aan deze sleuf. Men verkreeg door de uitwerking van 11 ladingen ieder van 94 D.G. en 3 ieder van 47 D.G. drie jukken vrij van ijs. Des avonds waren de 7 eerste jukken van ijs bevrijd. Den 14den Maart begon men het werk aan den linker oever, daar had men evenwel niet het voordeel van een vrijen stroom, zooals langs den regteroever. Slechts een juk was vrij van ijs en het ongeveer 9.5 M. breede vrije water eindigde reeds 500 pas benedenwaarts van de brug. Eerst wilde men het juk het digtst bij den oever van ijs bevrijden, hetwelk met zeer veel moeite geschiedde, omdat de ijskorst daar overal meer dan 0.63 M. dik was, en de stroom aan dit werk niet, zooals aan den regter oever, te hulp kwam. Men verkreeg 2 jukken vrij en des namiddags ten 3½ uur kwam het ijs in beweging. Naar het oordeel van deskundigen was de uitwerking der mijnen hier gunstig. Gedurende de beide volgende dagen dreven er nog aanzienlijke ijsschollen af.

Den 16den Maart begon men het ijs op te ruimen bij de brug over de Warthe, die aldaar geheel gestopt was. Men begon bij de uiterste brugjukken. Langs den regteroever ruimden 7 ladingen ieder van 94 en 6 ieder van 47 D.G. eene opening op. Langs den linkeroever werd de ruimte tusschen oever en juk met ijsbrekers van ijs bevrijd door de uitwerking van 5 ladingen ieder van 94 en 5 ieder van 47 D.G. kruid. Daarop zette het ijs zich in beweging en dreef af, zonder schade aan te rigten, terwijl het nu onder de Koningsbrug, die niet door ijsbrekers beveiligd was, ongedeerd kon afdrijven.

Den 17den Maart noodzaakte men het opgestopte ijs voor de brug over de Warthe af te drijven door de uitwerking van 6 mijnen, ieder van 94 D.G. kruid. Hier werd aangenomen, dat zoodra de ijskorst dikker was dan 235 m.M. men ladingen moest aanwenden van 94 D.G. Daar de uitwerking zich niet te ver mogt uitstrekken en dus niet te hevig mogt zijn, gebruikte men tusschen de jukken geen ladingen zwaarder dan 47 D. G. De alhier verkregen resultaten werden beschouwd als gunstig te zijn geweest.

Opruiming van ijs in Februarij 1839 in den Oder bij Stein, boven Breslau.

In Februarij 1839 was de Oder van Stein tot bij Magaretha Goy volkomen opgestopt door het ijs. Het water werd hierdoor dermate opgestuwd, dat het de dijkskruinen bereikte. De stroom zocht een doorgang buiten zijne oevers, verliet zijn bed bij Margaretha Goy, liep door het hout langs den Pleischwitser dijk en viel bij Treschen weêr in den Oder. Volgens ingewonnen berigten van plaatsen stroomopwaarts gelegen, had men in de eerste dagen, geen aanmerkelijken was te vreezen, doch de dijk bij Stein was door dezen druk zeer bezwaard; bovendien was het voor de scheepvaart van groot belang, dat de stroom zijn oorspronkelijken loop hernam.

Daar men ter hoogte van Stein het ijs met booten kon naderen zoo veronderstelde men ook, dat men met behulp van kruid en handenarbeid de rivier van de ijsstopping zou kunnen bevrijden. Men liet eenige moordslagen vervaardigen en door de uitwerking hiervan zou men een kanaal trachten te verkrijgen in de ijsmassa, te beginnen in de bogt der rivier bij Lausch, iets beneden Stein gelegen.

Aldus werd den 17den Februarij een kanaal opengemaakt in het benedenwaarts gelegen gedeelte der opstopping. Dit kanaal was lang 113 M. en breed 15 M. Er ging evenwel zoo weinig stroom in, dat de ijsschollen, deels door mijnen, deels door bijlen en hefboomen losgemaakt, niet zonder hulp konden wegdrijven. De ijsstopping bleef onveranderd vastzitten. Den 18den ging men voort met het begonnen werk en dien dag werd de stroom in het opengeijsde gedeelte sterker en ontstond er 50 M. bovenwaarts van het kanaal in de ijsmassa een open gat, waarin ook een vrij sterke stroom ging. Men stelde nu alles in het werk om deze opening in verbinding te brengen met het kanaal.

De tusschenliggende ijsschollen werden door de uitwerking van moordslagen met ladingen van 24 D.G. gescheurd, terwijl kleinere schollen met ijsbijlen en handspaken van de massa werden losgemaakt.

Om de manschappen, bij een mogelijk losraken van het ijs, te kunnen redden volgden steeds booten de werklieden. De stroom zat hier zigtbaar tot op den bodem vast, het werk was hierdoor moeijelijk en vorderde langzaam; eerst des namiddags om 3 uur was die verbinding bewerkstelligd. Intusschen waren groote ijsmassa's langs den kant van het kanaal in beweging gekomen en door den stroom weggevoerd.

De stroom werd voortdurend sterker; doch de ijsmassa bleef vastzitten.

Tusschen het opengeijsde kanaal en den regteroever was een groote ongeschokte ijsschol, die nog voor een geregelden afvoer een hindernis was; zij werd door de uitwerking van eene zwaardere lading verbrijzeld.

Dit had eene gunstige uitwerking, want spoedig daarop kwam de ijsmassa bij een aanzienlijken was in beweging, dreef weg en bereikte zonder eenig opontholud Breslau (*).

IJsstopping in den Wezer tusschen Rekum en Elsfeth in 1841.

Eene ijsstopping in den Wezer tusschen bovengenoemde plaatsen deed het water stijgen zoodat het benedengedeelte der stad Bremen onder water stond.

Het ijs was dik in de rivier 15 en in de opstopping 27 c.M.

Den 12den Februarij begon men bij Elsfeth in den ijsdam, op 3.6 M. afstand van den rand van het reeds vroeger gekapte en gezaagde gat een fladdermijn met eene lading van 36 D.G. 1.18 M. diep schuins onder het ijs te ontsteken. De uitwerking was dat er een gat ontstond van 1.77 M. middellijn met barsten als uitloopende stralen, zoodat gedeelten konden worden opgeruimd.

Een mijn met eene lading van 4.8 K.G. ligtte de ijskorst 1.18 M. op over eene oppervlakte in middellijn 4.7 tot 5.3 M. en verbrokkelde dit ijs, zonder verdere scheuren te veroorzaken. Om de ijsstopping verder op te ruimen wilde men door hakken en zagen een open kanaal van Linen tot Elsfeth, breed 36 M. in het ijs vormen; even zoo een kanaal in den dam in het Oostergat; men trachtte hiertoe de bovenste laag ijs door mijnen te doen springen, en verder de gevormde schollen met behulp van stangen, enz. te verwijderen.

Op den 13den Februarij zaagde men 3 evenwijdige sneden op een onderlingen afstand van 18 M. en sneed de tusschen gelegen strooken in gelijkzijdige driehoeken van 21 M. zijde. 16 man zagen in een uur 26 M. van 53 c.M. dik ijs, dat is in een dag van 9 uren 237 M., of met oponthoud mede gerekend 222 M.

De uitwerking der mijnen in het Westergat was als volgt:

De eerste mijn was aangelegd op een afstand van 9 M. van open water; zij was 1.18 M. diep onder 30 c.M. dik ijs; de lading bedroeg 4.8 K.G. kruid. Na de ontbranding ontstond eene opening van 4.74 M. middellijn, doch verder geen uitwerking en weinig scheuren. Geen enkel stuk ijs kon in de rigting van het open water worden weggebroken.

Daarna liet men 3 mijnen springen, gelegen in de hoekpunten van een driehoek met zijden lang 9 M. Elke mijn vormde na ontbarsting eene opening van 3.6 tot 4.7 M. middellijn.

Bij Linen had men den 14den Februarij ijsschollen gezaagd uit het ijs hebbende een driehoekigen vorm en deze werden door de uitwerking van mijnen in stukken verdeeld.

De eerste driehoekige schol, hoog 11 M., breed 9 M. met eene ijsdikte van 53 c.M., werd door de uitwerking eener lading van 36 D.G. in vele kleine stukken gebroken.

Een tweede mijn met eene lading van 96 D.G. veroorzaakte in een even groote driehoekige schol slechts een gat van 3 M. middellijn, terwijl er barsten straals-

(*) Deze beide laatste proeven (1838 en 1839) zijn vermeld in een afschrift der missive van den kolonel directeur der 2de directie van fortificatiën van 29 Mei 1845, aan den majoor-ingenieur kommandant van het bataillon mineurs en sappeurs.

gewijze uit die opening uitliepen, hebbende eene lengte van ongeveer 7 M.

Een derde mijn met eene lading van 36 D.G. gaf een gat van 1.5 M. middellijn en scheuren lang 9 M.

Een vierde mijn ontbrandde zonder ontploffing. De lading bedroeg 36 D.G.

Eene vijfde met een even zware lading sloeg in een schots, hoog 18 M., breed 21 M., barsten die straalvormig uit het punt van ontbranding uitliepen, doch veroorzaakte geen verbrijzeling.

Een zesde lading van 4.8 K.G. aangebragt onder een regthoekigen driehoek waarvan de hypothenusa bedroeg 40 pas en waarvan de eene regthoekszijde eene lengte had van 27 pas, veroorzaakte na ontbranding een cirkelvormig gat van 4.74 M. middellijn en barsten lang ongeveer 15 M.

Op den 15den Februarij liet men onder de ijskorst dik 53 c.M. in het Oostergat mijnen springen, als volgt:

Een met eene lading zwaar 4.8 K.G. schuin 1.2 M. diep onder het ijs gebragt door een rond gat van 3 d.M. middellijn. Na ontbranding was er een gat gevormd van 4.74 M. middellijn en ver uitloopende scheuren.

Een tweede mijn met eene lading van 2.4 K.G., diep 1.8 M. gaf een opening van 3 M. middellijn.

Een derde mijn even als de tweede, doch waarbij het gat waardoor de lading was aangebragt was opgestopt, veroorzaakte evenwel een even groote uitwerking als de tweede.

De berigtgever eindigt zijn verhaal met de opmerking:

„Mijns bedunkens zou men met mijnen van 96 D.G. lading en 6.3 M. van elkaâr, in het losse ijs de meeste uitwerking hebben verkregen. In den dam evenwel zou men mijnen van 1.44 K.G. op 4.44 M. afstand moeten plaatsen.

„Ik zou in den dam van het Oostergat twee zulke rijen mijnen hebben gelegd en altijd vier tot zes mijnen te gelijk doen springen." (*)

Proeven genomen in 1845 te Wamel en Dreumelen om ijsbezettingen in de Waal op te ruimen.

Proeven genomen tegenover Bato's-erf, ongeveer in het midden der rivier.

Nadat er twee ladingen, respectievelijk zwaar 68 en 150 K.G. kruid, waren aangebragt doch niet ontploft, beproefde men een derde mijn, met een lading van 150 K.G. kruid besloten in een vat. Men plaatste het vat zoodanig, dat de bovenbodem 1 d.M. boven het ijs uitstak, zoodat de vuurleiding niet door het water ging. De ontploffing deed eene opening in het ijs ontstaan van 30 M. middellijn, terwijl het ijs rondom het gat tot op 80 M. ver gescheurd was. Het ijs was dik 42 c.M., terwijl de geheele waterdiepte 4 M. bedroeg.

De vierde proef werd gedaan in den zoogenaamden ijsdam, eigenlijk ijsverzameling. Hier werden 350 K.G. buskruid in twee eindelings op elkander gestapelde en door touwen aaneen bevestigde vaten gedaan. Het onderste vat was met 150, het bovenste met 200 K.G. kruid gevuld. De bovenste ton was geplaatst als het vat in de proef hiervoor beschreven. Het ijs was bij deze proef 4 M. dik, terwijl het water daaronder een diepte van 6 M. had. De opening, die bij de ontploffing ontstond, had eene middellijn van 60 M., terwijl het ijs op eene middellijn van 150 M. rondom gescheurd was. Daarenboven werd het ijs langs de rivierboorden, op eene uitgestrektheid van 2000 M., gekraakt en eenigzins in beweging gebragt.

De vijfde en zesde proef mislukten, de zevende is reeds vroeger beschreven.

De achtste proef werd genomen in de strook ijs boven Bato's-erf, op ongeveer 200 M. uit den zuidelijken oever.

Eene buskruidlading ter zwaarte van 250 K.G. werd in een vat opgesloten, dat met den rand 1 d.M. boven het ijs uitstak. Het ijs was daar ter plaatse dik 25 tot 42 c.M., terwijl de waterdiepte bedroeg 5.5 M. De ontplofte lading maakte een gat in het ijs van 55 M. middellijn, terwijl het ijs rondom dit gat nog op eene middellijn van 120 M. gescheurd was. Opmerkelijk was het, dat men benedenwaarts van den stroom, en wel op eenen afstand van 4 tot 500 M., verschillende stralen water als fonteinen, ter hoogte van nagenoeg 2 M., boven het ijs zag opspringen.

Proeven op den noordelijken oever genomen.

Na twee mislukte proeven werd den 5den Januarij een derde proef genomen, met eene lading van 50 K.G. kruid. Het vat stak met zijn boveneind 1 d.M. boven het ijs uit. Bij de ontploffing vormde zich een gat van 8 M. middellijn, terwijl het ijs op eene lengte van nagenoeg 44 M. gescheurd was. Het ijs was dik 30 c.M., terwijl de diepte van het daaronder staande water 5.2 M. gemeten werd.

De vierde proef werd genomen op den 6den Januarij, nagenoeg 100 M. van den noordelijken oever, tegenover Ophemert.

De buskruidlading, ter zwaarte van 150 K.G., werd in een vat gestort, dat 5.5 M. onder het 40 c.M. dikke ijs geplaatst werd. De waterdiepte bedroeg 10.6 M. De uitwerking dezer mijn vormde eene opening in het ijs van 26 M. middellijn, terwijl het ijs op eene 30 M. grootere middellijn gescheurd was, en eenige zware stukken ijs op 90 M. van deze opening verspreid werden. Het zand uit den bodem der rivier werd op het ijs geworpen, terwijl de kraking langs de oevers en de beweging van het ijs tot op ongeveer 2 000 M. waargenomen werd (herberg de Roode Molen) (*).

(*) Zie *Uittreksels uit vreemde tijdschriften*, 1857—1858.

Beschrijving der werkzaamheden verrigt in 1845 om de brug over de Narowa bij Narva tegen ijsgang te beschutten (†).

De Narowa ontstaat uit het meer Peipus en mondt uit in de Finsche golf bij Narva. Zij is bevaarbaar tot een weinig boven Narva, alwaar men watervallen in haar bed aantreft. Zij heeft eene uitgestrektheid welke bevaarbaar is van ongeveer 16 000 M.; over het eerste gedeelte, ter lengte van ongeveer 4 000 M., heeft zij eene stroomsnelheid zoo groot als bijna geen enkele rivier in Europa; het overige gedeelte is breeder en dieper en alzoo de stroomsnelheid veel geringer. Men had de rivier over die lengte van 4 000 M. slechts enkele malen bevroren gezien en dan alleen aan hare oevers, wanneer het overige gedeelte reeds geruimen tijd digt gevroren was. Dit gebeurde ook in October 1844. Korten tijd daarop viel er veel sneeuw gepaard met groote koude, zoodat die sneeuwmassa in den stroom bevroor en zoo kleine ijsschollen zich vormden. Deze dunne schollen stroomden door het nog open gebleven gedeelte der rivier en werden onder de vastzittende ijskorst geschoven. Daar vroren zij vast, hoopten zich op en stuwden zoodoende het water op, dat langzamerhand wies en in stroomsnelheid verminderde. Daardoor was het alleen mogelijk dat de rivier over bovengenoemde lengte van 4 000 M. met ijs werd bedekt en dat het water steeg tot 15 c.M. onder de bogen der brug bij Narva, welke hoogte 31 c.M. hooger was dan de hoogst bekende stand in 1824.

Bij nader onderzoek bleek dat de rivier tot op 170 M. bovenwaarts de brug en 10 430 M. benedenwaarts de brug op de meeste plaatsen tot op den bodem derwijze met ijsschollen gevuld was, dat er geen water doorstroomde. Sedert het einde van Januarij zag men evenwel den waterspiegel afwisselend dalen en rijzen; in den regel bleef hij 63 tot 95 c.M. beneden de brugbogen, en verkeerde men altijd in gevaar bij een mogelijken ijsgang, wanneer ligt de waterstand 63 tot 95 c.M. in hoogte zou toenemen en de rivier eene stroomsnelheid zou verkrijgen van 4.2 M. in de seconde.

(*) Deze proeven zijn genomen uit den *Militairen Spectator* van 1845. Hier en daar zijn cijfers veranderd, omdat de opgave eenigzins afwijkt van die in de oorspronkelijke rapporten.

(†) Zie *Allgemeine Bauzeitung*, Jahrgang 1850.

Men had als voorzorg voor het behoud der brug, om de pijlers en landhoofden het ijs, dat eene dikte had van 1.5 tot 1.8 M., over eene breedte van 0.6 M. weggekapt. Op alle plaatsen boven en beneden de brug waar het ijs minder dik was, had men dat opengehakt. De uitgehakte schollen werden onder de vaste ijskorst geschoven. Men stelde zich hiermede voor, dat het water uit die gaten zou opborrelen en dan over het ijs zou stroomen, dat zoo in sterkte zou afnemen. Tevens trachtte men in de nabijheid der brug een zoo groot mogelijk open vak te verkrijgen om tot vergaarkom te dienen voor drijfijs, dat dan vandaar uit verder ongehinderd zou afdrijven. Men bekleedde pijlers en landhoofden ter hoogte van den waterspiegel met 8 c.M. dikke houten platen.

Al deze werkzaamheden waren slechts voorzorgsmaatregelen, dewijl de eigenlijke redding der brug verkregen werd door het doen springen van ijsmijnen.

Het buskruid werd aangewend in kisten van hout dik 25 m.M., in- en uitwendig bestreken met een mengsel van pek, was en talk; vervolgens werden zij omwonden met touw en gehangen aan een 6.4 M. lange staaf, waarmede zij onder het ijs werden geschoven. De ontsteking geschiedde elektrisch, soms door granaatbuizen, doch dan niet zonder gevaar. Hoewel ijsmijnen reeds meermalen in Duitschland waren beproefd, zoo had men toch nog nooit getracht een rivier over eene lengte van 10 430 M. van ijs te bevrijden. Een plaatselijke verbrijzeling van ijs was hier niet voldoende, men moest zelfs de onderliggende ijsschollen verbrokkelen, om daardoor stroom te verkrijgen. Gedurende de eerste 10 dagen werd het ijs bij de brug open gemaakt en werd er benedenwaarts van de brug een open bassin gevormd ter oppervlakte van 20 250 M². om het drijfijs op te kunnen nemen. Hoewel de ladingen der aangewende mijnen klein waren, zoo werden toch door hare uitwerking gaten gevormd, die veel nut deden voor het vervolg; bovendien veroorzaakte zij eene aanmerkelijke schudding in de nog zittend blijvende ijsmassa. De uitwerking onder het ijs strekte zich ver uit, men zag zelfs tot op een afstand van 10 430 M. (?) van de brug ijsschollen te voorschijn komen, op plaatsen waar eerst enkel water onder de ijskorst stroomde. Ook was het water in deze 10 dagen ongeveer 30 c.M. gevallen. Na dezen gunstigen uitslag beproefde men, om de geheele ijsbezetting benedenwaarts van de brug door

ijsmijnen op te ruimen, en begon men daarmede aan het meest benedenwaarts gelegen gedeelte.

Daartoe kapte men in het ijs twee rijen gaten, op een onderlingen afstand van 53 M., en bragt daarin op afstanden van 106 M. mijnen, in verband verspringende. Uit deze gaten moesten alle ijsschollen uitgehaald worden, zoodat er blank water te voorschijn kwam, eerst dan kon de ligte buskruidkist, zonder beschadiging te ondergaan, eenige meters ver onder het ijs worden geschoven. Dit werk was uiterst moeijelijk en duurde bij één gat 7 dagen (?), terwijl bij de meeste anderen 4 uren voldoende waren. De zwaarte der lading was afhankelijk van de dikte van het ijs. Voor 2.1 tot 6.4 M. dik ijs gebrukte men ladingen van 82 K.G. buskruid, van 2.1 tot 4.2 M. maar 45 K.G. Bij het springen dezer mijnen voelde men het ijs tot op een afstand van 60 M. aanmerkelijk schudden onder de voeten Ook boog de ijskorst iets omhoog en werden er scheuren gevormd, terwijl men tevens onder het ijs de schollen zag afdrijven. Dit werd duidelijk waargenomen door stokken, die men in de gaten stak.

Intusschen was na verloop van 9 dagen deze arbeid voltooid, toen het ijs begon te drijven en er een groote ijsmassa en een drang van water bij de brug kwamen.

Alles dreef langzaam en na eenig oponthoud in het open gedeelte af, en dreef verder onder door het nog vast zittend gedeelte weg. Men nam geen was in het water bij de brug waar. Al het ijs, dat de rivier over eene lengte van 60 000 M. van af het Peipus-meer tot aan de brug bedekte, passeerde onder de brug en verder onder de ijskorst op plaatsen, waar nog voor eenige weken niet eens het water vrij afvloeide.

Wat betreft de grootte der ladingen, zoo kan men die voor elke ijsdikte in verband met de onderliggende ijsmassa bepalen.

Naar onze proeven schijnt intusschen 82 K.G. voldoende bij eene ijsdikte van 0.97 tot 1.07 M., waaronder eene ijsmassa is ter dikte van 2.9 tot 6.4 M. Treft men geen ijsschollen aan, maar alleen eene ijskorst van 0.97 tot 1.07 M., zoo zal eene lading van 12.3 tot 24.6 K.G. voldoende zijn. Bij sterkere ladingen is de uitwerking te veel aan de oppervlakte en te weinig op dieper gelegen schollen.

Tot de gebruikte mijnen zijn aangewend in het geheel 511 mijnkisten, en hiervoor 515 K.G. kanonkruid en 123 K.G. geweerkruid.

Uitwerking der in 1868 *in Belgie, en in* 1869 *en* 1871, *door het bataillon mineurs en sappeurs voor het vernielen van ijs aangelegde mijnen.*

Piron zegt in zijne *Nouvelle théorie des Mines:*

„Ladingen van 500 tot 5000 G. ingedompeld 1 tot 2 M. zijn voldoende geweest om ijs dik 8 tot 14.5 c.M. te breken.„

Den 11den December 1869 nam men proeven, bij eene ijsdikte van 8 c.M. Twee ladingen elk van 500 G. werden in zinken bussen aangewend, de eene 25, de andere 50 c.M. onder het ijs geplaatst. Zij veroorzaakten openingen van 1.5 en 2.5 M. middellijn. De stukken werden met kracht uitgeslingerd. De kortste weerstandslijnen (*) waren te gering en dus de mijn overladen.

Op 2 Jannarij 1868 bedroeg de ijsdikte 10.5 c.M. Men plaatste eene lading van 5 H.G. kruid 75 c.M. onder het ijs; bij de ontploffing nam men geen uitwerping van ijsstukken waar; het ijs was verbrokkeld en gescheurd en geleek in gedaante op eene spinnewebbe, waarvan de middellijn bedroeg 10 M. Eene lading van 1 K.G. op 1 M. onder het ijs geplaatst veroorzaakte dezelfde uitwerking. Om zoo gunstige uitkomsten te verkrijgen moet men dan met werktuigen te hulp komen, anders bevriest het ijs spoedig.

Zwaardere ladingen veroorzaken openingen, en tusschen die openingen en de ladingen moeten verhoudingen bestaan; want:

a. De vermeerdering der lading vermindert het aantal gevormd wordende stukken, en maakt de uitbreiding der scheuren geringer, doch werpt de stukken verder uit;

b. De verlenging der kortste weêrstandslijn vermeerdert het aantal gevormd wordende stukken, en maakt de oppervlakte die gescheurd wordt grooter, doch werpt de stukken minder uit.

Op den 4den Januarij 1868 bedroeg de ijsdikte 11.5 c.M. Eene lading van 3 K.G. 1.6 M. onder het ijs veroorzaakte eene opening van 4 M. middellijn; 4 K.G. 2 M. onder het ijs maakte dit onbegaanbaar binnen een cirkelomtrek van 15 M. middellijn, waarin eene open ruimte werd gevormd van 3.5 M. middellijn; 5 K.G., 2 M. onder het ijs scheurde het ijs over eene oppervlakte van 20 M. middellijn en vormde een gat van 7 M. middellijn.

(*) Men verstaat door kortste weêrstandslijn van eene mijn den afstand van het midden der mijnlading tot de oppervlakte. Eene mijnlading veroorzaakt bij ontploffing in den grond een trechter waarvan de straal van de opening is n maal de K. W. l. Is nu $n = 1$ dan is het een *gewone* mijn is $n >$ of < 1 dan is het een *overladen* of *onderladen* mijn geweest.

Deze zware ladingen veroorzaakten golvingen in het water en daardoor veel scheuren in het ijs.

Op den 7den Januarij was de ijsdikte 14.5 c.M.; men plaatste eene lading van:

2.5 K.G., 1.5 M. onder het ijs; zij veroorzaakte een gat van 6 M. middellijn;

4 K.G., 1.75 M. onder het ijs; zij veroorzaakte een gat van 6 M. middellijn, en veel scheuren;

4.5 K.G., 2 M. onder het ijs; zij veroorzaakte een gat van 8 M. middellijn en veel scheuren;

5 K.G., 2.25 M. onder het ijs (op den bodem); zij veroorzaakte een gat van 12 M. middellijn.

Op den 10den Januarij bedroeg de dikte van het ijs 14.5 c.M.; eene lading van 3.5 K.G. geplaatst 2 M. onder het ijs vormde na ontbranding eene opening van 7.5 M. middellijn. Een flesch met 5.5 K.G. lading op den bodem gezonken 2.2 M. diep gaf een gat van 15 M. middellijn en maakte het ijs ontoegankelijk over eene oppervlakte van 1600 M².

Uit de uitwerking dezer mijnen leidde men de volgende gevolgtrekkingen af.

De uitwerking eener onder water aangebragte mijn wordt gewijzigd:

1°. Door de waterdiepte. Is de lading geplaatst op den bodem, dan breidt de opgeworpen massa water de oppervlakte waarbinnen scheuring ontstaat uit.

2°. Door de nabijheid der oevers. Het in beweging gebragte water wordt in zijne vaart door de oevers gestuit, en brengt golvingen te weeg, waardoor de ijskorst breekt.

3°. Door den weêrstand van de wanden der kist. Deze moet eenigszins groot zijn opdat de lading tijd tot ontbranding hebbe.

4°. Door de hoedanigheid van het kruid. Grof artilleriekruid wordt als het beste beschouwd.

In Januarij 1869 werden proeven genomen bij het bataillon mineurs en sappeurs te Nijmegen (*), op den 23sten Januarij werden in eene gracht breed 10 M. bij eene ijsdikte van 8 c.M. ontstoken:

1°. 5 blikken bussen, ieder geladen met 5 H.G. kruid. Hieruit bleek dat men bij eene ijsdikte van 8 c.M. de gunstigste uitwerking verkreeg, bij het plaatsen der lading 75 c.M. onder het ijs. De gaten, in het ijs geslagen, hadden ongeveer 3 M. middellijn.

2°. 3 blikken ieder bussen geladen met 11 K.G. kruid, op diepten van 0.9 tot 1.2 M. onder het ijs. Hierbij is de diepte van 1 M. als de geschiktste voorgekomen.

De gaten waren niet veel grooter, doch door de beweging van het water scheurde het ijs over eene aanzienlijke lengte in de rigting van de breedte der gracht.

3°. 5 blikken bussen, ieder geladen met 1.65 K.G. kruid, op diepten van 1.5 tot 1.8 M. De uitwerking verschilde niet van die onder 2 vermeld.

Op den 25sten Januarij werden bij eene ijsdikte van 12 c.M. ontstoken:

1°. 5 ijsmijnen, ieder van 1.05 K.G. kruid, in gewone bierkruiken en geplaatst op 5 M. onderlingen afstand, in naauwe bijten van 18 c.M. zijde.

De ontsteking geschiedde gelijktijdig; de gaten hadden eene middellijn van 3 M. Voor troepenafdeelingen was de weg gevaarlijk, zoo niet ontoegankelijk geworden: maar met planken of horden zou welligt het overtrekken mogelijk geweest zijn.

2°. 5 ijsmijnen ieder van 56 D.G., bevat in flesschen; de flesschen dreven onder tegen het ijs. De nuttige uitwerking verschilde niet aanmerkelijk van die der mijnladingen in kruiken.

Op den 27sten Januarij werden bij eene ijsdikte van 12.5 c.M. in een water, breed 15 M., diep 2.5 M. 9 gewone bierkruiken, gevuld met kruid, ontstoken.

De diepten bedroegen 1.5, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4 en 0.3 M.

Bij eene diepte van 1.5 M. werd eene ster van aanzienlijke (?) uitgebreidheid in het ijs geslagen, waardoor echter de overgang niet zou zijn belet. Van 1 tot 0.5 M. diepte was de nuttige uitwerking voldoende, bij 0.4 M. was zij merkbaar minder.

Proeven genomen in 1871 op ijs in de rivier de Waal te Nijmegen gaven de volgende uitkomsten.

Den 6den Januarij. Men liet eene lading van 10 K.G. buskruid in een blikken bus onder het 3 d.M. dikke ijs zinken, tot op eene diepte van 1.5 M. onder het ijsoppervlak. Er werd eene opening gevormd van 8 M. middellijn; in het ijs vertoonden zich in de nabijheid veelvuldige scheuren, waarvan zich enkelen tot op 20 M. van het gat merkbaar uitstrekten.

Den 1sten Februarij. Eene lading van 15 K.G. buskruid in een blikken bus, aangebragt 2 M. onder het oppervlak van 47 c.M. dik ijs, bij eene waterdiepte van 8 M.; de uitwerking was de verbrokkeling van het ijs over eene oppervlakte van 8 M. middellijn.

De gevormde stukken hadden hoogstens eene oppervlakte van 25 $d.M_2$.

Een tweede bus met eene even groote lading als de eerste op een afstand van 25 M. van n°. 1 aangebragt, 1.5 M. onder de oppervlakte van 6 d.M. dik ijs, vormde eene opening, waarvan de grootste middellijn bedroeg

---

(*) Zie Rapporten, Memorien, enz. van 1869.

13 en de kleinste 9 M.; er bestond geen zigtbaar verband tusschen beide gevormde openingen.

Een derde bus als de beide eersten op 25 M. afstand van n°. 2, 1 M. onder 38 c.M. dik ijs vormde eene opening van 9 M. middellijn.

De vierde bus met eene even groote lading 1 M. onder 16 c.M. dik ijs aangebragt vormde eveneens een gat van 9 M. middellijn.

Besluiten wij deze reeks proeven met eene beschouwing over de theorie ter berekening der ladingen van ijsmijnen. Die beschouwing nemen wij over uit het werk van den belgischen kapitein der genie Piron, *Nouvelle théorie des mines.*

De formulen ter berekening der ladingen leiden wij af uit die der gewone mijnen.

Als men eene bepaalde hoeveelheid kruid noodig heeft om een trechter grond uit te werpen van een bepaalden inhoud, dan zal men eene dubbele hoeveelheid kruid noodig hebben om een trechter te vormen gelijkvormig aan den eersten met een dubbelen inhoud; met andere woorden:

de ladingen der mijnen zijn evenredig aan de inhouden der uitgeworpen trechters of $\frac{c}{c'} = \frac{v}{v'}$,

waarin c en c' de verschillende ladingen voorstellen behoorende bij trechters, waarvan de inhouden zijn v en v'.

Stel nu dat men noodig heeft eene hoeveelheid kruid K, om een trechter uit te werpen, waarvan de inhoud is 1 M.^{3}, dan hebben we:

$$\frac{c}{K} = \frac{v}{1.000} \text{ of } c = K \times v.$$

De waarde van K moet proefondervindelijk bepaald worden en is voor mijnen in gewonen grond 0.792 K.G. kruid.

Aangenomen dat de uitgeworpen trechters alle gelijkvormige ligchamen zijn, dan verhouden die inhouden of ladingen zich als de derde magten der gelijkstandige lijnen, hier kortste weêrstandslijnen; we hebben dus $\frac{c}{c'} = \frac{h^3}{h'^3}$; hebben wij nu noodig eene lading Q, die een trechter vormt waarvan de kortste weêrstandslijn is 1 M., dan is dus

$$\frac{c}{Q} = \frac{h^3}{1} \text{ of } c = Q\,h^3,$$

Q is voor gewonen grond 1.5 K.G.,

waaruit volgt $$\frac{c}{h^3} = Q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

die waarde van Q blijkt het voordeeligst te zijn bij ijsmijnen als zij bedraagt 1, men verkrijgt alzoo het nuttigst effekt van ijsmijnen in diep water, indien $\frac{c}{h^3} = 1$ is.

Bijgevolg moeten ijsmijnen in diep water zijn gewone mijnen, waarvan de lading wordt uitgedrukt in den algemeenen vorm

$$c = h^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

c en h zijn beiden onbepaald, het komt er slechts op aan om h uit te drukken in eene functie der ijsdikte, die wij e zullen noemen.

Bij mijnen die eene gelijkvormige uitwerking hebben zijn de ladingen evenredig aan de derde magten der gelijkstandige lijnen; zoo staan de hoeveelheden werk, verrigt om het water uit te werpen, tot elkander in dezelfde verhouding.

Bij ijsmijnen zijn de kortste weêrstandslijnen en de ijsdikten gelijkstandige lijnen. De arbeid, welke vereischt wordt om ijs te breken, is afhankelijk van de oppervlakte die verbroken wordt en die oppervlakte is afhankelijk van den straal R van den cirkel, waarbinnen alles verbroken moet worden, en van de ijsdikte e.

Men zal dus hebben $$\frac{h^2}{R\,e} = \frac{h'^2}{R'\,e'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Uit de voorwaarde dat de uitwerkingen gelijkvormig zijn volgt, indien $R = n\,h$ is, dat $R' = n\,h'$ is.

Vermenigvuldigen wij beide leden van (3) met n, zoo heeft men, na weglating van gelijke factoren:

$$\frac{h^2}{e} = \frac{h'^2}{e'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Stellen wij nu $\frac{h'^2}{e'} = U \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$

Zoo hebben we, het tweede lid van (4) door U vervangende,

$$h^2 = U\,e \text{ of}$$
$$h = \sqrt{U\,e}$$

Vervangen we h door de waarde daarvan in (2), zoo hebben we

$$c = U\,e\,\sqrt{U\,e} \text{ of}$$
$$c = (U\,e)^{\frac{3}{2}}.$$

Laat men nu een mijn springen onder het ijs, die de verlangde uitwerking heeft, zoo heeft men $U = \frac{c^{\frac{2}{3}}}{e}$.

Aangezien wij een groot aantal gegevens hebben van de uitwerking van ijsmijnen, zoo is het niet moeijelijk de waarden voor U uit te rekenen, die gunstige uitkomsten leveren in de praktijk.

Hier volgen de formules die geheel overeenkomen met de proeven:

Zwakke ladingen	$U = 100e$	$h = 10e$	$c = 1000e^3$
Gewone »	$U = 144e$	$h = 12e$	$c = 1728e^3$
Zware »	$U = 196e$	$h = 14e$	$c = 2744e^3$

Tabel van ladingen en van kortste wederstandslijnen voor ijsmijnen aan te leggen in diep water.

IJsdikte of e.	Zwakke ladingen.		Gewone ladingen.		Zware ladingen.	
	Kortste wederstandslijn $h = 10e$.	Lading $c = 1000e^3$.	Kortste wederstandslijn $h = 12e$.	Lading $c = 1728e^3$.	Kortste wederstandslijn $H = 14e$.	Lading $c = 2744e^3$.
M.	M.	K.G.	M.	K.G.	M.	K.G.
0.08	0.80	0.512	0.96	0.885	1.12	1.405
0.09	0.90	0.729	1.08	1.260	1.26	2.000
0.10	1.00	1.000	1.20	1.728	1.40	2.744
0.11	1.10	1.331	1.32	2.300	1.54	3.652
0.12	1.20	1.728	1.44	2.986	1.68	4.742
0.13	1.30	2.197	1.56	3.796	1.82	6.029
0.14	1.40	2.744	1.68	4.742	1.96	7.529
0.15	1.50	3.375	1.80	5.832	2.10	9.261
0.16	1.60	4.096	1.92	7.078	2.24	11.259
0.17	1.70	4.913	2.04	8.490	2.38	13.481
0.18	1.80	5.832	2.16	10.078	2.52	16.003
0.19	1.90	6.859	2.28	11.852	2.66	18.821
0.20	2.00	8.000	2.40	13.824	2.80	21.952

IJsmijnen zullen wel het meest aangewend worden in diep water en voor zulke is de bepaling der lading volgens bovengestelde berekening voldoende. De beschouwingen in de theorie moeten gewijzigd worden bij mijnen in ondiep water, waar de lading op den bodem moet worden aangebragt. Het zou ons te ver leiden, die geheele berekening hier in te voegen. Belangstellenden verwijzen we evenwel naar boven aangehaald boekwerk.

---

b. Beschrijving der opruiming van eenige belangrijke ijsbezettingen.

1. Opruiming der ijsbezetting in de Weichsel in het voorjaar van 1860.

Hoewel de beschrijving dezer opruiming reeds voorkomt in de *Uittreksels uit vreemde tijdschriften* jaargang 1861/62 zoo laat ik hier toch eene naauwkeuriger beschrijving volgen zooals die voorkomt in Erbkam's *Zeitschrift für Bauwesen*, omdat deze ijsbezetting zoo belangrijk was, wegens hare uitgestrektheid, hare vorming en de groote overeenkomst met die in de Nieuwe Merwede in het begin van 1869. Uit deze opruiming blijkt wat men vermag tegen zulk een vijand, te werk gaande met oordeel en met volharding om het eens begonnen werk te voltooijen.

De waterstand was in den herfst van 1859 in de Weichsel laag, en bleef dat ook toen in de tweede helft van November door de strenge koude grondijs werd gevormd, dat in de vlakke en ondiepe Nogat vast bleef zitten op den 28sten November. Dit zette zich evenwel op den 30sten November weder in beweging om op den 3den December bij het toenemen der koude op nieuw vast te geraken. Het water in de Nogat teekende aan de peilschaal bij Marienburg 0.63 M.

Wel is waar was er in de Weichsel in denzelfden tijd als in de Nogat drijfijs, doch dit ging eerst vastzitten den 5den December bij een waterstand aan de Dirschauer peilschaal van 2.67 M. Bij Montauerspitze ging de Weichsel vastzitten den 6den December bij een waterstand aan de peilschaal aldaar van 1.25 M.

In de laatste dagen van December viel warm weêr in, gepaard met veel regen; daardoor kwam er veel ijs de rivier af, evenwel weinig opperwater. Het in beweging geraakte ijs was in de Weichsel Dirschau en in de Nogat Marienburg voorbij, toen er een strenge koude inviel, die het in beweging zijnde ijs, dat tegengehouden werd, deed vast vriezen en de geheele rivier opwaarts snel met eene ijskorst bedekte. Al het ijs uit de Weichsel van Warschau af had zich nu over eene kleine uitgestrektheid van den stroom vastgezet en vormde een ijsdam, die tegen den ijsgang in het naderend voorjaar met angst deed opzien. Het ijs dat van boven af dreef was den 9den Januarij de Weichsel, die bij Pickel in twee monden verdeeld is, aldus in groote massa opgedrongen, en deed de daar reeds gevormde ijskorst voor zich uit drijven. Dit had slechts plaats tot bij het dorp Palschau circa 9 400 M. beneden Dirschau, alwaar het ijs in verscheidene lagen opeen schoof, en op vele plaatsen van den nog niet genormaliseerden stroom tot op den bodem reikte en zich langzamerhand

zoo vast zette, dat het van boven opgedrongen poolsche ijs opgehouden en belet werd door te drijven.

De geheele Weichsel, van Palschau opwaarts tot Pickel, geraakte zoodoende vol over elkaâr heengeschoven ijs, tot aan de monding van het Weichsel-Nogatkanaal; en moest dus al het van boven afdrijvende ijs door dit kanaal in de Nogat een uitweg zoeken. Zoolang het zacht weêr was, dreef dit langzaam weg, doch toen de koude inviel stopten zich de vele monden van de Nogat en werd er langzamerhand een hooge ijsdam gevormd tot aan de zoogenaamde overlaten der inlaag. Al het afkomende ijs stroomde in den inlaagpolder. Deze was spoedig gevuld tot de hoogte der overlaten en nu zette zich het ijs met het toenemen der koude langzamerhand vast, de Nogat stroomopwaarts tot bij Nickel, van welke plaats af nu door de aanhoudende koude een regelmatige ijskorst op den stroom gevormd werd.

Figuur 2 van plaat 3 geeft eene schets van het beeld van de ijsvlakte en van de wateroppervlakte vóór en na den ijsgang in de Weichsel. Daarop is de lijn van den waterstand voor den eersten ijsgang van den 20sten November 1859, dan de lijn van de oppervlakte der ijsmassa op den 1sten Januarij en verder die na den ijsgang van den 15den Januarij 1860. Uit deze lijnen ziet men hoe groot de opstuwing door de ijsstopping was. Deze werd eenige dagen later grooter, daar het water bij Rothe Bude (tegenover Käsemark) sneller viel dan bij Dirschau en er beneden op den stroom een zoo lage waterstand ontstond, dat alle zandbanken droog lagen. De stoppende massa lag bij Palschau 4.4 tot 5 M. dik, bij Barendter Wachtbude 2.8 tot 3.76 M. dik en bleef dan 2.5 tot 3.14 M. dik tot bij de Dirschauer brug, waar zij afnam tot op eene dikte van 1.9 M. Even boven Dirschau tot Zeisgendorf was evenwel weêr 4.7 M. dik ijs, dat eene dikte bleef houden van 3.8 M. tot bij Gerdien. Van daar nam de ijsdikte langzamerhand af, die bij Klein Montau nog 1.25 M. en bij Clossowo 0.63 M. bedroeg. In de nabijheid van den mond van het kanaal nam de dikte weêr snel toe, bereikte spoedig weêr eene afmeting van 3.8 tot 4.7 M. en boven het kanaal was de ijsdikte bij Montauerspitze zelfs 5.3 tot 6 M., welke dikte weêr spoedig afnam en ter plaatse van de oude stroomverdeeling 0.63 M. bedroeg.

Deze ijsdam van Palschau af en stroomopwaarts bestond uit gezond over elkaâr geschoven ijs, de massa bij Pickel meer uit ijsbrokken. Bij Pickel was deze ijsdikte zoo aanmerkelijk omdat aanvankelijk de beide stroomen vol ijs waren, en er toen tijdens een sterken sneeuwval de rivier opwaarts een dunne ijskorst werd gevormd, en deze voortdurend door het wassende water tot bij Pickel werd opeengedrongen. De ingevallen vorst gaf aan deze ijsmassa zeer spoedig een groote sterkte en maakte de zoo krachtig zaâmgeschoven massa's der Nogat zeer vast.

Men was bevreesd, dat, wanneer in het voorjaar de groote massa sneeuw, gevallen in Polen en in de Karpathen, zou smelten, alsdan het afkomende ijs en het vele water in de mondingen der rivier beneden Pickel, opgehouden zou worden door de ijsdammen en dan zulk eene opstuwing zou vormen, dat het water spoedig over de dijkkruinen zou heen vloeijen. Men kon dit als zeer waarschijnlijk aannemen omdat de dijkkruinen boven Dirschau bij het gaan vastzitten van het ijs slechts 3 M. boven deze ijsoppervlakte uitstaken.

Zulk eene opstuwing zou bij Gross Montau naar alle waarschijnlijkheid geen kracht genoeg bezitten, om de ijsmassa, die eene lengte had van verscheiden mijlen en diep vastgevroren was, voor zich uit te drijven. Daarvan zou het gevolg zijn, dat er een dijkbreuk door overstorting zou ontstaan bij Gross Montau. Wat een dijkbreuk in dit stroomgebied te beteekenen heeft leert het jaar 1855, waarvan de ongelukkige en treurige gevolgen na vele jaren nog niet vergeten waren.

Indien, als gewoonlijk, bij eene vulling met ijs van de Weichsel al het van boven opgedrongen ijs in de Nogat zou stroomen, kon men met zekerheid nagaan, dat er een dijkbreuk boven Marienburg, of, wanneer het ijs in den benedenmond werd opgestuwd, aan beide oevers dijkbreuken moesten ontstaan in de Kleine en in de Groote Werder. Zulke dijkbreuken vooral in de Kleine Werder zouden vreeselijke gevolgen na zich slepen. Hoe gunstig men ook het verloop van den ijsgang kon denken, zoo scheen dit schier onmogelijk, zonder eene dijkbreuk.

De bewoners der landstreek, volkomen bewust van hun benarden toestand, verklaarden zich bereid al hunne krachten te besteden om het gevaar af te wenden. Dit doel kon slechts bereikt worden door het ijs een uitweg te bezorgen door den breeden en diepen Weichselstroom. Was dit geschied en kwam dan het poolsche ijs af, zoo was er voor de Nogat geen gevaar te veronderstellen. Het eenige redmiddel was dus, de ijsstopping in de Weichsel onschadelijk te maken en die in zulk een toestand te brengen, dat zij bij een eersten aandrang van boven zou bezwijken en wegdrijven. Indien men een breed kanaal van Palschau af stroomopwaarts door het ijs maakte, zou daardoor het opgestuwde water een uitweg vinden. Door een open kanaal in deze stoppende ijsmassa was de mogelijkheid gemaakt om het wassende voorjaarswater sneller af te voeren. Gebeurde dat, dan zou de stroom de opstopping wel in beweging brengen en deze zou door een geringen aandrang van boven worden voortgestuwd.

Door een kanaal dwars door de ijsmassa verminderde men aanzienlijk hare kracht als vastliggend geheel. Spoedig werd alles voorbereid om het ijs door mijnen te doen opruimen en daartoe de eerste proef beneden Palschau begonnen. Niet ver van de opstopping was namelijk eene open plaats. Aan het boveneinde der opening werd een begin gemaakt met een kanaal breed 30 M. in de ijsmassa te openen. Het bleek dat het open gedeelte spoedig met ijsschollen zou gevuld zijn en deze niet zouden afdrijven. Er bleef dus niets anders over dan een kanaal te openen, te beginnen bij Neufähr aan den mond van de Weichsel. Dit werk werd begonnen in den avond van den 31sten Januarij.

Het ijs in den stroom van Neufähr tot Bollenbude lag nog zooals het in den aanvang was gaan zitten. Het was gemiddeld dik 39 c.M. In dit ijs werd bij gunstig weêr en zuidenwind snel een 30 M. breed kanaal geopend, waarvan de lengte op den 5den Februarij 15 200 M. bedroeg; het losgemaakte ijs dreef ongestoord naar zee. In den namiddag van den 5den Februarij stak een hevige noordewind op, die aanhield tot 7 Februarij. Hierdoor werd het water in de Weichsel van uit zee hoog opgestuwd, de ijskorst aan de oevers geraakte los en het kanaal geraakte vol met drijvend ijs en was spoedig geheel gesloten. Alle tot nu toe verrigte arbeid was te vergeefs geweest; men moest op nieuw aan de monding beginnen. Het kanaal kreeg nu eene breedte van 110—190 M. en op sommige plaatsen, door het losgeraakte ijs, van 400 M. In het begin ging dit werk naar wensch; den 8sten Februarij was het kanaal gereed over eene lengte van 3 200 M.; den 9den begon een hevige storm, en dit ongunstige weêr duurde nagenoeg onafgebroken voort tot den 19den Februarij. Het losgemaakte ijs dreef niet alleen niet naar zee, maar reeds afgedreven ijsschollen dreven weêr stroomopwaarts. De hevige storm maakte al het ijs dat nog aan den oever zat los, de vorst vormde eene menigte nieuwe ijsschollen, en door groote hoeveelheden drijvende sneeuw stopten zich alle openingen in het kanaal, zoodat weêr alle werk ongedaan was gemaakt.

Het jonge- en het sneeuwijs was veel moeijelijker te verwijderen, dan de oude massa, omdat de werklieden er niet gerust over loopen konden en de uitwerking der moordslagen er op zoo gering was. Dit ijs moest verbroken worden door eene menigte booten die er door heen getrokken werden. Al het ijs in de breede Weichsel van hare monding tot bij den ijsdam bij Palschau was los van den oever geraakt, zoodat de stroom nu geheel ijsvrij moest worden gemaakt. Verscheidene keeren moest men met het werk aan de monding beginnen omdat de aanhoudende noordewind en het sneeuwijs den mond deden verstoppen.

Het losgeraakte ijs werd door den wind naar de oevers gedreven en dit werd daar in de sneeuw gedrukt, zoodat dan de vorst die massa spoedig tot een geheel deed vastvriezen.

Na gedurende eenige weken ontzaggelijk veel moeite te hebben besteed, was men er in geslaagd al deze zwarigheden te overwinnen en was de stroom tot aan de Elbinger Weichsel over eene lengte van 17 000 M. vrij van ijs, en waren vooral bij Eschenkruge en Siedlenfähr korte maar zeer vaste ijsdammen met veel krachtsinspanning en veel tijdverlies opgeruimd.

Den 22sten Februarij was men Rothe Bude voorbij; het ijs van hier tot bij Palschau had zich over eene lengte van eenige meters verzet. In dit gedeelte waren eenige open gedeelten, die voor den voortgang van het werk zeer hinderlijk waren. Een groot nadeel was vooral de lage waterstand in dit gedeelte, waardoor alle zandplaten droog lagen, zoodat het kanaal rondom die zandplaten moest gemaakt worden in het diepere gedeelte van den stroom. Het benedengedeelte van dit kanaal werd 38 M., het bovengedeelte 30 M. breed gemaakt. Op den avond van den 25sten Februarij was er eene lengte kanaal van 12 300 M. stroomopwaarts voorbij het Dantziger Haupt gereed en was men genaderd tot aan de ijsstopping bij Palschau. De volgende dag, een Zondag, was een rustdag; de manschappen hadden dien noodig om hunne klederen te verstellen. Op dezen rustdag viel een hevige storm in, gepaard met sneeuwjagt.

In de nabijheid van Rothe Bude waren weder groote ijsmassa's van den oever losgeraakt, waardoor het kanaal van rigting was veranderd. Al de werklieden moesten nu gebruikt worden om de losgeraakte ijsschollen stuk te maken, 't geen gelukkig den 28sten was afgeloopen. Men maakte het losgaan der vastgebleven ijsmassa's zoo moeijelijk mogelijk en men kon dan eindelijk bij Palschau beginnen een doorgang te maken in de eigenlijke opstopping. Hoe zwaar dit werk ook was, hoeveel inspanning het ook kostte en hoe langzaam het dagelijks ook vooruitging, zoo maakte men in de opstopping toch nog spoediger vooruitgang dan in glad ijs, omdat hier nergens eenige afbrokkeling der kanten te vreezen was, dewijl deze stoppende massa vast lag en door den wind niet verschoven kon worden. Het maken van een kanaal hierin was eene zaak die goede uitkomsten geven moest, terwijl de uitkomst in vlak ijs nog altijd twijfelachtig was.

Den 7den Maart bereikte men de Dirschauerbrug bij eene kanaallengte van 25 380 M. boven het Dantziger Haupt, waarvan 12 311 M. in het stoppende ijs. Den 17den Maart werd de mond van het Pickeler kanaal gepasseerd, 19 308 M. boven de Dirschauerbrug en den 21sten Maart was hieraan nog eene lengte van 2132 M. boven het Pickeler kanaal toegevoegd tot nabij Montauerspitze. Het kanaal was dus lang boven het Dantziger-Haupt 47 kilometers, waarvan 33 K.M. in het digtst opgestopte gedeelte. Van de uitmonding in zee af had dit kanaal eene lengte van ongeveer 64 K.M. De meest benedenwaarts gelegen 19 K.M. hadden eene breedte van 110 tot 190 M., de volgende 4 K.M. 38 M., dan 30 M. tot aan de opstopping, die doorbroken werd met eene 30 M. breede opening tot boven de Palschauer kamp. Vandaar weder opwaarts tot Knieben was het kanaal slechts 22 M., dan tot aan het Pickeler kanaal 30 M. en verder opwaarts 39.5 M. breed. In de laatste dagen, tijdens den arbeid bij Pickel, die door het dikke en diepe sneeuwijs zeer vertraagd was, was het warme weêr ingevallen. Men verwachtte nu elk oogenblik ijsgang en begon men met allen spoed te werken aan de verbreeding van het kanaal bij Palschau stroomopwaarts met eene breedte van 22 M.; bepaaldelijk werd het tweede gedeelte bij Palschau 30 M. breed gemaakt. Den 23sten Maart vertoonde zich beneden Palschau en den 24sten Maart boven Palschau beweging in het ijs. Om ongelukken te voorkomen moesten toen alle werkzaamheden ter verbreeding van het kanaal ophouden en mogten er geen menschen meer op het ijs. Aan de uitmonding was het ijs nog eenige malen vastgeraakt, doch het was steeds met behulp van betrekkelijk weinig arbeiders opgeruimd, zoodat het kanaal den 21sten Maart tot zee open was.

De gevolgen van het opruimen van het ijs waren als volgt.

Toen men met het kanaal Dirschau naderde begon het water hooger op te wassen.

Bij Montauerspitze was het water gewassen van 1—7 Maart 0.38 M. en bleef verscheiden dagen op die hoogte.

Bij Marienburg was het water van 1—7 Maart gewassen 0.366 M. en bleef zoo staan.

Bij Dirschau kon het water slechts wassen van 1—6 Maart, 0.18 M., na dien dag moest het vallen wegens het opengemaakt kanaal, terwijl het bij Marienburg en hoogerop nog wassende was.

In Rothe Bude begon het reeds vroeger, 29 Februarij, te wassen, op welken dag de voet der opstopping aangegrepen werd en bleef aldaar wassen van 1—7 Maart, ongeveer 0.316 M.

Van 7—10 Maart viel het water: bij Montauerspitze 0.04 M.; bij Marienburg 0.026 M.; bij Dirschau 0.26 M. Bij Rothe Bude bleef het wassende tot nog 0.13 M.

In het tijdverloop van 1—10 Maart bleef het water wassen te Palschau, 0.966 M., opgenomen aan eene binnenpeilschaal.

Men had nu een geregelde afvloeijng voor het water, want al had zich het water van Palschau tot Rothe Bude niet zoo gemakkelijk over het vlakke ijs kunnen uitbreiden, dan had toch de open stroom van Rothe Bude den afvoer zeer bevorderd. Hoe langer het kanaal in de stoppende ijsmassa werd, des te heviger werd de stroom in het open kanaal. In de nabijheid van Palschau ontstond eene stroomsnelheid van 3.14 M. in de seconde, zoodat het bijna onmogelijk was met roeibooten tegen den stroom op te komen.

Nadat het kanaal eenige kilometers lang in het ijs was opengemaakt, kon men duidelijk zien dat aan beide zijden stroomingen naar het kanaal ontstonden.

Die stroomingen voerden eene groote hoeveelheid grondijs met zich mede en verminderden daarvan werkelijk de hoeveelheid. Gedurende al den tijd dat men gewerkt had, lag het ijs onder de sneeuw bedolven. Zon, noch warmte konden medewerken tot vernietiging der diep liggende ijsmassa. In de laatste dagen, dat men het ijs liet springen, waren de kanten der voortgebragte stukken nog zoo scherp, de stukken zoo gezond en zoo hard aan hun oppervlakte, dat men duidelijk kon zien dat het vergevorderde jaargetijde niet het minste had medegewerkt tot vertering der massa. In het kanaal werkten evenwel zon en lucht op het water in. Dit werd warmer en veroorzaakte daardoor smelting van het ijs aan de boorden van het kanaal. Als bewijs dat het open kanaal het stopijs tot zich trok, dient dat bij het maken van het kanaal de wanden loodregt in de diepte bleven staan, terwijl men in het laatst van Maart tijdens de verbreeding van het kanaal met een stang geen spoor van grondijs meer kon ontdekken.

Nog nooit was het ijs in de Weichsel in den benedenmond het eerst losgeraakt. Ten gevolge van de uitwerking der ijsmijnen gebeurde dit. Vooreerst dreef de stroom bij een eenigzins verhoogden waterspiegel het ijs stuksgewijs van Rothe Bude tot Palschau af; de stroom werd langzamerhand ijsvrij, beginnende aan den benedenmond. Evenzoo gebeurde het met de ijsstopping, waarvan zich kleine gedeelten loswerkten en afdreven, zoodat eindelijk open water ontstond tot boven Liessau, kort bij Dirschau, terwijl de rivier hooger op nog vast lag.

Aldus was het gevaarlijkste gedeelte der ijsstopping voor den ijsgang vernietigd, en daarmede was het gevaar op de Weichsel geweken. Nu was het nog te bezien, of het kanaal in het ijs bij Pickel zulk eene werking zou hebben, dat de van boven komende ijsmassa niet de Nogat zou indrijven, maar de Weichsel zou afvloeijen.

Den 26sten Maart schoof het ijs tot bij Pickel zamen. De Nogat was van den ijsdam in het Weichsel-Nogat-kanaal tot bij Schönau ijsvrij. Het kunstmatig gemaakte kanaal in de Weichsel was nog open.

Den 28sten Maart des avonds geraakte het ijs in beweging, volgde geregeld de rigting van het open kanaal, ging de monding van het Nogat-kanaal voorbij, even alsof deze niet bestond. De zwakke ijskorst voor de monding van het Nogat-kanaal bleef over het geheel onbeweeglijk vast en het afdrijvende ijs schuurde er een hoogen kant aan. Tegelijk met het afdrijven van deze opeen gehoopte ijsmassa, welke afdreef van Mewe (hooger op bleef de rivier zitten), was het water ongeveer 0.95 M. gewassen. Tot bij Kniebau was het Weichselijs in beweging gekomen, toen het water bij Pickel niet alleen ophield te wassen, maar snel viel. De drijvende massa verloor alle voortstuwende kracht en ging vastzitten. Bij het gaan vastzitten van dit ijs bij Pickel werden de zwakke ijsschollen voor de Nogatmonding gebroken en de Nogat opgedrongen, terwijl het overig afkomende drijfijs van Mewe deze rigting volgde, waardoor de Nogat spoedig tot boven Wernersdorf gevuld was, waarbij het water bij Marienburg tot 5.97 M. steeg. Zoo bleef deze toestand tot den 30sten Maart, zonder dat er van boven groote ijsmassa's afdreven. Op dezen dag steeg het water bij Montauerspitze tot 4.41 M. en deze kracht was toereikend om al het ijs in de Weichsel beneden Piekel in beweging te brengen. Deze rivier werd weêr open, en al het poolsche ijs dreef met spoed af, terwijl de Nogat onbeweeglijk vast bleef zitten.

De zich in de Nogat bevindende ijs- en sneeuwmassa begon te zakken, zonder dat er toevoer van ijs van boven kwam, en belette den afvoer van water zoo sterk dat op den 1sten April de peilschaal bij Marienburg teekende 6.68 M.

De overlaten waren zoo goed als verstopt. Langzamerhand was het ijs zoo ver op elkaâr geschoven, dat het slechts tot circa 4000 M. bovenwaarts van de overlaten vastzat, en toch was deze korte ijsmassa voldoende om het water zoo hoog op te stuwen, dat het op 0.45 tot 0.65 M. de kruin der dijken naderde. Het was nu duidelijk te zien, dat, indien de Weichsel niet open was gemaakt en er slechts weinig meer ijs de Nogat was opgedreven, hier zulk eene opstuwing zou ontstaan zijn, dat er op verscheiden plaatsen overstortingen over de dijken zouden hebben plaats gevonden. Op den 1sten April teekenden de peilschalen:

bij	Montauerspitze	4.49 M.
"	Dirschau	5.28 M.
"	Marienburg	6.68 M.

Van Pickel tot Dirschau was dus een verval van ongeveer 3 M., terwijl terzelfdertijd van Pickel tot Marienburg slechts een verval bestond van 1.1 M. Daardoor stroomde al het afkomend ijs en water naar Dirschau en niet de Nogat op.

Dit zou geen plaats gehad hebben zonder voorafgaande ijsopruiming door middel van mijnen, daar zonder dat de Weichsel niet zoo spoedig van ijs zou zijn bevrijd geweest. Had dit niet plaats gehad en was het verval op beide rivieren even groot geweest, dan zou het water, zich gelijkelijk op beide rivieren verdeelende, in de Nogat zulk eene hoogte van opstuwing bereikt hebben, dat er stellig dijkbreuken zouden zijn ontstaan. De uitwerking der ijsmijnen is dus in alle opzigten van groot nut geweest.

De werkzaamheden tot het aanleggen van ijsmijnen waren de volgende:

In het vlakke ijs werden twee spleten opengeijsd, 31 c.M. breed, als grenzen van het te maken kanaal; in het midden der baan werden driehoekige gaten van 80 tot 95 c.M. zijde gekapt, en daarin werden de ladingen in moordslagen afgehangen. Was het ijs effen, zoo konden deze sleuven worden aangebragt op een onderlingen afstand van 22 tot 30 M.; bij harden vorst, als het ijs goed breekbaar was, bedroeg deze afstand 37 tot 45 M. De moordslagen moesten minstens 2.5 tot 3.1 M. en dieper worden afgehangen; zij veroorzaakten door hunne ontbranding een groote golving in het water, en verbraken voldoende den zamenhang der ijskorst. In de nabijheid der mijnopening werd het ijs in tamelijk kleine stukken verbrokkeld, en gingen vandaar uit eene menigte barsten naar alle zijden, welke door 4 tot 6 concentrische bogen doorsneden werden en het ijs in kleine, gemakkelijk los te maken deelen verbrokkelden.

De uiterste stukken uit de mijnopening waren dikwijls zoo groot, dat zij tegen elkaâr steunden en zoo tusschen de wanden van het kanaal pasten, dat zij niet afdrijven konden. Deze werden dan snel tot kleine stukken gemaakt, doordat er 8 tot 10 arbeiders in eene regte lijn, over het midden getrokken, op gingen staan en dan op kommando te gelijk met sterk met ijzer beslagen ijsbeitels op het ijs stampten, waarop de schol meestal op den 7den, doch altijd op den 10den stoot volgens de rigting der lijn spleet. De ijsschollen werden door eene andere ploeg arbeiders, van bootshaken voorzien,

voortgeduwd en den stroom afgedreven; de werklieden, welke de mijngaten en de spleten maakten, moesten altijd ruim 500 M. vooruit zijn.

Eenige mijlen voor de uitmonding waren verscheidene open plaatsen van verschillende grootte. Hieruit werd dan eene opening in het ijs gemaakt, dan verwijdde zich het kanaal trechtervormig, waardoor het van boven afdrijvende ijs gemakkelijk een uitweg vond. Zulke open plaatsen waren geen voordeel voor den voortgang van het werk; integendeel, zij hielden het op, want aan het benedenwaarts gekeerden gedeelte van zulk eene opening zat het ijs, dat vroeger dit gat bedekte, meestal in dikke lagen opeen geschoven. Al de in het open gedeelte gevallen sneeuw, en al het bij vorst er in gevormde ijs werd door den stroom onder de schollen gedreven, en vormde dikwijls eene tot 3.76 M. dikke en 150 M. lange vaste massa, waarvan de doorbreking en verwijdering vrij wat meer arbeid en oponthoud in tijd vorderde dan wanneer de lengte der open plaats in glad ijs was gemaakt.

In de opstopping van beneden tot Pickel werden drie sleuven of scheuren door de ijskorst geijsd, zij waren breed 50 tot 65 c.M. De middelste sleuf volgde naauwkeurig den stroomdraad of de lijn der grootste di epten de aan weêrszijden hiervan op gelijke afstanden gemaakte gleuven begrensden het te maken open kanaal. In deze beide gedeelten werden de mijnopeningen meestal tegenover elkaâr gekapt. Hierdoor verkreeg men het voordeel, dat men door de uitwerking der mijnen niet zulke groote stukken bekwam, die elkaâr den weg in het kanaal konden versperren.

De afstand der mijngaten onderling was afhankelijk van de massa van het onderliggend ijs en moest nu en dan beperkt worden tot 7.5 en 5.7 M.

Waar het onderliggend ijs regtop stond, moest de eene baan voor de andere worden bevrijd van ijs, omdat men dan uit beide oevers de gevormde ijsschollen kon wegduwen en men ze zoover kon verwijderen dat ze in de werking van den stroom kwamen en die ze kon meêvoeren. In zulke stoppingen viel de stroom nu en dan midden in het geopend kanaal op ongeveer 19 M. van de nog vastzittende massa, kwam, onder door die massa, op bovengenoemden afstand aan de oppervlakte van het water en verdeelde zich dan naar beide oevers van het kanaal. Naar de plaats, waar de arbeiders stonden, was dan zulk een hevige tegenstroom, dat de ijsschollen slechts met groote kracht konden worden weggetrokken. Was de eene helft van het kanaal over eenige lengte van ijs bevrijd, zoo kon de tweede helft gemakkelijker en sneller worden losgemaakt, omdat men dan aan eene zijde reeds open water had, waardoor de losgemaakte deelen spoediger afdreven. Dikwijls moest eene baan in geheel stilstaand water genoodzaakt worden af te drijven.

Nu en dan gebeurde het op plaatsen, waar schollen dik op elkaêr waren geschoven, dat de geheele massa zich zelf ongeveer 1.25 M. opligtte, zonder af te drijven. Dit waren moeijelijke gevallen, want men kon er geen mijnlading meer in aanbrengen, en door het hoog boven water komen der massa, was zij betrekkelijk zwaarder en daardoor moeijelijk te verplaatsen; in zulke gevallen moest men de bovenste ijskorst in stukken hakken en in kleine gedeelten voorttrekken en dan doen afdrijven: was dit bovenste gedeelte weg, dan nam het onderliggend ijs van zelf af en dreef weg. Onmiddellijk na het springen der mijn dreef het ijs nooit weg; eerst moest de bovenkorst verwijderd worden, dan kwam het grondijs in zulke groote hoeveelheden op, dat het kanaal over eene aanzienlijke lengte vol geraakte. Het ijs dat door de uitwerking der mijnen gescheurd was, werd losgemaakt met ijzeren staven, die met het ondereinde in de scheuren werden gestoken en zoo werd door rukken het ijs aan het drijven geholpen; vervolgens werd het door andere arbeiders met behulp van bootshaken voortgeduwd en weggetrokken.

Door de massa gevallen sneeuw waren de scheuren in het ijs moeijelijk te onderkennen. In die gevallen werd er met zwakke ladingen gewerkt, welke minder diep werden aangebragt; daardoor moeten zij digter bij elkander worden aangewend, maar de scheuren waren ook beter zigtbaar.

Het uithouwen der gaten voor het aanbrengen der lading in de stoppende massa was een moeijelijk werk: zij moesten met zoogenaamde stootbeitels (aan lange stangen bevestigde beitels) doorgestooten worden.

Het diep onder water los- en stukgestooten- ijs dreef naar boven en werd er dan uitgehaald. Dit werk moest zoolang duren, dat het gat volkomen ijsvrij was.

De werkzaamheden in het sints den aanvang zittende ijs waren gering, in vergelijking met de moeiten, die het nieuw gevormde sneeuwijs bij Pickel vorderde. De ijsmassa gevormd door aan elkander gevroren ijsschollen, eens in beweging gebragt, bleef in beweging en dreef af. De massa sneeuwijs deed dit evenwel niet. Na het springen der mijn hief de massa zich een weinig op, zat dan eerst flink vast in elkaêr en ligtte de bovenste ijskorst eenige decimeters boven het water. Was deze opgeligte korst met veel moeite verwijderd, dan dreef de zaâmgedrukte massa geenszins weg, maar vormde 1.9 à 2.5 M. diep onder water een omgekeerd gewelf;

dat alle strooming belette, terwijl nu al de verdere werkzaamheden in stilstaand water moesten worden verrigt.

De uitwerking der mijnen op dit ijs was nadeelig. De ontbranding dreef de massa in eene kleine ruimte uiteen, maar preste het binnen den omtrek van cirkels des te vaster zamen. Midden in het mijngat ontstond eene diepte, daaromheen eene verhooging. De ijskorst was verbrokkeld, doch gaf geen goede steunpunten om het met handspaken los te kunnen maken en aangezien geen stroom te hulp kon komen, zoo hielpen zelfs de zwaarste ladingen niet, al werden deze, zoo als later allen, 2.8 M. diep geplaatst. Het meest vorderde dit werk als de gleuven slechts op onderlinge afstanden van 9.4 M. lagen en de geheele oppervlakte werd dan door scheuren op afstanden van 1.25 tot 1.9 M. doorsneden. In deze smalle groeven werd dan een zwaar anker gelegd, waaraan twee touwen werden vastgemaakt, aan wier uiteinden op beide oevers door 60 man werd getrokken, terwijl een andere ploeg arbeiders in de gleuf met zware hefboomen werkte. De kleine ruitvormige schollen werden over het sneeuwijs voortgesleept. Was op deze wijze de oppervlakte van het kanaal over eene lengte van 18 tot 37 M. van de ijskorst bevrijd, zoo werden in het omgekeerde gewelf van sneeuwijs op afstanden van ongeveer 3.75 M. aan beide zijden gaten geboord; in ieder van deze gaten werd eene lading aangebragt en deze dreven dan de massa sneeuwijs om hoog, zoodat die dikwijls na het ontbranden der mijn 1.25 M. boven het ijs uitdreef. Begon zulk eene massa te drijven dan verminderde zij spoedig in afmetingen. Hoe rustiger de onderste massa bleef bij het verwijderen der bovenkorst, des te gemakkelijker was zij later te verwijderen. In de nabijheid van de plaats eener gesprongen mijn was dit veel moeijelijker; bovendien was door de uitwerking der mijn de bovenkorst in zulke kleine deelen gesplitst, dat het anker er niet in vasthield en zij dus niet konden worden weggetrokken. Het verbreeden van het kanaal in sneeuwijs ging veel gemakkelijker. Met dezen zoo moeitevollen arbeid kon men per dag maar een geringe lengte vooruit komen. In 't geheel zijn verbruikt:

1 394	mijnladingen	van 0.935	K. G.
2 464	〃	〃 1.4	〃
3 000	〃	〃 2.34	〃
Zamen 6 858			

De zwaarte der lading werd geregeld naar de omstandigheden. Neemt men nu aan dat het kanaal lang was 64 K.M. zoo zijn per K.M. verbruikt 17 mijnen. In gewoon ijs waren de mijnen van 935 G. lading zeer goed, ook om kleine gedeelten sneeuwijs op te ruimen. In de ijsstoppingen waren die van 2.34 K.G. voldoende. *Zwaardere ladingen zullen in het algemeen niet doelmatig zijn.*

In minder dik ijs, bij voorbeeld om de tweede helft van het kanaal te maken, deden ladingen van 1.4 K.G. goede diensten. Dit werk begon eigenlijk eerst met volle kracht den 15den Februarij bij Neufähr en eindigde den 21sten Maart bij Pickel. Door het ongunstige weêr zijn op het gedeelte Neufähr-Rothe Bude 10 werkdagen verloren gegaan. Was het weêr gunstig geweest, zoo had men het zich voorgestelde doel reeds den 5den Maart bereikt, en waren de kosten een derde minder geweest. Nu bedroegen die kosten ongeveer ƒ 40 000, waarvan moet worden afgetrokken de waarde van voorhanden kruid, kisten en gereedschap, ongeveer ƒ 4000.

Dit werk heeft alzoo gekost ƒ 36 000, en de uitgaaf zou bij gunstig weêr ƒ 27 000 hebben bedragen. Het kanaal gerekend op eene lengte van 64 K.M., zoo hebben de kosten van opruiming bedragen per K. M. ƒ 560 en in het gunstigste geval ƒ 420; een bedrag, gering te noemen met betrekking tot de schade, die door eene dijkbreuk zou veroorzaakt zijn.

---

2. *IJsopruiming in den Nieuwen Oder boven Glogau in Februarij* 1862.

Ten gevolge van de langzamerhand toenemende koude, was de Oder in Januarij bij eene temperatuur van — 13° R. bedekt met eene 26 tot 29 c.M. dikke ijskorst. In het einde van deze maand viel plotseling de dooi in, die, gepaard gaande met zware regens, het ijs in het bovengedeelte van den stroom op den 4den Februarij deed losgaan. Daar de ijsschollen zoo sterk waren en zij in verscheiden lagen over elkander dreven, geraakte deze massa op verschillende plaatsen aan den bodem der rivier vast en veroorzaakte belangrijke ijsstoppingen. Zulk eene ijsstopping had plaats te Maltsch, die al het van boven afdrijvend ijs gedurende weken opstuwde. Het ijs dreef in het begin geregeld af van Maltsch tot Glogau, zonder eenige stoornis te ondervinden, tot den 4den Februarij 1862, toen dit ijs gedeeltelijk bovenwaarts en gedeeltelijk benedenwaarts van de daar ter plaatse aanwezige brug vastgeraakte bij een waterstand aan de Glogauer peilschaal van 2.38 M.

Als eerste oorzaak van deze verstopping moet opgegeven worden de buitengewone vernaauwing van profil van den stroom te dezer plaatse. Het profil der rivier bedroeg gemiddeld iets boven de brug 120 M. en was verminderd tusschen de brugjukken tot 72 M.

Spoedig was de zoogenaamde Nieuwe Oder van de stroomverdeeling bij Weidisch tot aan de Glogauerbrug over eene lengte van 3 400 M. met eene digte ijsmassa gevuld, waarvan het volumen toenam met het wassen der rivier, waarin de waterspiegel den 12den Februarij aan de peilschaal teekende 4.1 M. Toen eindelijk de rivier tot aan het genoemde verdeelpunt met ijsschollen gevuld was, namen de volgende van boven afdrijvende ijsmassa's haren weg door den zoogenaamden Ouden Oder, hoewel deze aan zijn bovenmond door een tamelijk hoog gelegen massive stuw (0.95 M. Glogauerpeil) voor lage waterstanden was afgesloten.

Evenzoo had de waterafvoer van den Oder langen tijd uitsluitend door den Ouden Oder plaats. In den Nieuwen Oder pakte zich de ijsmassa hoe langer zoo vaster zamen, vooral ook toen de waterspiegel van 4.1 tot op 1.9 M. peilhoogte, dus niet minder dan 2.2 M. daalde; tegelijkertijd viel er een strenge vorst in, die de ijsmassa, althans aan haar bovenwaarts gekeerde gedeelte zeer vast maakte.

Dientengevolge was het onderste 3 400 M. lange gedeelte van den Nieuwen Oder voor het grootste gedeelte met eene massieve ijsmassa van 1.57 tot 3.14 M. dikte tot op den bodem gevuld, zoodat beneden dit gedeelte slechts zeer weinig beweging in het water te bespeuren was. In zulk een toestand van den Oder lag zonder twijfel veel bedenkelijks. Al kon men de scheepvaart op het benedengedeelte niet als geschorst beschouwen, en al had er eene aanmerkelijke ijsverplaatsing bij Maltsch plaats gehad, waardoor een ijsgang te wachten was, zoo ontstond toch eene aanmerkelijke verzanding in het met ijs opgestopte gedeelte van den Oder; in welk gedeelte namelijk alle stroom had opgehouden.

Bovendien bestond de mogelijkheid dat de toen nog van boven verwachte groote ijsmassa zich in de nabijheid der waterverdeeling boven Weidisch op het bovengedeelte dezer ijsstopping kon vastzetten, aldaar eene ophooping van ijs en eene opstuwing van water tusschen de beide 600 M. van elkaar liggende bandijken kon veroorzaken, waardoor de mogelijkheid van dijkbreuk kon ontstaan. Deze omstandigheid werd door de koninklijke regering van zooveel gewigt beschouwd, dat door haar het bevel werd gegeven „zoo spoedig doenlijk het ijs boven de Glogauerbrug op te ruimen."

Op grond hiervan had het bestuur van den waterstaat, waaraan de uitvoering was opgedragen, zich ten taak te stellen: „door de genoemde ijsmassa, zooveel mogelijk volgens den stroomdraad, in de lijn van grootste diepte een open vaart te maken tot op den bodem der rivier, breed 26 tot 33 M.", daardoor zou de stroom zamentrekken en in snelheid toenemen, waardoor tevens eene verdieping van het stroombed zou verkregen worden.

Het maken van bovengenoemde opening of gleuf werd aanvankelijk beproefd met ijsbijlen, breekijzers, stootbeitels, handspaken, enz. Men verkreeg daarmede weinig resultaat wegens de groote dikte der ijsmassa. Om de zaamgeschoven ijsmassa op te ruimen zag men zich genoodzaakt over te gaan tot de aanwending van buskruid. Daarvoor waren beschikbaar gevulde houten buskruidkisten, voorzien van granaatbuizen van $\frac{3}{4}$ minuut brandtijd. De lading bedroeg afwisselend van 0.935 tot 7 K.G. buskruid.

Om deze lading te kunnen plaatsen werden, met beitels met lange steelen en lepelvormige schoppen, gaten in het ijs gekapt groot in het vierkant 0.78 tot 1 M. zijde, naar gelang van de mindere of meerdere ijsdikte; deze gaten werden gemaakt tot op den bodem der rivier en alsdan de lading aangebragt, die zooveel mogelijk zijwaarts uit onder het ijs werd geschoven. De granaatbuis was vóór de plaatsing aangestoken. Op deze zaamgepakte ijsmassa, die uit den aard der vorming in een zeer poreusen staat was, had de buskruidlading van 0.935 tot 1.31 K.G. geen of zeer weinig uitwerking, zoodat het niet mogelijk was daarmede het ijs op te ruimen. Had het ijs eene dikte van 1.57 tot 1.9 M. dan was het nog niet altijd zeker dat de uitwerking van ladingen van 3.5 tot 7 K.G. zoodanig was, dat de gevormde ijsbrokken met weinig handenarbeid te verwijderen waren.

Bedroeg de ijsdikte 2.5 tot 3.14 M., dan bleek hier, dat ladingen van 4.7 tot zelfs 7 K.G. onontbeerlijk waren om zulk eene ijsmassa binnen een cirkel van 7.85 tot 11 M. zoo te verbrokkelen, dat men de ijsschollen met behulp van handenarbeid kon verwijderen en doen afdrijven. De vervaardiging van de noodige mijnladingen, na het verbruik der reserve-munitie, geschiedde door het koninklijk artillerie-depot. Hoewel deze vervaardiging plaats had door bekwame handen, en hoewel hierop voortdurend toezigt gehouden werd, bleek toch dat de aanwending der granaatbuizen bij deze mijnen ondoelmatig en gevaarlijk was, even als dit reeds vroeger elders was gebleken. De voorgeschreven brandtijd was namelijk nimmer standvastig, maar dikwijls veel te gering. Niettegenstaande alle voorzigtigheidsmaatregelen ontbrandde eene lading vóór hare plaatsing in de opening, dadelijk na het ontsteken der buis; deze lading bedroeg 7 K.G. en het ongeluk kostte aan een man het leven.

Dit ongeluk en de hierdoor verkregen overtuiging van de onzekere werking van zulke pyrotechnische voortbrengselen deden er toe besluiten om in het vervolg die ontstekingsmethode niet meer toe te passen. Op grond hiervan gebruikte men als ontstekingsmiddel voortdurend de galvanische batterij.

Deze methode is volkomen veilig, maar de ontsteking geschiedt sneller met buizen.

Wat aangaat duur en gevolg van deze werkzaamheden om ijs te doen springen, zoo zij hier opgegeven, dat zij van 5 tot 25 Februarij duurden en toen moesten ophouden, omdat het ijs door inwerking van regen en dooi zoo was verminderd, dat men de opruiming er van in korten tijd te gemoet zag, hetgeen dan ook werkelijk plaats had.

De geheele lengte der opening door de massa gemaakt bedroeg 904 M. met een gemiddelde breedte van 30 M., dat is eene oppervlakte van 27 120 M².

IJsopruiming in den Donau in den winter 1869—70 *door middel van buskruid.*

(Zie plaat 3, figuren 3 en 4.)

In den loop van den winter 1869—70 hadden zich in den Donau, tusschen Tuln en Tischabend groote massa's ijs verzameld, en vormden een zamenhangende ijsvlakte, waarvan de dikte in de maanden Januarij en Februarij dagelijks toenam, zoodat de Donau op enkele plaatsen tot op den bodem was toegevroren.

Men was bevreesd, dat deze ijsmassa zich moeijelijk in beweging zou zetten, maar daarentegen eene opstuwing zou veroorzaken, waaruit overstroomingen konden voortvloeijen, en die groote schade zou kunnen aanrigten aan de bruggen bij Weenen.

Een afdoend middel om het gevaar te ontgaan, zou zijn het maken van een open kanaal in de ijsmassa, in de rigting van den stroomdraad, hebbende eene breedte van minstens 60 M., van Tischabend tot boven Nussdorf, ten einde aan al het drijfijs een vrijen uitweg te geven. Hoewel de stad Weenen, het meeste belang had bij de wegruiming van het ijs, zoo durfde het gemeentebestuur toch niet er toe overgaan, wegens de aanzienlijke kosten hieraan verbonden. Daarom besloot de directie van de k. k. priv. Nordbahn om in haar belang en in dat van het algemeen verkeer, hetwelk door de vernieling van de groote Tabor- en de spoorwegbrug bij Florisdorf eene volkomen stremming zou ondergaan, alles aan te wenden, wat van hare zijde mogelijk was, om laatstgenoemde brug voor een dreigenden ijsgang te vrijwaren.

Als eerste en noodzakelijksten voorzorgsmaatregel voor het behoud der brug beschouwde de spoorweg-directie de bevrijding van de brugjukken van het grondijs, verder het doen afdrijven of verbrokkelen van al het ijs dat zich tusschen de beide bruggen had vastgezet, daar men het als zeer waarschijnlijk beschouwde, dat, als er slechts een was in de rivier van 65 c.M. ontstond, de kleine nog niet afgedreven ijsschollen, van zelf zouden wegdrijven, en dat er dan als er een ijsgang ontstond, waartoe een verhooging van den waterspiegel van 1.25 M. noodig was, het drijfijs voor de brug geen tegenstand zou vinden en die brug met weinig geweld zou passeren en aan haar weinig of geringe schade zou aanbrengen.

Op verzoek der spoorwegdirectie magtigde het ministerie van oorlog het *Militär-Comité* te beproeven om tusschen de groote Tabor- en de spoorwegbrug het ijs te doen springen.

Men wilde eerst de dunste ijskorst door dynamiet opruimen, ten einde daarmede ten 1ste spoedig een gewenscht resultaat te kunnen verkrijgen en ten 2de de noodige gegevens te kunnen verzamelen om de genietroepen te kunnen voorzien van de noodige middelen om in oorlogstijd ijs met dit middel te kunnen verbreken.

Na eerst eenige proeven in het klein genomen te hebben, ging men er toe over de ijskorst los te maken. Hoewel hierbij (in weerwil van de gebruikte zwakke ladingen, voor de veiligheid van de brug) een gunstige uitslag was verkregen, namelijk eene bevrijding van ijs van de ruimte tusschen vier brugjukken, zoo bleek toch dat er nog veel vragen moesten worden opgelost, wat alleen geschieden kon uit systematisch genomen proeven om tot een besluit te komen, wat betreft: *a.* bepaling der lading, *b.* den onderlingen afstand dier ladingen, *c.* diepte van indompeling en *d.* doelmatige aanbrenging en verbinding met de ontstekingsmiddelen.

Intusschen viel de dooi in, en had men geen tijd meer om proeven te nemen, en besloot men om van 19 Februarij af de opruiming te vervolgen met de uitwerking van buskruid. Voor men daarmede voor goed een aanvang nam liet men eenige mijnen springen om de zwaarte der lading te bepalen. De resultaten dezer proeven zijn vermeld in de volgende tabel, en sterkten het voornemen om het ijs met groote ladingen los te maken.

Het ijs was tusschen de beide bruggen (binnen de ruimte *a*, *b*, *c*, *d* der schets) aan de oppervlakte dik 2.5 tot 7.5 M. Onder deze ijskorst, vooral bij de spoorwegbrug, waren ijsschollen en sneeuwmassa's derwijze ondergeschoven, dat men op sommige plaatsen op een diepte van 2.5 tot 2.85 M. en zelfs dieper geen stroomend water bereikte. Men kon bij zulk eene ijsdikte niet rekenen op de hulp van stroomend water na de ontbran-

Nommer der proef.	Plaats	Tijd	IJsdikte (in c.M.).	Waterdiepte (in d.M.).	Springlading. Gewigt (in K.G.)	Cilindervormige bus. middellijn (in m.M.).	Cilindervormige bus. hoogte (in m.M.).	Diepte van het boorgat (in c.M.)	Diepte van het middelpunt der lading onder de ijsoppervlakte (in c.M.).	Opstopping.	Ontsteking.	Uitwerking. Middellijn van de opening (in M.)	Uitwerking. Lengte der scheuren.	Aanmerkingen.
1	Weenen, in den Donau.	16 Februarij 1870.	21	63	1.68	105	210	21	95	Met kleine ijsschollen.	Electrisch.	»	De scheuren liepen door elkaâr, de langste had een lengte van 34 M.	Niet gesprongen, de bus was niet waterdigt.
2			26	60				26	95			1.74		
3			26	63	2.24	118	237	26	110			2.37		Het ijs bestond uit eene opeenstapeling van ijsschollen en bevroren sneeuw.
4			21	66				21	126			2.21		
5			29	57	2.8	123	246	29	126			3.16		
6			26	57				26	126			3.63		
7			24	57	3.36	131	263	24	142			4.42		
8			24	59				24	142			4.9		
9			39.5	meer dan 66	5.6	158	316	39.5	142			5.84		

ding der mijn, zoodat men genoodzaakt was de mijnen zoo diep aan te leggen, dat de uitwerking ongeveer die van een gewone mijn was. Men besloot, bij de te gebruiken ijsmijnen, ladingen te nemen onder de brug van 3.36 K.G., in de nabijheid der brug van 5.6 tot 11.2 K.G. en in den stroom van 16.8 K.G. De ladingen werden gedaan in cilindervormige blikken bussen, voorzien van een hals, wijd 4 c.M., welke met een in was gedoopte kurken stop gesloten werd. Op den buitenomtrek der bus waren twee pinnetjes vastgesmeed om daaraan een stok ter lengte van ongeveer 2.5 M. te kunnen vastmaken; aan deze lat werd op de diepte van indompeling een dwarslat vastgespijkerd; deze lat belette het dieper inzinken der lading en, met stukken ijs bezwaard, het opdrijven. Het middelpunt der lading werd op die wijze op de verlangde diepte onder de ijsoppervlakte aangebragt. Om het afglijden der bus van de lat te voorkomen, werd zij op twee plaatsen er aan vastgebonden. De hoogte der bus bedroeg de dubbele lengte harer middellijn.

De geleiddraden voor de elektrische ontsteking liepen door gaten in de kurk, welke de bus sloot, en waren met de draden der mijnpatroon verbonden; de mijnpatroon was zoo na mogelijk in het midden der lading aangebragt. Nadat de bus gesloten was, werden de naden met gewone getah-pertja of met menie-mastiek digtgemaakt, en werden de geleiddraden aan den stok vastgebonden.

Den 18den Februarij liet men de mijnen 1, 2 en 3 springen, ieder geladen met 16.8 K.G. geweerkruid. Zij waren 1.9 M. diep op 5.7 M. onderlingen afstand en even ver van den ijsrand geplaatst, zoodat men de uitwerking van elke mijn kon nagaan. De voortgebragte openingen liepen in elkaâr, hadden eene middellijn van 6.3 M. en alzoo eene voldoende grootte.

Nu liet men de mijnen 4, 5, 6 en 7, in twee rijen aangelegd, springen; die rijen waren 8.5 M. van elkaâr. De uitwerking was bijzonder gunstig, want door het springen dezer 4 mijnen werd eene oppervlakte van ongeveer 1080 M². afgescheurd en losgemaakt.

Om ook de uitwerking van een met 36.4 K.G. geladen springton der voormalige velduitrusting te leeren kennen (om die welligt te kunnen gebruiken) moest de ton 2.53 M. gezonken worden; zij kon evenwel slechts 2.2 M. diep gelegd worden. De trechter, gevormd door de uitwerking, had wel is waar eene middellijn van 15.8 M., ook ontstonden er lange scheuren, doch de uitwerking was niet zoo groot als die van twee ladingen, elke van 16.8 K.G. Bovendien was dit middel bij het gebruik van springtonnen veel duurder, dan wanneer men blikken bussen gebruikte.

Aangezien de Donau van juk 12 tot aan den linkeroever geheel was digtgevroren, en er tusschen juk 2 en 12 maar een betrekkelijk klein gedeelte van ijs vrij was, zoo liet men aanvankelijk slechts zulk eene hoeveelheid afdrijven als ongehinderd onder de brugjukken kon doorgaan, de overige massa ijs werd slechts verbrokkeld en gescheurd. Dit laatste geschiedde op uitdrukkelijk verlangen der

spoorweg-directie, eerst in de rigting van juk 8 van de spoorwegbrug tot juk 24 der groote Taborbrug, opdat bij een onverwachten ijsgang de massa ijs van het Zwarte meer geen tegenstand zou ontmoeten. Hierop liet men in de rigting van juk 9 van de eene naar juk 5 van de andere brug, en volgens den stroomdraad (lijn van juk 13 van *A* naar juk 9 van *B*) 12 mijnen springen. Men eindigde met het ijs te verbrijzelen onder de brug *A* en bij de jukken 12—15.

De groepering der mijnen en het aantal gelijktijdig ontstoken mijnen is in de volgende tabel te zien.

Datums.	Aantal der te gelijk ontstoken mijnen.	Nummers der mijnen.	Lading in K.G. van één mijn.	Lading in K.G. der gezamenlijke mijnen.
18 Febr. 's nam.	3	No. 1, 2, 3,	16.8	50.4
	4	» 4, 5, 6, 7,	16.8	67.2
	1	» 8,	36.4	36.4
19 Febr.	2	» 9, 10,	11.2	22.4
	7	» 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,	16.8	117.6
	7	» 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,	16.8	117.6
	5	» 25, 26, 27, 28, 29,	16.8	84.0
	5	» 30, 31, 32, 33, 34,	16.8	84.0
	5	» 35, 36, 37, 38, 39,	16.8	84.0
	4	» 40, 41, 42, 43,	16.8	67.2
	1	» 44,	5.6	5.6
	1	» 45,	5.6	5.6
	1	» 46,	5.6	5.6
	1	» 47,	3.36	3.36
	1	» 48,	3.36	3.36
	1	» 49,	3.36	3.36
	1	» 50,	3.36	3.36
	1	» 51,	3.36	3.36
	1	» 52,	16.8	16.8
20 Febr.	3	» 53, 54, 55,	16.8	50.4
	3	» 56, 57, 58,	16.8	50.4
	3	» 59, 60, 61,	16.8	50.4
	3	» 62, 63, 64,	16.8	50.4
	6	» 65, 66, 67, 68, 69, 70,	16.8	100.8
	7	» 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77,	16.8	117.6
	8	» 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85,	16.8	134.4
	8	» 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93,	16.8	134.4
	4	» 94, 95, 96, 97,	16.8	67.2
	4	» 98, 99, 100, 101,	16.8	67.2
	4	» 102, 103, 104, 105,	16.8	67.2
	1	» 106,	3.36	3.36
	1	» 107,	3.36	3.36
	1	» 108,	3.36	3.36
	1	» 109,	3.36	3.36
	1	» 110,	3.36	3.36
	1	» 111,	16.8	16.8
	1	» 112,	3.36	3.36
	1	» 113,	3.36	3.36
	2	» 114, 115,	16.8	33.6
	1	» 116,	16.8	16.8
	5	» 117, 118, 119, 120, 121,	16.8	84.0
	1	» 122.	16.8	16.8
		Totaal . . .		1863.12 K.G.

Daar het moeijelijk was de ladingen dieper dan 1.89 M. aan te brengen, en men geen gunstige uitkomsten verkreeg bij minder diepte van aanwending, wegens de dikte der ijsmassa, zoo werden alle ladingen van 11.2 en 16.8 op eene diepte van 1.89 M. gehouden; de onderlinge afstand der mijnen 9—17 bedroeg 11.4 M. en daar met dezen afstand de resultaten nog gunstig waren, zoo werd die afstand voor de mijnen 18—43, 52—105, 114—121 op 15.17 M. bepaald. De beste uitwerking gaven de navolgende mijnen:

Nummer der proef.	Plaats	Tijd	IJsdikte (in c.M.)	Waterdiepte (in d.M.)	Springlading. Gewigt (in K.G.).	Cilindervormige bus. Middellijn (in m.M.).	Cilindervormige bus. Hoogte (in m.M.).	Diepte van het boorgat (in c.M.).	Diepte van het middelpunt der lading onder de ijsoppervlakte (in c.M.).	Opstopping.	Ontsteking.	Uitwerking. Middellijn der opening (in M.).	Uitwerking. Lengte der scheuren.	Aanmerkingen.
48	Weenen, in den Donau.	18 tot 21 Februarij 1870.	37	5.7	3.36	131	263	37	126	Geene.	Elektrisch.	4.74	8.9	Het ijs bestond uit eene opeenstapeling ijsschollen en bevroren sneeuw.
49			37	5.7				37	158			5.85	8.9	
45			37	5.7 meer dan	5.6	158	316	37	189			6.30	8.9	
9			47	5.7 meer dan	11.2	200	400	47	189			6.9	12	
111			63	5.7	16.8	230	460	63	189			11.38	19	

Onder deze mijnen waren er eenige, die niet ontbrand-

den. Zoo weigerde in de groep 18—24 de mijn 21 wegens het te gering aantal draaijingen met den ontstekingstoestel. Bij het draaijen werd namelijk plotseling opgehouden en eerst na vijf nieuwe slagen werden de ladingen ontstoken. De uitwerking werd ook niet naauwkeurig opgenomen, omdat het ijs met de mijn 21, welke men er uithaalde, afdreef. Van de vijf mijnen uit de groep 25—29 bleven er drie zitten; daarvan zonk n°. 26, terwijl 25 en 28 weigerden. Niettegenstaande dit was de uitwerking boven verwachting gunstig, omdat de mijnen 27 en 29 het gedeelte ijs, de oppervlakte ijs die door vijf mijnen moest verbrokkeld worden, deden afdrijven. De ladingen der mijnen 25 en 28 werden uit het water gehaald en defect bevonden. Van de groep 30—34 sprongen slechts twee mijnen. Bij onderzoek bleek dat de lading 31 van de staaf was losgeraakt en gezonken was; in de buis van 34 was een geleiddraad gebroken, evenwel was de mijn 32 volkomen in orde. Er werden drie nieuwe ladingen in de plaats gebragt en ontstoken, waarop het ijs in de gewenschte hoeveelheid wegdreef. Van de groep 86—93 ontploften 92 en 93 niet, 92 was slecht gesoldeerd en daardoor niet waterdigt. De lading 93 werd aangestoken en ontplofte, 92 moest vernieuwd worden.

Onder de ladingen 94—101 weigerden de 4 laatste, omdat water was binnengedrongen in de buis van 98. Deze ladingen werden den volgenden dag door andere vervangen en toen ontstoken. Bovendien ontbrandden niet de ladingen 102, 103 en 114, waarvan het kruid vochtig was en dus niet ontstoken kon worden.

De elektrische patronen bleken uitmuntend te zijn; zij waren reeds 10 jaren oud. Als ontstekingstoestel gebruikte men Ebner's cilinder-apparaat; dat stond steeds op het ijs, zonder iets aan deugdelijkheid te verliezen.

Hieruit blijkt dat de oorzaken van weigering niet moeten gezocht worden in de hoedanigheid van patronen, noch in de geleiddraden (een geval uitgezonderd), maar in de slechte zamenstelling der bussen, van welker waterdigtheid men zich, wegens gebrek aan tijd, niet kon overtuigen. De bodems der bussen moeten van sterk materiaal worden vervaardigd en van een rand zijn voorzien, opdat bij het gebruik de bodem niet beschadigd worde.

Ten slotte zij opgegeven, dat in 22 werkuren door 20 werklieden met ongeveer 2000 K.G. buskruid eene ijsvlakte van 14400 M². werd genoodzaakt af te drijven en eene oppervlakte van 21500 M². in zamenhang werd verbroken.

Gaarne had ik aan de beschrijvingen dezer ijsopruimingen toegevoegd bepaalde gegevens voor ladingen, verkregen uit de proeven, genomen in Februarij jl. op de Nieuwe Merwede; dit is mij evenwel niet goed mogelijk: uit de opgaven in de rapporten in de Staats-Couranten van 18 Februarij en 15 Maart is niets bepaalds op te maken (*).

Naar mijn bescheiden oordeel, gegrond op de uitkomsten der bovenbeschreven ijsopruimingen, zijn de daar aangewende mijnen of torpedo's veel te kostbaar en de ladingen veel te zwaar.

Ladingen, die ijsbrokken hoog opwerpen, zijn te groot.

Omtrent de uitwerking wordt gezegd: „zij veroorzaakten op grooten afstand een duidelijk voelbare dreuning en schudding van den grondslag en der daarop gelegen kade langs den regter oever." Zulk een dreuning of schudding kan wel nimmer een gunstige uitwerking hebben op waterkeeringen.

---

c. Beschrijving van gereedschappen.

De gereedschappen, wier beschrijving hier volgt, zijn aangewend bij de opruiming van het ijs in de Weichsel in het voorjaar van 1860.

Plaat 4, figuren 1 en 2. *Een meetstok* om de dikte van het ijs te kunnen meten.

Om met deze lat de dikte van het ijs te meten moest het gat, dat in de stoppende ijsmassa werd gekapt, een middellijn hebben van minstens de lengte van de dwarsriggel. Als de ijsmassa eene dikte had van ruim 5 M. was dat zeer moeijelijk. In dergelijke gevallen bediende men zich met vrucht van een dunne lat, aan wier ondereinde een breed, plat vlak was bevestigd. Deze lat, met haar ondereind in het gat gestoken, kreeg eene schuddende beweging zoodra haar ondereind in den ijsvrijen stroom reikte. Zulk een gat was in korten tijd gekapt.

Figuren 3 en 4. *Een ijsbijl.*

Het verstaalde blad van de ijsbijl is van achteren haakvormig opwaarts gebogen om daarmede de losgemaakte ijsschollen van de bovenste ijskorst gemakkelijk te kunnen pakken en uit het gat of uit de scheur te kunnen trekken. De steel moet eene lengte hebben van 1.5 tot 1.9 M. om den slag van de bijl hevig te doen zijn; tevens bespaart men daardoor den werklieden de zoo moeijelijk vol te houden gebogen houding, welke bij bijlen met korte stelen moet worden aangenomen. Met bijlen met zulke lange stelen konden de

(*) Deze verhandeling is ingezonden in September 1871.

arbeiders 11 à 12 uren achtereen werken, met eene rust van slechts 1 uur; gebruikten zij bijlen met korte stelen, zoo waren zij na een tijdsverloop van 4 à 5 uren dood moede.

De bovenste sterke ijskorst was in korten tijd doorgehakt, omdat er altijd twee arbeiders te gelijk werkten, waarvan de eene regts de andere links. Het ijs, tusschen beide houwen begrepen, sprong van zelf door den slag weg, zoodat men op die wijze gemakkelijk eene gleuf kapte, die van boven breed was ruim 3 en van onderen 1 à 2 d.M. Moest deze spleet verbreed worden zoo was dit spoedig door eenige houwen geschied. Aan de steel van de bijl was een touw bevestigd, hetwelk de werkman met een strik om den arm had, opdat de bijl bij het ontvallen niet in het water zou verloren gaan.

Figuren 5 en 6. *Schoppen.*

Gewone houten schoppen, die hoofdzakelijk gebruikt werden om het drijvende ijs in de gehakte spleten of mijnopeningen uit te werpen.

Figuur 7. *Een wig.*

Van zwaar beukenhout gemaakt, voorzien van een sterk ijzer beslag, zooals in de figuur te zien is. Het blad was verstaald en stomp geslepen. Zij werden gebruikt om de scheuren, door het ontbranden der lading in het ijs ontstaan, te verwijden en deden ook uitstekende diensten bij het stuk stooten van groote ijsschollen.

Sterke ijsschollen werden gemakkelijk volgens eene te voren bepaalde lijn gespleten. In de rigting dier lijn plaatste zich eene ploeg werklieden op de schol en beukten op kommando met dit werktuig op het ijs. Na weinige stooten spleet de schol volgens de bepaalde rigting. Dit werk was veel gemakkelijker en ging spoediger voort als de ijsschol dreef.

Figuur 8. *Een breekijzer.*

Dit is op dezelfde wijze gemaakt als bovengenoemde wig, alleen was de steel wat langer en van berkenhout vervaardigd. Door zijn groote zwaarte vorderde het altijd twee man om er mede te werken. Zij werden gebruikt om de in den omtrek losgemaakte ijsschollen, die nog aan de onderste massa waren vastgevroren, aan het drijven te brengen. Zij werden daartoe in de scheuren gestoken met het beslagen einde en aan het andere einde werd gewrongen. Terwijl zulke ijsschollen met bootshaken geduwd en getrokken werden, geraakte de bovenste korst vrij en ging drijven.

Dit werk was doorgaans zeer moeijelijk en vorderde veel tijd en inspanning.

Figuur 9. *Een stootbeitel.*

Een stootbeitel is een zware beitel, bevestigd aan een lange dunne dennen spar. Hij wordt gebruikt om het ijs op te ruimen, dat, nadat de bovenkorst is weggenomen, de plaats, waar de mijnlading moet worden aangebragt, stopt. Verscheiden arbeiders stooten daartoe te gelijk in de opening op de stoppende massa. Het vrij gemaakte ijs, dat komt boven drijven, wordt met de schoppen verwijderd; men gaat hiermede voort totdat het gat geheel vrij van ijs is. Daarna brengt men snel de lading aan.

De arbeiders hebben dezen stootbeitel met een touwen strik om het lijf bevestigd, opdat, wanneer de schol onverwacht in tweeën spleet, hij door het uitschieten niet zou wegzinken in de diepte.

Figuur 10. *Stok met haak.*

Deze bestaat uit een greenen of dennen stok, aan welks ondereinde een ijzeren staaf is bevestigd, die in een oog eindigt. Het ijzer moet zeer taai en buigzaam zijn. Dikwijls gebeurt het, dat de houten stok door de uitwerking van het kruid breekt, of dat hij door drijvende schollen wordt gebroken; daardoor zou men steeds het ijzeren ondereinde verliezen. Het is dus doelmatig hieraan een touw te bevestigen. Proefondervindelijk is gebleken, dat een groenhouten staaf van ongeschild wilgenhout het langst duurt; een zelfde staaf van zulk hout werd soms bij de aanwending van 60 ladingen gebruikt.

In plaats van zulk een staaf met oog, kan men een ijzeren staaf gebruiken, waaraan op 5 c.M. van het ondereinde een kogeltje is aangesmeed, om daaraan de lading te kunnen hangen. Het ander uiteinde van zulk een staaf kan bevestigd zijn aan een plaatijzeren schoen, waarin spijkergaten zijn uitgespaard ter bevestiging.

Het gedeelte van die staaf, waar zij aan de schoen bevestigd is, kan een middellijn hebben van 13 m.M., weder spits uitloopende tot aan het andere uiteinde, waar de middellijn kan bedragen 5 m.M. De schoen is dan lang ongeveer 1 d.M. en de ijzeren staaf daaraan ruim 3 d.M.

Bij gebrek aan deze gereedschappen kan men zich eenvoudig bedienen van een houten stok, in welks ondereind een of twee spijkers zich bevinden, sterk genoeg en zoo ver uitstekende, om er de lading door middel van een touw aan te kunnen hangen.

Figuur 11. *Dwarslat voor den stok met haak.*

Deze is van berken- of beukenhout en wordt aan den stok geschoven en daaraan vastgeschroefd met behulp der beide vleugelmoeren. Die stok wordt, in het water ingezonken tot aan deze dwarslat; de diepte van inzinking hangt af van de sterkte der lading en van de dikte van het ijs.

Figuur 12. *Bootshaak.*

Zij is van de gewone bootshaak onderscheiden door de plaatsing van punt en hak, welke zoo zijn aangebragt om het ijs gemakkelijk te kunnen voortduwen en te kunnen trekken. Beide punten zijn verstaald.

Bovendien is zij van grooter afmetingen dan de gewone bootshaak.

Ontstekingsmiddelen en mijnkisten.

De wijze, waarop men het eerst het buskruid aanwendde om ijs op te ruimen, was in projectielen; men liet deze projectielen onder het ijs brengen, hetzij zonder omkleedsel, hetzij in een houten kistje. We vinden daarmede proeven in Duitschland in 1758 en door Repsold in Hamburg in 1797.

Later werden door den heer Glück proeven genomen om door buskruid de Ill nabij Mühlhausen van ijs te bevrijden, ten einde de aldaar aanwezige gebouwen en bruggen, die met verwoesting bedreigd werden, te redden. Daarover staat in den *Militairen Spectator* van 1835 het volgende: „Ten einde een groot gedeelte van het vermogen van het buskruid niet enkel te verspillen tot het vaneen rijten van den ijzeren zijwand of ring van de granaten, en nog meer tot vermindering der kosten, heeft de heer Glück daartoe, te regt, het buskruid naar eene andere wijze opgesloten, namelijk in bolronde en cilindervormige digt inéengerolde omkleedsels van bordpapier, waarvan de blijvende tusschenruimten of holligheden, ruim $\frac{3}{4}$ van het volumen uitmakende, met buskruid gevuld worden, en welk springwerktuig moordslag (marron, Kanonenschlag) genaamd, even als de granaten, met een' langen stok of dunne spar onder het ijs geduwd wordt, nadat eene in de buis bevestigde en onder water brandende lont of sas ontstoken is.„

In Duitschland heeft men een uitgebreide toepassing van deze moordslagen gemaakt. In vele handboeken over artillerie-wetenschappen is hunne vervaardiging voorgeschreven; zoo lezen wij in Schuberg's *Handbuch der Artillerie-Wissenschaft:* „De beide openingen van verscheiden lagen vast over elkaâr met behulp van den rolstok vastgerolde hulzen, worden met houten spiegels gesloten; door eene opening in één dezer spiegels wordt de springlading aangebragt, in den anderen spiegel bevestigt men de ontstekingsbuis.„

Bij alle belangrijke ijsopruimingen in Pruissen vinden we de aanwending dezer moordslagen, met ladingen van 0.467, 0.935 en 1.403 K.G.

In den lateren tijd zijn zij vervaardigd van plaatijzer, en zijn in de magazijnen voorhanden, zoodat men te allen tijde gereed is, hulp te kunnen bieden.

In de figuren 13, 14 en 15 zijn zij voorgesteld zooals ze in Pruissen reglementair zijn vervaardigd. De kisten zijn van plaatijzer vervaardigd; die voor eene lading van 0.467 K.G. heeft een konischen, de andere een cilindrischen vorm; zij bestaan uit den mantel *A*, het daarop gesoldeerde deksel *B* en den vastgesoldeerden bodem *C*. Het deksel draagt den hals *D;* de bodem bevat het vulgat *E;* de hals dient tot aanbrenging van de buis; het vulgat is bestemd om daardoor de lading er in te brengen, en wordt met eene kurk gesloten. Op den hals is een rand vastgesoldeerd, welke ter bevestiging der bepakking dient.

Deze bepakking wordt aangebragt zoodra zij vervoerd moeten worden, omdat het onmogelijk moet zijn dat de buis door eene onvoorzigtige en onachtzame behandeling in den moordslag wordt ingedrongen. Deze bepakking is evenwel altijd aangebragt bij diegenen, die in handen der burgerbeambten worden afgegeven. Zij bestaat uit eene reep, zoogenaamd Amerikaansch leder, breed 4 d.M., lang 16 c.M., die met drie omwendingen van fijn bindgaren in de gleuf van den kop der buis of boven en onder den rand van den hals der kist vastgebonden wordt.

Alvorens deze bussen te laden moet men onderzoeken of de naden goed digt zijn gesoldeerd en of de hals de juiste afmetingen heeft. Dit laatste onderzoekt men het beste met de buis zelf, die er gemakkelijk tot aan den ring onder den kop moet inschuiven, doch er ook volstrekt niet in moet kunnen schudden.

Daarna wordt de buis verkit. Dit verkitsel bestaat uit 3 deelen asphalt, 2 deelen terpentijn en 1 deel gele was. Deze bestanddeelen worden onder elkaâr gesmolten, waarbij er vooral op moet gelet worden dat de warmtegraad niet te hoog stijgt. Let men hierop niet, dan wordt het verkitsel te broos. De buizen worden aan den hals warm gemaakt, waarbij de temperatuur niet zoo hoog mag stijgen dat het soldeer smelt. Daarna wordt de buis zoover in den hals geschoven tot zij er 1.5 m.M. boven uitsteekt. Men giet het warm verkitsel dat vloeibaar is geworden in den ring onder in den kop van de buis, waarbij de buis zoo gehouden wordt dat de kop benedenwaarts is gekeerd; daarna drukt men de buis tot aan den rand van den hals tegen het hout van den kop. Daarna snijdt men met een mes het uitpuilende verkitsel er af.

Aldus vervaardigd worden deze ijzeren moordslagen in depots opgelegd en bewaard. Als de bussen eene bepakking bekomen, dan geschiedt dit bepakken voor dat men de lading er in doet. Men legt de reep leder glad om den kop der buis, en bindt haar vast in de groef

in den kop: dan legt men een band onder den rand aan den hals van de bus, waarbij men het leder vast aantrekt; de derde band wordt boven dezen rand gebonden.

Door een blikken trechter brengt men door het vulgat de lading in de bus; tijdens het inbrengen van het buskruid moet men de bus schudden. Daarna wordt het vulgat met een naauw sluitende kurk gedigt. Als de kurk goed vast is aangedrukt, wordt het overschietende einde glad afgesneden en met verkitsel bestreken.

Houten buskruid-kisten.

Deze bestaan meestal, zooals in de figuren 17, 18 en 19 in doorsnede en in figuur 20 in perspektief is voorgesteld, uit houten kisten van kubieken vorm. De afmetingen der kist regelen zich naar de hoeveelheid kruid. Die binnenwerksche lengte is $x = 0.1031$ M. $\sqrt[3]{}$ lading.

De kist wordt gemaakt van planken, dik 25 à 30 mM., met houten nagels vastgespijkerd. In de zijwanden zijn sponningen uitgespaard om deksel en bodem te kunnen bevestigen. De naden zijn gekalefaterd en overstreken met eene laag pek (16 deelen pek, 1 deel was en 1 deel teer). Het deksel, bestemd ter bevestiging der buis, wordt ook waterdigt er op gemaakt. De naden worden ook inwendig met pek bestreken, wanneer de aan te wenden buis groote afmetingen heeft, b. v. bij de galvanische ontsteking. In andere gevallen moeten zij waterdigt worden gemaakt, door een naauwkeurige sluiting.

Behalve deze inwendige beschutting verkrijgt de kist nog eene uitwendige, vochtwerende huid. De met de ontstekingsbuis reeds voorziene kist wordt namelijk met twee over elkander kruisende lagen bindgaren omwikkeld en dan in warm vloeibaar pek gedompeld, wat afgekoeld zijnde een waterdigte huid vormt, terwijl de omwikkeling ten doel heeft eene betere aanhechting van het pek en een grooteren weêrstand biedt aan het buskruidgas dan een eenvoudige kist. Daardoor verbrandt het buskruid volkomen en vormt een grooter volumen gas, wat een hoofdvereischte is om gunstige uitwerking te verkrijgen. Om de kist gemakkelijk in het pek te kunnen doopen, om het vervoer gemakkelijker te maken, en tevens om haar gemakkelijk te kunnen aanwenden, maakt men er twee touwen in den vorm van lissen aan. In plaats van touw kan men nemen ijzerdraad, wat men gebruiken moet bij buizen of ontstekingsmiddelen, die met een vlam branden. Buskruidkisten op die wijze gemaakt kunnen hare lading jaren achtereen droog houden, zelfs op niet drooge plaatsen, zoo als onder den grond, in overwelfde kelders, enz. bewaard wordende.

In plaats van zulke kisten kan men ook gebruik maken van linnen zakken, blikken bussen, flesschen, enz. Natuurlijk is hierbij waterdigtheid eene hoofdvereischte. Linnen zakken bieden evenwel te weinig weêrstand aan het ontbrandende kruid, die lading brandt niet volkomen op en de uitwerking is voor zware ladingen niet voldoende.

Blikken bussen zijn in zulke gevallen aanbevelenswaard, waarin eene indompeling van eene brandende lont in het water te vermijden is. Op de buis of flesch wordt dan een koker tot boven het water reikende geplaatst, waarin een lont bevestigd is, die het vuur mededeelt aan de lading.

Plaatsing der lading.

Voor het plaatsen der lading heeft men 3 man noodig: N°. 1. bindt de buskruidkist aan den stok met haak; N°. 2. houdt dezen stok met haak vast; en N°. 3. ontsteekt de lading.

De werkzaamheden zijn in figuur 21 eenigzins aanschouwelijk voorgesteld. In de ijskorst, die men opruimen moet, en in de stoppende ijsmassa daaronder wordt een gat gemaakt. De kist wordt aan den stok met haak bevestigd door middel der lissen. Bovendien wordt hieraan een zwaar voorwerp gebonden, en een touw. Dit touw wordt eenige malen om den stok geslagen en door een man op ongeveer 15 à 20 pas van de opening vastgehouden. Dit touw dient om den haak na ontploffing der lading er weder uit te kunnen halen. De verzwaring heeft ten doel de lading diep in het water te kunnen aanbrengen en om te voorkomen, dat zij door den stroom tot digt onder de ijskorst worde opgeligt. Het komt er namelijk op aan, om aan den kegel water die in beweging wordt gebragt voor eene bepaalde lading de grootst mogelijke hoogte te geven. In de meeste gevallen zal men de lading op den bodem moeten brengen. In de gegeven afbeelding is verondersteld eene ontsteking door elektriciteit; daarom zijn er twee draden geteekend van uit de kist tot op de ijskorst naar de batterij.

Maatregelen, welke bij de verschillende ontstekingsmiddelen moeten in acht genomen worden, zullen ook daar worden beschreven.

Ontsteking met zoogenaamde granaatbuizen.

Dit middel is het eerste aangewend en is alzoo het oudste, maar ook tevens het meest gevaarlijke. Figuren

24 en 25 stellen voor een gezigt tegen de buis en eene lengte-doorsnede en in fig. 26 ziet men hare aanwending. Deze granaatbuis is die, welke door de Pruissische artillerie wordt vervaardigd; de houten buis is een weinig konisch van vorm, is lang 128 m.M. en volgens hare as over eene lengte van 123 m.M. uitgeboord, inwendig gegroefd met groeven, diep 5 m.M. In deze aldus gevormde uitholling wordt de granaatsas aangebragt en eenigzins vast aangedreven. Die sas beslaat eene lengte van 47 m.M. wezenlijke sas (51 deelen salpeter, 17 deelen zwavel en 32 deelen meelpulver) en heeft een brandtijd van 3 seconde per c.M.; een volgend gedeelte lang 76 m.M. uit enkel meelpulver, hebbende een brandtijd van ongeveer 1 c.M. per seconde. Men moet den geheelen brandtijd proefondervindelijk bepalen en die moet minstens 15 seconden bedragen.

Het spreekt van zelf, dat de brandtijd vermeerdert met het toenemen der lengte van de buis. De gevulde buis wordt van boven met papier digtgeplakt en zoodoende de brandsas beschut.

Moet de buis gebruikt worden, dan wordt haar onderste massieve gedeelte, lang 5 m.M., dat door een kerf is aangegeven, er afgesneden, zoodat de brandsas bloot komt; daarna wordt zij met werk omwikkeld en in de in het deksel aanwezige opening gestoken en de waterdigtheid wordt dan verkregen door dit werk, dat in zoogenaamd harskit (2 deelen venetiaansche terpentijn en 1 deel was) gedoopt is, in de naar boven iets wijdere opening in het deksel is gebragt, en vast aangestampt wordt.

Dit werk wordt dan met pek bestreken, daarover komt de bovengenoemde garenomwikkeling en daarover de laag pek, door indompeling er opgebragt. Bij het gebruik wordt de kist aan den stok met haak vastgebonden, het papier van de buis gescheurd en de werkman houdt den stok in zulk eene rigting dat hij die snel in het gat en onder het ijs kan steken; een ander werkman steekt met een lont of zunder de buizensas aan en zoodra deze ontvlamt doet N°. 1 bovenvermelde beweging.

De hierdoor verpligte snelle verplaatsing en de mogelijkheid dat de buis doorslaat (d. i. dat de ontploffing onmiddellijk volgt op de ontbranding), zelfs bij het meest strenge en naauwgezette toezigt bij de vervaardiging, maakt dat de ontstekingsmethode door dit middel uiterst gevaarlijk is.

Ontsteking met de galvanische batterij.

Deze methode beeft in tegenstelling met boven vermelde alle mogelijke zekerheid. Het spreekt van zelf dat hierbij gebruikt kan worden elke toestel, welke slechts een voldoend sterken stroom geeft.

Het voornaamste deel, dat bij deze ontstekingswijze voorkomt, is de patroon, welke verbinding vormt tusschen lading en batterij.

In figuur 22 is eene doorsnede, in figuur 23 een gezigt boven op de patroon en in figuur 18 is de wijze van aanwending voorgesteld.

Een houten, afgeknotte kegel is uitgehold, zoodanig dat in zijn grondvlak een massieve bodem bestaan blijft, dik 23 m.M. In dit uitgeholde gedeelte wordt een houten klos aangebragt; door deze klos *a* worden de koperen geleiddraden *b* eenige malen heengestoken; van deze koperen draden steken de einden uit, in welke einden knoopen worden gelegd, om het uittrekken te voorkomen. De andere einden der draden loopen op in de afbeelding aangegeven rigting door den massieven bodem van den kegel, en zijn hiervan bevestigd in gleuven, welke daarvoor in het buitenvlak zijn uitgespaard. De draden zijn zoodra zij buiten de patroon uitsteken met getah-pertsja overtrokken.

De beide vrije einden der koperdraden worden in de patroon met een platinadraad (of fijnen staaldraad) *i* onderling vereenigd, en de overige ledige ruimte der patroon gevuld met een ligt ontbrandbare sas *l*, zoodanig dat zij nog gesloten kan worden met een juist passende houten stop. Als ontstekingssas kan hier fijn kruid, meelpulver, enz. genomen worden.

Bij deze patronen is evenwel meestal zoogenaamd Oostenrijksch sas het vulsel, bestaande uit gelijke hoeveelheden chloorzure kali en zwavel-antimoon, omdat dit mengsel minder door vochtigheid bederft, overigens snel en ligt ontbrandt en eene krachtige ontploffing, d. i. een groote gasontwikkeling veroorzaakt.

De kronkelingen zijn in de draden gemaakt, omdat zij dan steviger vast zijn en het water niet zoo gemakkelijk binnendringt; voor ditzelfde doel is de kop van de patroon uitgehold en is dit gedeelte met pek volgegoten. De bevestiging dezer patroon geschiedt op dezelfde wijze als bij de granaatbuis is aangegeven. Werk, harskit, touwomwikkeling en eene peklaag vormen ook hier de waterdigte sluiting.

Bij het gebruik heeft de verbinding der aldus vervaardigde en bevestigde mijnpatroon met de batterij plaats door een zoogenaamd *sluitstuk*, waarvan de zamenstelling in de figuur te zien is.

De koperdraden der patroon worden met de in metalen klemmen, naar de batterij geleidende draden die aan een houten klos zijn bevestigd, bij elkaar vastgeklemd. Wordt nu de batterij gesloten, zoo wordt de platina-draad gloeijend, deze ontsteekt de sas, en de ontbranding hiervan werpt de stop uit en doet zoodoende de lading ontploffen. De koperdraden, die naar de batterij geleiden, zijn met getah-petsja overtrokken. Het sluitstuk wordt aan den stok met haak bevestigd daar men het dan na ontbranding der lading terug kan krijgen. Daarvoor is door de houten klos een gat geboord, waardoor het touw of beter het ijzerdraad, gestoken wordt, dat ter bevestiging dient.

De wijze, waarop de lading onder het ijs wordt gebragt, is weinig verschillend van de vermelde. De werkman kan het hier evenwel meer op zijn gemak doen, en kan dus de lading op de plaats, welke de meest gunstige uitwerking toelaat, aanbrengen, en kan dan de draden behoorlijk leggen; daarna wordt op het kommando „*vuur*" de batterij gesloten, waarop de ontbranding volgt.

Indien er eenige mijnen te gelijk moeten ontbranden, is deze ontstekingswijze zeer aan te bevelen; hiervoor wordt slechts vereischt, dat de draad door iedere patroon loopt en dat de platina-draad goed bevestigd is. Deze ontstekingswijze heeft voordeelen boven andere: ten eerste kan men alles bedaard en daardoor goed in orde brengen, ten tweede is de kans van zekerheid voor gelijktijdige ontbranding groot en ten derde kunnen hier bij moeijelijk ongelukken gebeuren.

Niettegenstaande deze voordeelen, zijn er ook nadeelen aan verbonden; het kostbaar onderhoud, de zorg voor draadleiding en toestel, waarom de voorkeur verdient eene onbetwistbaar betere ontstekingswijze, d. i. die met:

Het Bickfordsche vuurkoord.

Het Bickfordsche vuurkoord of patent vuurkoord, ook wel dubbele waterzunder, heeft een middellijn van 5 m.M. en wordt in Engeland en Zuid-Duitschland veel gebruikt om mijnladingen te ontsteken voor het opruimen van rotsen in groote rivieren en bij bergwerken. Het bestaat uit een lont, die eerst omwikkeld is met hennep, en dan met getah-pertsja; het brandt onder water met groote intensiteit en zijn brandtijd is ruim 1 c.M. per seconde. Men kan door de lengte van het vuurkoord den brandtijd bepalen.

Bij den hoogst matigen prijs kan men de lengte ruim nemen.

Bij al de proeven, genomen in de voorlaatste beschrijving der ijsopruiming, is bij eene diepte van 3.1 M. geen enkele weigering voorgekomen.

De verbinding van vuurkoord en lading, zie figuur 19, is zeer eenvoudig.

Het koord wordt door de opening in het deksel in de lading gestoken en van buiten met werk, harskit, touw en pek waterdigt bevestigd. Het einde van het koord in de lading is schuin afgesneden, opdat er een grooter oppervlakte gemeen zij met de lading en alzoo de ontbranding beter zij verzekerd.

De wijze, waarop de buskruidkist aan den stok met haak wordt bevestigd, levert niets buitengewoons op en de wijze van aanbrenging is volkomen dezelfde als die bij de ontsteking met granaatbuizen.

Deze ontstekingswijze zal in het vervolg voornamelijk aangewend worden wegens hare goedkoopte en eenvoudigheid, en wegens de zekerheid van ontbranden, en, als men de lengte van het koord naauwkeurig meet, wegens alle afwezigheid van gevaar, vooral wanneer er een geleikoker is aangebragt van de lading tot boven het oppervlak van het water.

In de verschillende figuren 17—25 beteekent:

a hout, *b* koperdraad, *c* idem met getah-pertsja overtrokken, *d* ijzerdraad, *e* touw, *f* pek, *g* werk, *h* geleitouw, *i* platinadraad, *k* springlading, *l* Oostenrijksche sas, *m* zwavel-salpeter-sas, *n* meelpulver, *o* Bickfordsche koord, (*m* en *n* zamen granaatbuizen-sas).

Uit al het voorgaande zou men kunnen besluiten tot de volgende wijze om ijsverstoppingen op te ruimen.

Zijn er in een stroom plaatsen, waar door de gesteldheid van den oever of van den bodem, door krommingen, door zandbanken of door stroomvertakkingen, bij ondervinding blijkt dat de rivier spoedig met eene ijskorst bedekt is, dan zal men op zulk eene plaats onverwijld de ijskorst die de rivier bedekt door middel van buskruid opruimen.

Daarmede begint men dadelijk als de dooi invalt of als de rivier hooger op van die plaatsen los is en men dus voor een ijsgang bevreesd moet zijn. Men neemt dan het beste als beginpunt het benedenwaarts gelegen gedeelte dezer ijsstopping, waar een open vak is.

Het hoofddoel moet dan zijn — zooals bij alle ijsopruimingen van eenige uitgebreidheid — het maken van een ijsvrij kanaal van voldoende breedte, gelegen in de rigting van den stroomdraad, om het afvloeijen van het drijfijs gemakkelijk te maken.

Is het ijs sterk genoeg om manschappen te dragen, zoo handelt men op de volgende wijze.

Men bakent in bovengenoemde rigting, door schippers of havenmeesters bepaald, een kanaal uit door middel van stokken. Dit kanaal moet eene breedte hebben van 25 tot 40 M. Volgens de boorden van dit kanaal hakt men door de bovenste ijskorst eene sleuf, van boven wijd

ongeveer 3, van onderen 2 d.M.; de op die wijze uitgehakte ijsbrokken duwt men onder de ijskorst of legt ze er boven op.

Kan men over een voldoend personeel beschikken, dan hakt men midden door dit kanaal nog eene sleuf, die veel bijdraagt tot een spoedige en gemakkelijke opruiming. Daarna kapt men gaten in het ijs om de mijnlading aan te brengen. Deze gaten hebben den vorm van gelijkzijdige driehoeken van 8 d.M. zijde; zij keeren hunnen top stroomopwaarts; de ijsschol duwt men stroomafwaarts.

De doelmatigste afstand dezer gaten is 11 tot 15 M., wanneer men door de bijzondere gesteldheid van het ijs niet tot afwijking van deze maat genoodzaakt is; zij verspringen in verband.

Daarna laat men de mijnen springen, beginnende aan het benedenste gedeelte, terwijl er arbeiders werken om de gevormde schollen te noodzaken weg te drijven en de groote ijsbrokken stuk te stooten.

De sterkte van het ijs bepaalt of men gebruiken moet ladingen van 0.467, 0.935 of 1.403 K.G., waarbij opgemerkt wordt dat men een günstige en voldoende uitkomst verkrijgt met ladingen van 467 G. wanneer het ijs dik is 26 tot 36 c.M.

Kan men zonder levensgevaar niet over het ijs loopen, zoo moet men wanneer er benedenstrooms geen voldoende open vakken in het ijs zijn, van uit den oever door loshakken, wegboomen of door mijnen te doen springen, een zoo groot oppervlak van ijs bevrijden, dat men daarin een boot kan vlot maken, en van uit deze boot brengt men dan ladingen onder het ijs, en vormt zoodoende langzamerhand het vereischt wordende kanaal.

Zoodra men een voldoende oppervlakte vrij heeft brengt men een tweede boot te water. Deze boot moet met vier arbeiders bemand zijn, twee daarvan zijn voorzien van bijlen, bootshaken, stoot- en breekbeitels, terwijl de beide andere dienen ter besturing van de boot. Deze tweede boot bevat ook alle reserve-middelen om het ijs door buskruid te doen opruimen, als reserve-lont, stokken met haken, buskruidkisten en geladen moordslagen. De manschappen dezer tweede boot zijn niet alleen bestemd om den arbeid aanmerkelijk te verligten, maar kunnen bij eenig gevaar elkander helpen. De tweede boot moet nimmer benedenwaarts van de boot, welke mijnladingen doet springen, komen, aangezien er dan gevaar bestaat van ontbranding der reserveladingen.

Indien het kanaal in het ijs een aanmerkelijke uitgestrektheid heeft, of indien de capaciteit niet voldoende is, om al het drijfijs geregeld te kunnen afvoeren, zoo maakt men het breeder, beginnende aan den benedenmond; zoodoende kan men het eene breedte geven van 70 tot 80 M.

Heeft er zich een ijsdam in de rivier gezet, d.i. is het ijs aanvankelijk vast gaan zitten, de bovenkorst biedt bovenstrooms tegenstand aan de afdrijvende ijsschollen, deze schuiven onder en op het ijs en zoodoende vormt er zich eene massa ijs, welke soms tot op den bodem der rivier reikt, en soms meters hoog boven de oppervlakte van het ijs uitsteekt.

Zulk eene ijsstopping kan honderde en duizende meters lang zijn.

Om zulk eene massa op te ruimen en af te doen drijven bestaat niet altijd de mogelijkheid, bovendien is het gevaarlijk. Zulk een ijsdam is bovenstrooms niet te bereiken wegens de massa drijfijs en benedenstrooms is het altijd gevaarlijk, omdat er altijd de mogelijkheid bestaat van loslating. Indien men benedenstrooms genoeg open water heeft om booten te kunnen bevatten, zoo is dit voldoende, omdat bij eene losraking van het ijs, booten spoediger door den stroom worden afgevoerd dan ijsschollen.

Van uit deze open plaatsen moet men wederom trachten open kanalen door de stoppende ijsmassa heen te maken.

Het ijs ruimt men wederom op door de uitwerking van het kruid. Men onderzoekt daartoe de massa met visiteer-ijzers en brengt de ladingen aan op de holle plaatsen; daardoor ontstaat de mogelijkheid dat het stroomend water een uitweg zoekt onder door het ijs, en op die wijze het drijfijs medevoert.

Een ruim gebruik van mijnen, welke men gelijktijdig doet ontspringen en wier trechters in elkaar grijpen, zal hier de meest gunstige uitkomst geven. Slechts bij uitzondering zou het geoorloofd zijn hier zwaardere ladingen te gebruiken, omdat het kappen der gaten voor het aanbrengen der lading veel werk vereischt

Al het buskruid, dat aangewend wordt en waarvan de uitwerking is eene uitwerping van ijsschollen, is doelloos en nutteloos verspild.

Ten slotte zou ik hieraan kunnen toevoegen de proeven, die in Januarij 1868 te Oppeln aan den Oder genomen zijn om ijs door dynamiet op te ruimen, en de proeven in het voorjaar van 1869 genomen met lithofracteur bij het bataillon mineurs en sappeurs. Hoe belangrijk deze proeven ook zijn, zal ik ze niet vermelden wegens de uitgebreidheid van dit hoofdstuk.

Onderzoekers verwijs ik naar Erbkam's *Zeitschrift*, jaargang XIX, 1869 (*).

Mogten deze proeven eenige opmerkzaamheid trekken, zoo zou het soms aan proefnemers in de gedachte kunnen komen, het kruid te willen aanwenden, zooals bij bergwerken, vermengd met zaagmeel. Hun voeg ik toe de gevolgtrekking, gemaakt door de kapiteins-ingenieur Hennequin en Maschek, die op 5 en 6 Januarij 1847 daarmede proeven hebben genomen in de stadsgracht te Arnhem.

„Wanneer men de proeven aandachtig vergelijkt, zal men ontwaren dat 5 H.G. kruid, zonder vermenging van eenige andere stof, eene ijsverbrijzeling van circa 1.8 M. in middellijn eens trechters in eene ijskorst van 18 c.M. dikte heeft daargesteld; terwijl, 2 K.G. kruid en vermengd met hetzelfde volumen zaagmeel „van droog dennen of vurenhout, geene ijsverbrijzeling of trechter, maar slechts eene bijna onzigtbare scheuring van 15 M. middellijn in eene ijskorst van 19 c.M. dikte heeft teweeg gebragt, doch dat het ijs bij de uitwerking van laatstgemelde vermengde buskruidlading, zich over eene lengte van 15 M. middellijn ter hoogte van 1 M., in eene bolvormige gedaante heeft opgeligt, en onmiddellijk na de werking van het buskruid, zich weder in zijn primitieven stand op de oppervlakte van het water heeft geplaatst, zoodat men zonder het minste gevaar, even als te voren, de opgeligte ijsoppervlakte begaan kon.

„. . . . . .

Wat hier ook van zij, wij beschouwen tot de ijsverbrijzeling, het aanwenden van buskruid, vermengd met droog zaagmeel van dennen of vurenhout, in dezelfde verhouding van de respectieve volumen buskruid, geenszins aanbevelenswaardig".

VERTALINGEN.

NOTA OVER DEN TOESTAND DER MARITIEME WERKEN TE VENETIE, LIVORNO, SPEZZIA, GENUA, TRIEST, ILE-ROUSSE EN BASTIA, DOOR DONIOL,

ingenieur der bruggen en wegen.

(*Annales des ponts et chausseés*, Août 1870, pag. 137.)

(Platen 6—8.)

De italiaansche havens waren in de middeneeuwen het hoofdtooneel van den europeschen zeehandel; sedert de zestiende eeuw geraakten zij door verschillende oorzaken in verval, zooals de landontdekkingen in den oceaan, de verwoestingen der muzelmansche zeeroovers in de Middellandsche Zee, de ophooping van kapitalen en de ontwikkelingen van allerlei aard in westelijk Europa. Ontegenzeggelijk verheft zich de handel van de Middellandsche Zee meer en meer uit dezen staat van verval; de gemeenschap met de Zwarte Zee, het Oosten en het noordelijk deel van Afrika heeft sedert veertig jaren eene groote vlugt genomen; deze beweging, die te Marseille eene ongemeene uitbreiding van zaken veroorzaakte, heeft zich eveneens in verscheidene havens van het italiaansche schiereiland geopenbaard en de noodzakelijkheid doen erkennen om ze te verbeteren en te vergrooten. Belangrijke werken worden in de havens van Venetie, Livorno, Spezzia, Genua en Triest uitgevoerd of ontworpen; deze nota bevat de inlichtingen, die, op eene vlugtige reize, over den toestand dezer zeewerken verkregen zijn en wordt besloten met eene beschrijving der in aanleg zijnde havendammen van Ile-Rousse en te Bastia.

Venetie. — De haven van Venetie wordt gevormd door eene der lagunen, die voldoende diepte voor de scheepvaart aanbieden (plaat 6, figuur 1) (*): deze lagunen vormen een uitgestrekte wateroppervlakte langs de kust, van gemiddeld 9 K.M. breedte, en van de Adriatische zee gescheiden door eene landtong, lang 46 K.M., breed hoogstens 1.5 K.M. en gemiddeld 350

(*) Deze proeven zijn evenwel reeds medegedeeld in de Verhandelingen van Februarij jl.

(*) *a* levende lagune; *b* doode lagune; *l l l* grens der lagune; *c c* spoorweg; *d* doorgang of zeegat der drie havens; *e* doorgang St. Erasmus; *f* doorgang van den Lido; *g* doorgang van Malamocco; *h* doorgang van Chioggia; *k* mond van de Etsch; *u u* scheidinglijn der lagunewateren; *m m* dieptelijn van 8 M. beneden den laagsten waterstand; *n o* kanaal van Rochetta; *o p* kanaal van Malamocco; *p q* kanaal van San Spirito; *q r* kanaal Orfano; *s* kanaal San Marco; *t* kanaal van de Giudecca.

M.; deze landtong is op de plaatsen, waar de bodem niet uitsluitend uit zand bestaat, bebouwd, en bevat, hoewel slechts weinig boven het oppervlak der zee verheven, verscheidene kleine steden. Vijf natuurlijke openingen of doorgangen, waaraan men te Venetie den naam van havens geeft, doorsnijden deze landtong en vormen eene blijvende gemeenschap tusschen de lagunen en de zee. Deze doorgangen heeten: Drie-havens, San Erasmo, Lido, Malamacco en Chioggia.

De doorgang van de Drie-havens kan bij laagwater slechts gebruikt worden door schepen van minder dan 1.30 M. diepgang. De doorgang St. Erasmus is tegenwoordig verzand en alleen bij hoog water voor vaartuigen toegankelijk. De doorgang van den Lido, die het digst bij Venetie gelegen is en vroeger het meest werd bezocht, kan nu slechts gebezigd worden door schepen van minder dan 2.60 M. diepgang; buiten de lagunen, moeten zij, tusschen onderzeesche zandbanken, eene lange en bogtige vaargeul volgen, alvorens in zee eene eenparige waterdiepte van meer dan 5 M. aan te treffen. De doorgang van Malamocca, de eenige die voor groote schepen geschikt is, is beperkt door dammen, welke hierna beschreven zullen worden. De doorgang van Chioggia heeft eene gemiddelde diepte van 4 M. De ligging dezer doorgangen is nooit veranderd, hetgeen voornamelijk aan de volgende oorzaken moet worden toegeschreven:

1°. de massa's water, die door de mondingen uit zee naar de lagunen en terug worden gevoerd, zijn, door de uitgestrektheid van dezen natuurlijken spuiboezem, belangrijk genoeg om bij elk tij beurtelingsche stroomingen te weeg te brengen, die de vaargeulen op diepte houden;

2e. het verschil tusschen hoog en laag water bij de dagelijksche getijden kan te Venetie tot 1.40 M. stijgen;

3°. de golven loopen over een zeer flaauw hellend strand, ten gevolge waarvan de stormen in het algemeen niet zeer geducht zijn;

4°. op de punten waar de kust eene geringe hoogte en breedte heeft, is zij tegen uitspoeling door de zee beveiligd door weelderig gebouwde steenglooijingen en door beeren; deze werken, die de vorming van nieuwe openingen of doorgangen verhinderen, dagteekenen over het algemeen van de achttiende eeuw en verdedigen de kust over eene lengte van ongeveer 23 K.M.

De naam van doode lagune wordt gegeven aan de nabij het vaste land gelegen gedeelten, welke bestaan uit ondiepe tot vischvangst dienende watervlakten en uit lage gronden, die alleen bij hooge vloeden overstroomd worden en door kanalen en slooten doorsneden zijn. De levende lagune, zijnde die waarin de stroomen onverhinderd werken, is gemiddeld 5 K. M. breed, met eene diepte in den regel van minder dan 2 M. Deze lagune bevriest alleen in zeer strenge winters, en bevat eene menigte natuurlijke en kunstmatige killen, welke laatste veel dieper zijn, voor de scheepvaart dienen en afgebakend zijn door eiken paalwerken, waarvan het onderhoud zeer kostbaar is, doordien zij van den paalworm hebben te lijden.

De vele openingen, waardoor de lagunen in gemeenschap met de zee zijn, veroorzaken, bij vloed, stroomen, die in tegengestelde rigting elkander ontmoeten en bij gevolg vernietigen volgens zones of lijnen, waaraan de naam van Partiacqua gegeven wordt en die op de kaart der lagunen zijn aangeduid. De uitgestrektheid van den boezem, die op elken doorgang uitloopt, wordt door deze waterscheidinglijnen zuiver bepaald. De geheele oppervlakte der lagunen van Venetie bedraagt 52 000 H. A., te weten: 18 400 voor de bassins van St. Erasmus en Drie-havens; 600 voor de stad Venetie; 5 400 voor het bassin van den Lido; 15 000 voor dat van Malamocco en 12 600 voor dat van Chioggia; het bassin van Malamocco bevat 6 700 H. A. levende en 8 300 doode lagune. Eene waterdiepte van 25 M. wordt slechts aangetroffen op meer dan 20 K.M. van het strand; de afstand tusschen den laagwaterrand en de diepten van 12 M. wisselt af tusschen 300 en 7 500 M.

Het dagelijksch verschil tusschen hoog en laagwater, gemiddeld 0.80 M. bedragende, beloopt dikwijls 1.40 M. en is dus in den hoek van de Adriatische zee vrij wat aanzienlijker dan op de fransche kust der Middellandsche Zee; de buitengewoon hooge vloed van 15 Januarij 1867 bereikte 2.38 M. boven den laagsten waterstand. Sterke was van water op de groote rivieren, die in de lagune uitmonden, oefent geen belangrijken invloed op dezen waterstand uit. Bij oosten en noordoosten stormen hebben de golven op de vaargeulen eene hoogte van ongeveer 1 M. terwijl de grootste waargenomene stroomsnelheid daar ongeveer 1.5 M. per seconde is.

In weerwil van den afwisselenden waterstand der lagunen, van de vermenging van zoet en zout water en van de onmetelijke uitgestrektheid der moerassen welke in en nabij de doode lagune worden gevonden, woeden de moeraskoortsen, die op het vaste kustland heerschen, niet in de levende lagune, noch op de eilanden welke zij bevat, noch op de kuststrook, die haar van de Adriatische zee scheidt. Dit feit bevestigt de algemeen verspreide meening, dat een strandmoeras gezonder is naarmate het meer regelmatige gemeenschap heeft met de zee; maar het moet opgemerkt worden dat de venetiaansche archipel in buitengemeen gunstige omstandigheden verkeert; want er is eene digte bevolking en de grond wordt zorgvuldig bebouwd; de vloed is er hoog genoeg om waterverversching mogelijk te maken; de behoeften der scheepvaart hebben de aanzienlijke uitgaven gewettigd, welke vereischt worden voor het onderhoud van de uitgestrekte kuststrook en van ruime en diepe zeegaten; eindelijk zijn de gronden, welke afwisselend onder water staan en droog loopen, in de levende lagune zandachtig, en gevolgelijk weinig geschikt om plantaardige verrotting te ontwikkelen.

De doorgang van Malamocca is de eenige, waarvan de breedte onveranderlijk door dammen is bepaald; hij heeft eene waterdiepte van ongeveer 8 M. en is op de waterlijn 471 M. breed; hieruit volgt, dat voor dit vaarwater een strekkende M. uitwatering overeenkomt met ongeveer 32 H. A. bassin, namelijk 17.7 H. A. doode en 14.3 H. A. levende lagune.

Venetie had aan hare ligging te midden der lagunen eene veiligheid te danken, die in de middeleeuwen zeer zeldzaam was en die eene der voornaamste oorzaken was van haar voorspoed in dat tijdvak. Deze lagunen strekken zich uit tusschen de monden van de Piave en van de Etsch, waarin acht rivieren uitloopen, van welke de Brenta de voornaamste is; het gezamenlijke gebied dezer acht stroomen is zes maal grooter dan de oppervlakte der lagunen. Tusschen de veertiende en de zeventiende eeuw liet de republiek van Venetie kanalen aanleggen om deze stroomen noord- en zuidwaarts van de lagunen te doen uitmonden, ten einde de aanslibbing te voorkomen. Uit dat oogpunt was het zeer nuttig de rivieren derwijze af te leiden, dat al haar water buiten de lagunen gebragt werd; ongelukkig maken deze de eenige natuurlijke uitweg uit bij overstroomingen dezer rivieren, welke als van hooge bergen afkomende zeer aanzienlijk zijn; ook kan men niet toelaten dat de lage strandvlakten van het vaste land in moerassen veranderd worden, die, alleen langs ongemeen lange kanalen, zonder verval, zouden uitwateren. Ten einde aan deze zwarigheden zooveel mogelijk te gemoet te komen werd in 1842 besloten, om de Brenta naar het zuidelijk einde der lagunen te leiden. Men wilde daardoor eenige verbetering in den gezondheidstoestand van het vaste land brengen en tevens zooveel mogelijk de aanslibbing voorkomen in de middenstreek, die begrepen is tusschen de vaarwaters van den Lido en Chioggia, alwaar de geheele scheepvaartbeweging vereenigd is.

Er zijn geen volkomen juiste aanteekeningen omtrent de waterdiepte der lagunen in de middeleeuwen bekend; de diepgang der schepen was toen veel geringer dan tegenwoordig; niettemin is het meer dan zes honderd jaar geleden dat men zich over aanslibbing der lagunen begon te verontrusten, door verschillende oorzaken te weeg gebragt, die op gelijke wijze op de meeste strandmoerassen langs de Middellandsche zee werken. Wanneer de zee woelig is, voeren de golven eene groote hoeveelheid zand aan, dat bij vloed in de lagune stroomt en er bezinkt naarmate de snelheid der vloedstroomen minder wordt, hetgeen zich meer voordoet naar gelang de afstand van het zeegat grooter wordt, omdat het water zich dan over eene groote uitgestrektheid verspreidt en tegenstroomen ontmoet; de snelheid van het water wordt over de geheele uitgestrektheid der lagunen gedurende de tijkentering gering. De aanvoeren van water door de rivieren zijn aanzienlijk; zij bevatten veel slib en verliezen hunne snelheid in dit natuurlijke bezinkingsbassin, waar het water dikwijls wordt tegengehouden door vloedstroomen en door de golven welke door de zeewinden opgejaagd worden; de aanwezigheid van de doode lagune langs den ganschen oever van het vaste land bewijst, dat de zoetwaterstroomen een overheerschenden invloed op de aanslibbing uitoefenen. Het water, dat tijdens den vloed de doode lagune bespoelt, wordt met slib vermengd, die bij ebbe op de levende lagune nederslaat. De beweging der raderbooten veroorzaakt afkabbeling van den steilen oever; de stormen effenen den bodem der levende lagune en werken aldus mede tot verzanding van de vaarwaters, die natuurlijk door de stroomen of kunstmatig door baggering gevormd zijn. Puin, afval en andere uitwerpselen van Venetie en van de andere steden der lagunen bevorderen eveneens de aanslibbingen. Tot dus ver werd de bagger op zekere punten der lagunen tusschen paalwerken gestort, waardoor kunstmatige eilanden ontstonden. De natuurlijke spuijing, door het water bij ebbe verkregen wanneer het naar de Adriatische zee terugvloeit, vermindert in kracht naarmate door natuurlijke of kunstmatige aanslibbingen de inhoud der watermassa vermindert, die in de als spuiboezem werkende lagunen kan geborgen worden: het behoud van het geheele volumen vloedwater is van het grootste belang voor het onderhoud der vaarwaters.

Doordien het ebbewater de overhand heeft boven het vloedwater in verhouding van den aanvoer van zoetwater door de overstroomingen der rivieren, zoo hebben in de nabijheid van het zeegat uitschuringen plaats, welke bij iedere haven een diepe en onregelmatige oppervlakte hebben doen ontstaan, die eene binnenreede vormt. Ongelukkig verliest deze spuijing veel van haar

vermogen op eenigen afstand van den laagwaterrand, doordien de strooming, veroorzaakt door de wateren der lagunen die naar zee terugvloeijen, zich verspreidt en gebroken en afgeleid wordt door den kuststroom, die het zand in de rigting van het noorden naar het zuiden langs het strand mede voert.

Het oudste werk dat over den kuststroom der Middellandsche zee handelt is dat van Montanari, in het laatst der zeventiende eeuw te Venetie verschenen, waarin het bestaan aangenomen wordt van eene voortdurende strooming van de linker naar de regterzijde, voor den met het gelaat naar de zee gekeerden waarnemer. Men heeft inderdaad dikwijls op de venetiaansche kusten een kuststroom waargenomen in de rigting van het noorden naar het zuiden, over eene strook van ongeveer 5 K.M. breedte, en met eene snelheid van 0.06 M. per seconde; welligt wordt de stroom teweeggebragt door de overheerschende noordenwinden. De ontmoeting van dezen kuststroom met den ebbestroom der lagunen heeft ten gevolge eene vermindering van snelheid en daardoor neêrslag van vaste stoffen, die, door het water medegevoerd zijnde, een zandbank vormen van veranderlijke afmetingen en aan de scheepvaart slechts eene bogtige geul aan de zuidzijde van den doorgang overlaten.

Aldus is de zandbank ontstaan van den doorgang van Malamocco, waarvan de vroegere ligging op het plan van die haven (plaat 6, figuur 2) is aangetoond, en waar bij laagwater niet meer dan 3.20 M. water stond. Om de werking van den kuststroom tegen te gaan, had de venetiaansche republiek nollen van geringe lengte en steenbezettingen, in Venetie bekend onder den naam van Murazzi, doen maken; zij konden alleen uit het oogpunt van oeververdediging krachtig werken. De fransche ingenieurs de Prony en Sganzin ontwierpen den aanleg der beide dijken van Malamocco; maar onder het eerste keizerrijk werden slechts de werken van den noordelijken dijk aangevangen. De zaak werd in 1840 wederom opgevat door de oostenrijksche regering, welke eerst de uitvoering van den noordelijken dijk gelastte, volgens de ontwerpen van den heer Paleocapa; indien men tegelijkertijd de beide dijken had aangelegd, zou bezwaar voor de scheepvaart zijn ontstaan; in 1853 werd met den aanleg van den zuidelijken dijk begonnen met het doel om het water, dat de lagunen in- en uitloopt, in een regtlijnig kanaal te vereenigen met voldoende snelheid om door natuurlijke spuijing den bodem uit te schuren. De beide dijken zijn door de Italiaansche regering voltooid: de noordelijke dijk, waarvan de kop van een lantaarn voorzien is, heeft eene lengte van 2 200 M., de zuidelijke is 985 M. lang, met inbegrip van de oude Venetiaansche nol, die er den wortel van uitmaakt. Elke van deze beide dijken, tusschen welke eene ruimte van minstens 471 M. voor de scheepvaart is overgelaten, bestaat uit natuurlijke zinksteen, gevlakt tot het peil van gewoon hoog water: de helling der glooijingen verschilt van 1 tot 2½ in aanleg op 1 in de hoogte. De steen is uit Istrië over zee aangevoerd in schepen, metende 80 à 100 ton, die de steenen op het werk losten en bij slecht weder in de lagunen eene schuilplaats vonden. De steen weegt 2 600 K.G. per M³.; het gewigt van elk blok wisselt af tusschen 1 500 en 4000 K.G. Door den afstand van vervoer is de prijs per M³. van de zinksteen gestegen tot gemiddeld 8 gulden; waarschijnlijk zou men zonder grootere uitgave blokken kunststeen hebben kunnen bezigen van veel grooter gewigt, waardoor men de helling der glooijingen steiler had kunnen maken.

Nadat gedurende vier tot vijf jaar den aanleg van natuurlijke zinksteen heeft laten zetten, wordt daarop een gemetselde muur van 4 M. breedte en 2 M. hoogte aangelegd, van boven met een achtste in breedte verminderende (zie de dwarsdoorsnede van den dijk plaat 7, figuur 5) en aan de buitenzijde geheel met gehouwen steen bekleed. Het bovenvlak van dit metselwerk, ter hoogte van 1.40 M. boven den hoogsten waterstand, is gevormd uit rijen, bestaande beurtelings uit twee en drie gehouwen steenen, waarvan de voegen eenigzins hoekig behakt zijn om den vasten stand beter te verzekeren, door elke rij solidair te maken. Bij den wortel van den noordelijken dijk is, ter wille van militaire behoeften, een uitgestrekt aarden terras gemaakt.

De daarvoor gebezigde grond is verkregen uit de verzamelplaatsen van den bagger voortkomende uit de verdieping der lagune in de nabijheid; het terras is begrensd door den in 1855 voltooiden dijk van Rocchetta. De dijken van Malamocco weerstaan de werking der zee goed, in weerwil van de geringe afmetingen van den zinksteen en der metselwerken, 't geen kan worden toegeschreven aan de geringe kracht die de golven hebben, doordien zij zich op een flaauw hellend strand verspreiden. Het jaarlijksch onderhoud van den noorderdijk, die geheel op zandgrond aangelegd is, vereischt slechts ongeveer 1000 M³. zinksteen, dat is 0.45 M³. per M. dijk.

Uit het oogpunt van regelmatigheid en verdieping van het vaarwater beschouwd, beantwoorden de dijken van Malamocca volkomen aan het doel; de zandbank is uit de geul tusschen de dijken verdwenen, waar eene diepte van minstens 9 M. onder laagwater aanwezig

is, zonder dat eenige baggering noodig was, om dit belangrijk voordeel te verkrijgen en te behouden. Opmerkelijk is het dat de natuurlijke spuijing, wel is waar door een zeer uitgestrekten binnenboezem versterkt, maar alleen veroorzaakt door den vloed die hoogstens 1.40 M. bereikt, zoo krachtig en op zulk eene groote diepte gewerkt heeft; de natuurlijke diepte bij den kop van den noorderdijk is ongeveer 8.50 M. Bij vloed is er een verschil van 0.15 M. tusschen de waterhoogte in het diep van Malamocca en in zee; dit brengt eene zeer zigtbare doorzijpeling van water door den zinksteen der dijken, bij het metselwerk te weeg. De diepte der zee bij de kust is ten noorden van de dijken verminderd; dit is een onvermijdelijk gevolg van den kuststroom, die in de rigting van noord naar zuid loopt; maar de verhooging heeft zich niet geopenbaard buiten de diepten van 5 tot 6 M.

Na den aanleg der dijken van Malamocco, blijft de bodem van de geul van Rocchetta hellende naar zee, terwijl in den natuurlijken staat de waterdiepte er altijd grooter was dan in den doorgang.

Tot dusverre zijn alleen aan den doorgang van Malamocca dijken aangelegd; die van Chioggia is te ver van Venetie verwijderd en die van den Lido ligt op te grooten afstand van die gedeelten, waar de zee eene diepte heeft van 8 M. of meer; ook is de binnenboezem van den Lido kleiner en meer aangeslibd dan die van Malamocco; en hoe grooter de boezem is, des te krachtiger is de spuijing. Men heeft dus met reden voor de groote scheepvaart de voorkeur gegeven aan den doorgang van Malamocca, hoewel door die keuze de vaart door de lagunen met ongeveer 12 K.M. verlengd wordt; onderscheidene havens, bepaaldelijk in Nederland, hebben dit ongerief dat zij op zekeren afstand landwaarts gelegen zijn; men kan daaraan tegemoet komen door eene stoomsleepdienst in te rigten; maar de aanleg van de haven van Malamocca brengt belangrijke baggerwerken mede in de vaarwaters, die van deze haven naar Venetie leiden, met name in de vaarwaters van Rocchetta, Malamocco, San Spirito, Orfano, San Marco en Giudecca; deze beide laatste maken de eigenlijke haven uit voor het laden en lossen der schepen.

De diepte, welke tegenwoordig door middel van baggering op al de geulen moet onderhouden worden, is 5.70 M. beneden laagwater, of 6.50 M. onder middelbaren waterstand; de breedte aan den mond verschilt van 50 tot 60 M. en de gemiddelde helling der taluds is van 3 in aanleg op 2 in hoogte; bovendien worden de meest scherpe bogten afgesneden. De bodembreedte der kanalen verschilt van 120 tot 200 M. voor de geul van Rocchetta en in de andere gedeelten waar schepen moeten verblijven of wenden.

De algemeene rigting der geulen van Rocchetta, Malamocco en San Spirito is van zuid naar noord; maar de hoek van het kanaal Orfano met het kanaal San Marco is zeer scherp, hetgeen de beweging, vooral voor zeilschepen, moeijelijk maakt; het kanaal San Marco heeft daarbij het ongerief van ver van het spoorwegstation verwijderd te zijn. Om dezen toestand te verbeteren wil men het kanaal van de Giudecca verdiepen en in verbinding brengen met een nabij het station aan te leggen dok.

De hoek van het kanaal San Marco met het kanaal Orfano zal afgerond worden; men is begonnen met de geulen tusschen het kanaal Orfano en den doorgang van Malamocco uit te diepen tot 7.20 M. onder laagwater, ten einde eene gemiddelde waterhoogte van 8 M. in die geulen te verkrijgen, terwijl de bodemsbreedte tot 29 M. verminderd zou worden (zie het normaal profil der geulen in de lagune plaat 7, figuur 8); de bodem dier geulen zal gemiddeld 6 M. lager liggen dan de grond der lagunen; de taluds zijn bepaald van 3 in aanleg op 1 in hoogte. Voor deze werken zal ongeveer 4 millioen M³. zand en slijk uitgebaggerd moeten worden. De italiaansche regering heeft de werken tot herstel van het arsenaal te Venetie goedgekeurd.

De beweging in de haven van Venetie heeft in de laatste jaren afgewisseld tusschen 6 en 1 100 000 ton, in- en uitgaande te zamen genomen. Deze stad, welke tegenwoordig 124 000 inwoners telt, is de uitweg naar zee voor Venetie en Tyrol; de Brenner spoorweg over de Alpen zal hare handelsbetrekkingen met zuidwestelijk Duitschland kunnen uitbreiden.

Livorno. — De zeehandel van Toscane is gedurende het grootste gedeelte der middeleeuwen vereenigd gebleven in de haven van Pisa, aan de Arno gelegen op 11 K.M. van de monding dier rivier. De vaartuigen der Pisaners vonden eene wijkplaats in de Arno, of wel in de kleine zeeboezems welke zich aan den mond der rivier bevinden, op de plaats waar thans Livorno ligt, dat in de dertiende eeuw slechts een dorp was. Maar daar de waterdiepte in de Arno gering en veranderlijk is, dient de haven van Pisa tegenwoordig alleen voor den bouw van schepen van geringen inhoud. De oude haven van Livorno is onder de regering der groothertogen van Toscane aangelegd; zij is tegen westenwinden beschut door den van den vasten wal uitgaanden Medicisdam, ter lengte van 785 M. De waterdiepte op den ankergrond vóór dezen dam bedraagt gemiddeld 5 M. be-

neden den laagwaterstand; de oppervlakte, die toegankelijk is voor schepen van meer dan 100 ton, is ongeveer 10 H.A. groot. De Medicisdam is niet toereikend om bij storm stil water in de haven te verzekeren, maar de oude binnenhaven is volkomen beschut; haar ingang, hebbende eene breedte van 21 M., kon met ijzeren kettingen gesloten worden; zij is 160 M. lang, 92 M. breed, en heeft eene waterdiepte van 3 tot 6.20 M. Daarenboven hebben de oude haven en de binnenhaven gemeenschap met het koninklijk kanaal en met het kanaal van Venetie (zie het plan der haven van Livorno, plaat 7, figuur 4) (*); deze binnenkanalen ter gezamenlijke lengte van 3 K.M. verschaffen veel gemak voor het lossen en laden van schepen.

Deze gesteldheid heeft den grond gelegd voor den voorspoedigen handel van Livorno; maar zij werd onvoldoende bij de ontwikkeling der zeil- zoowel als der stoomvaart en bij den meerderen diepgang der schepen, die er het gevolg van was. Ter verbetering van den toestand der haven ten opzigte van de zeevaart en ter vergrooting van zijne ruimte, heeft de fransche hoofdingenieur Poirel, die door den groothertog van Toscane met het bestuur der werken te Livorno belast is, den regtlijnigen dam en den gebogen zeebreker ontworpen; hij heeft het grootste deel dezer werken doen uitvoeren, welke door de ingenieurs van het koningrijk Italie voltooid zijn.

De regtlijnige dam, ten noorden van de oude haven in de rigting van het zuidwesten geplaatst, is aangelegd op vrij geringe diepte, namelijk op 5 M. aan het zuidwestelijk en 3 M. aan het noordoostelijk hoofd. Het noordoostelijk einde van dezen dam is over eene lengte van 100 M., geheel van natuurlijken zinksteen gebouwd; het overige bestaat uit eene kern van natuurlijke steen, uitwendig bekleed met betonblokken van 10 M³. inhoud. De werken van dezen dam hebben 284 000 gulden gekost, of 567 gulden per strekkenden M. Een groot deel van de oude haven van Livorno kan wegens onvoldoende waterdiepte niet benuttigd worden; het zeestation van den spoorweg heeft tegenwoordig geen gemeenschap met de haven dan door middel van pramen. Om in dezen toestand verbetering te brengen besloot men de oude haven tot 6.50 M. diepte te doen uitbaggeren. Dit baggerwerk, voor ruim 865 700 gulden aanbesteed, is aangevangen in 1866 en zal zeer moeijelijk worden door een bestaande onderzeesche rotsbank, welker dikte van 2 tot 0.40 M. afwisselt. De regtlijnige dam is aangevangen in 1854; men heeft er aan gewerkt tot in 1859; de algeheele voltooijing zal echter eerst plaats vinden na afloop van het baggerwerk.

Tusschen den kop van den regtlijnigen dam en dien van den Medicisdam is een afstand, op de waterlijn gemeten, van 128 M., maar de vrije breedte van het vaarwater is in werkelijkheid 100 M., doordien de steengloojingen der beide dammen onder water ongeveer 28 M. innemen. De waterdiepte, herleid tot het peil van laagwater, gelijk alle in deze nota vermelde diepten, verschilt in het vaarwater slechts van 5.50 tot 4.89 M.; in de oude haven is, na den bouw van den regtlijnigen dam, bij alle winden stil water, maar daar er geen voldoende waterdiepte is, zijn groote vaartuigen verpligt in de voorhaven, langs den gebogen zeebreker te ankeren.

Dit belangrijk werk, van 11000 M. lengte, heeft vrij naauwkeurig den vorm van eenen cirkelboog, van 1 K.M. koorde en 228 M. pijl. De bolle vorm is gunstig voor den wederstand der werken en eigent zich tot het verbergen van kleine afwijkingen in de rigting der as van het werk, die een gevolg zijn van gebreken in den bouw of van hevigen golfslag; het grootste voordeel van dezen vorm bestaat in de meerdere veiligheid, die verkregen wordt voor de vaartuigen, die aan de binnenzijde van den boog ankeren. De bouw werd in 1853 in het midden van den boog aangevangen en in 1866 voltooid; op elk einde is een rond torentje gebouwd, waarop een havenlicht.

Vermits de groeven in den omtrek van Livorno geen groote steenen opleveren, is het geheele massief van den zeebreker van betonblokken gemaakt, ter grootte van 10 M³.; de helling der taluds (zie de dwarsdoorsnede van dit werk plaat 7, figuur 7) is zeer steil, daar zij gemiddeld eene hoogte van 1.20 M. op 1 M. in aanleg bereikt; de breedte op de waterlijn is 24 M. Het uitsluitend gebruik van betonblokken is altijd kostbaar en laat in den dam vele open vakken over, die de beweging van het water bij woelige zee gemakkelijk maken. De kade is 2 M. hoog en 6 M. breed, omdat er, tengevolge van de afgezonderde ligging in zee, geen belangrijke ontschepingen te wachten zijn. Aan den schutmuur zijn ruime afmetingen gegeven; de inwendige bekleeding is met driedubbele groeven versierd; de romp van den muur is aan den voet 5 meter en onder de kroonlijst 2.35 M. dik en heeft eene hoogte van 9 M. boven laagwater, niet medegerekend eene borstwering van gehouwen steen ter hoogte van 0.60 M. De meerpalen staan met de as op 4 M. van den binnenkant van den kademuur. De gemiddelde breedte van den zeebreker, aan den voet, is slechts 41 M., bij eene gemiddelde diepte van 10 M. onder het peil van laagwater.

De muur en de kade rusten op een fundament van hydraulischen beton, dat bijzonder geschikt is om het bouwwerk te versterken, daar het 15 M. breed is en het bovengedeelte van de onder water liggende blokken verbindt. De gehouwen steenen, die het gewelfvormige gedeelte van de borstwering uitmaken, zijn niet haaks behakt; de centraalvoegen dezer bekrooning vormen stompe hoeken tot onderlinge verbinding der steenen; de dikte der borstwering bedraagt slechts 30 c.M.

De werf tot vervaardiging der kunststeen was gemakkelijk gelegen nabij een kanaal, dat in gemeenschap is met de haven. De blokken werden op den dam vervaardigd en te water gelaten, maar eerst vier of vijf maanden na hunne voltooijing in zee gestort. Na verloop van veertig dagen heeft men een groote menigte blokken, voor het fundament van den dam bestemd, door middel van kettingen nedergelaten; zij werden op geringe hoogte boven den bodem losgelaten, ten einde de kans van breken te verminderen. Bij de blokken, die op deze wijze werden gezonken, had men in twee zijvlakken sponningen gespaard, doorloopende over het ondervlak, en met eene helling van 3 in hoogte op 1 in de basis, waarmede het blok in de kettingen kon hangen. Voor deze bewerking werd een ponton gebezigd, die met alle toebehooren ruim 31 000 gulden gekost heeft. Die prijs komt zeer hoog voor, daar te Marseille slechts 17 250 gulden is besteed voor de praam, met bok en stoomlier, die gebezigd is voor blokken van 10 M³. per laag voor kaaifunderingen. De ponton van Livorno, waarvan, ongeladen, de spoorstaven 2 M. boven het watervlak verheven zijn, heeft een diepgang van 2 M. wanneer hij met zes en van 1.80 M. wanneer hij met vier blokken belast is. Om het roesten te voorkomen zorgde men dat de kettingen, die om de horizontale draaispillen van den ponton gewonden zijn, niet in het water kwamen; wilde men blokken op groote diepte zinken dan werden reservekettingen aangekoppeld, alvorens het blok te water te laten. Alle gezonken blokken houden 10 M³., behalve eenige vulstukken van 2 M³. inhoud. Door het uitsluitend gebruik van kunststeen bij een dam van zoo groote lengte, kon naauwkeurig de verhouding tusschen het vol en het ledig voor deze soort van werk bepaald worden. Volgens metingen, na de voltooijing der werken verrigt, schat de directeur der havenwerken te Livorno, ridder Mattei, dat een M³. dam 0.35 M. ledig en 0.65 M. vol bevat, wel te verstaan van kunststeen van 10 M³. Deze verhouding voor het ledig is aanmerkelijk hooger dan die van een vierde, welke in de begrootingen voor de zeewerken van Corsika aangenomen is.

De fundering der koppen van den boogvormigen zeebreker bestaat uit betonblokken van 10 M³., die zoo regelmatig mogelijk gestapeld zijn. De waaijersgewijze ligging dezer blokken heeft den kostenden prijs met ongeveer 38 gulden verhoogd, ten gevolge van de moeijelijkheid welke aan hunne plaatsing onder water in een boog van vrij geringe straallengte verbonden is. Alvorens eene laag te stellen, werden eerst breuksteen, vervolgens steenstukken gestort, ten einde een nagenoeg horizontaal vlak te verkrijgen, dat eenvoudig met een peilstok werd gepeild en dat zoo noodig door een duiker geeffend werd. Het voornaamste voordeel van dien kostbaren bouwtrant bestaat in de gelegenheid om de taluds der koppen zoo steil te maken dat de schepen er zeer digt langs kunnen varen.

Alle mortels zijn van pouzzolane gemaakt, waarin de italiaansche ingenieurs veel vertrouwen stellen, omdat men er zich met goeden uitslag bij de zeer oude bouwwerken van bediend heeft en zij op de ontgraving te Rome toezigt kunnen doen houden, terwijl wegens de geringe waarde van deze grondstof vervalsching weinig voordeel kan opleveren. Voor den beton der blokken mengt men te Livorno 1 M³. steenstukken met 0.50 M³. mortel, bestaande uit 0.70 M³. gebluschte kalk, 0.42 M³. pouzzolane en 0.42 M³. zand; voor den beton, die onder water komt, is de hoeveelheid pouzzolane veel grooter. De blokken werden eerst geheel van hydraulischen beton gemaakt, maar nadat omstreeks de helft van den gebogen zeebreker was gemaakt, heeft men zuinigheidshalve het volgende stelsel aangenomen: wanneer de beton ongeveer 1 M. hoogte in de vormkast gestort en nog week was, werden daarin kleine breuksteenen gestort, en met het storten van beton- en breuksteen voortgegaan, en wel zoodanig dat de breuksteen niet te digt bij de in den dag komende wanden kwam, en dat het blok tot op minstens 20 c.M. van die wanden uitsluitend uit beton bestond. Deze gemengde blokken zijn voordeeliger dan de betonblokken, maar versteenen minder spoedig; zij vereischen meer toezigt bij de uitvoering en geven minder waarborg van duurzaamheid: zij bevatten gemiddeld 5.60 M³. steenstukken, 4.80 M³. breuksteen en 4.50 M³. mortel, die per M³. uit 0.316 M³. gebluschte kalk, 0 189 M³. pouzzolane en 0.189 M³. zand bestaat.

De kostende prijzen op de werf te Livorno zijn 6.25 gulden den M³. voor gebluschten kalk, 0.96 gulden

(*) *a* oud dok; *b* nieuw dok; *c* koninklijk kanaal; *d* kanaal van Venetie; *e* kanaal voor het vervoer van blokken kunststeen; *f* onderzeesche rotsbanken; *g* klip van Vegleaga; *h* droog dok; *k* hellend vlak; *m* sleephelling voor de militaire marine; *n r* tangens aan kaap Corse; *p q* tangens aan de italiaansche kust over Spezzia.

voor het zand, 8.92 gulden voor watervrije pouzzolane, hebbende eene specifiek gewigt van 1.195, 104 gulden gemiddeld voor de blokken van 10 M³. onder water, 11.5 gulden voor gewoon metselwerk, 42.5 gulden voor het metselwerk van inlandschen gehouwen steen voor de bekleeding in den dag van den schutmuur en 62 gulden voor dat van Corsikaanschen steen voor de deklaag van den kaaimuur. De boogvormige zeebreker, waarvan alle werken op staatskosten zijn uitgevoerd, heeft 50 085 000 gulden gekost, dat is 4 553 gulden per strekkenden M., niettegenstaande de kade slechts 6 M. breed is en de waterdiepte gemiddeld niet meer dan 10 M. bedraagt.

De prijs per strekkenden M. van den dam van het Napoleon-bassin te Marseille, die op eene diepte van gemiddeld 17 M. is aangelegd en eene kade heeft van 30 M. breedte, bedraagt slechts 4 253 gulden. De zeebreker van Livorno is dus zeer kostbaar, hetgeen voornamelijk daaraan moet worden toegeschreven, dat hij bijna uitsluitend van kunststeen gebouwd is en op staatskosten is uitgevoerd.

De zettingen van den schutmuur zijn niet belangrijk; men is voornemens den dam te versterken door de taluds aan de zeezijde verder te belasten met blokken van 10 M³. en tusschen de blokken hydraulischen beton te storten. Men kan aannemen dat de voorhaven ten zuiden begrensd is door de lijn, die den zuidelijken kop met den vuurtoren verbindt, en ten noorden door eene lijn, getrokken van den noordelijken kop naar den kop van den Medicisdam; naar die onderstelling zijn de in onderstaande tabel aangegeven oppervlakten der haven van Livorno berekend:

Aanduiding der havens.	Waterdiepte in M.	Oppervlakte in H.A.
Oude haven	van 0 tot 4	30
Idem	» 4 » 6	7
Voorhaven	» 0 » 4	5
Idem	» 4 » 8	36
Idem	» 8 » 10	26
Oude en nieuwe binnenhaven . .	. . . . .	9
Geheele oppervlakte . . .		107

Het moet opgemerkt worden dat de voorhaven in werkelijkheid alleen beschut is vóór den zeebreker, langs welken een vijftigtal schepen bij storm geborgen kunnen worden. De voorhaven van Livorno is zoo woelig dat er vele schepen aan den grond stooten; de diepten van 10 M. worden eerst op geringen afstand van den zuidelijken kop van den zeebreker aangetroffen; schepen van den eersten rang kunnen dus te Livorno niet wel ten anker komen. Overigens gedoogde de plaatselijke gesteldheid niet eene grootere diepte te verkrijgen, want eerst op verscheidene K.M. voor Livorno vindt men diepten van 20 M. Op geringen afstand en aan de binnenzijde van den zeebreker bevindt zich eene onderzeesche rotsbank, groot omstreeks twee en een halve H.A., op eene waterdiepte van 6.30 tot 8 M.; zij wordt door een signaal aangeduid. Slechts over eene lengte van ongeveer 350 M. heeft de ankergrond vóór den zeebreker van Livorno eene waterdiepte van minstens 8 M. over eene uitgestrektheid van 150 M. loodregt op de kade van den zeebreker gemeten. De bodem bestaat over het algemeen uit zand, waarin de ankers goed houden.

Uit de waarnemingen van het tij te Livorno blijkt, dat het verschil tusschen den hoogsten en den laagsten waterstand 1 M. bedraagt, en dat het gemiddelde peil der zee er 0.43 M. boven den laagsten waterstand is. De zee veroorzaakt in deze haven geen belangrijke aanslibbing; daar de meest heerschende stormen uit het zuid-westen komen, is de rigting der zeestroomen algemeen van zuid naar noord; echter ontstaat er bij hevige landwinden een tegenstroom, die eene tegenovergestelde rigting volgt. De winden, die de zee voor Livorno het meest beroeren, zijn de zuidwesten en noordwesten winden; de zuidzuid-oostelijke brengen een weinig branding te weeg bij den ingang van de oude haven; de zuidzuid-westelijke veroorzaken de meeste beweging in de voorhaven. Om de voorhaven aan de zuidzijde te dekken, heeft men den aanleg ontworpen van een tweeden zeebreker, ter lengte van 400 M., welke zou aanvangen aan de klip van Vegliaja, die door een toren is aangeduid (zie het plan der haven van Livorno, plaat 6, figuur 5).

Het nieuwe dok en het drooge herstellingsdok, dat er in uitkomt, zijn in 1867 voltooid en hebben te zamen 827 000 gulden gekost. Er is weinig ruimte rondom dit herstellingsdok, waartegenover de werkplaatsen met eene sleephelling voor de militaire marine gelegen zijn; men heeft bovendien aan het nieuwe dok vier hellende vlakken van een op vijftien gebouwd, ten dienste van de particuliere nijverheid voor herstelling van schepen, waarvan de voorhelling 7.50 M. beneden laagwater ligt.

Deze werken zijn in den drooge gemaakt, in een zandachtig terrein, dat weinig modder bevat, en hebben

drie jaar geduurd: Het pompen kostte gemiddeld 48 gulden per dag; een centraal afvoerriool stond in gemeenschap met het pompwerktuig en de ontgraving loodregt op dit riool werd bij gedeelten verrigt, terwijl het metselwerk de ontgraving zooveel mogelijk op den voet volgde, ten einde instortingen te voorkomen of te beperken. De ontgraving voor het drooge herstellingsdok werd bevestigd door palen en rijshout en het onderste van den put werd gesteund door eene rij betonblokken van 10 M³., die zich rondom de geheele fundering uitstrekte.

Livorno, dat eene bevolking van 100 000 zielen heeft, is de maritieme stapelplaats van Toscane en zal voordeel trekken van den toenemenden voorspoed der stad Florence; maar daar er weinig groothandel gedreven wordt, is het waarschijnlijk dat het verkeer zal verminderen na de voltooijing van de spoorwegen langs de italiaansche kust; de tegenwoordige beweging, inkomende en uitgaande te zamen, beloopt ongeveer een millioen tonnen. De opheffing der vrijhaven, sedert den 1sten Januarij 1868, en de uitbaggeringen zullen er toe bijdragen om de gemeenschp van Livorno met zijne havens te verbeteren en er eene voor stoombooten genaakbare losplaats te maken.

Spezzia. — De golf van Spezzia, welker as van het zuid-oosten naar het noordwesten gerigt is, heeft eene oppervlakte van 2 400 H.A., die door de natuur beschut is tegen de zuidwesten winden, welke in deze streken de meest onstuimige zeeën veroorzaken; over het grootste deel dezer ruimte (zie de kaart der golf, plaat 6, figuur 7) (*) verschilt de waterdiepte van 10 tot 14 M. Als grens van de golf wordt algemeen beschouwd de 4 400 M. lange lijn, tusschen de punt van Fornaca en die van Maralunga; de afstand tusschen het midden dezer lijn en het einde der golf is ongeveer 6.5 K.M. en de gemiddelde breedte der golf is 3 600 M.; het water is er genoegzaam te allen tijde stil, inzonderheid achter de lijn, die de punt van Pezzino met die van San Bartolomeo vereenigt; de golf levert dus eene bijzonder uitgestrekte en voldoend beschutte ankerplaats op voor oorlogsvaartuigen. De zuidoosten wind brengt de meeste beweging in het water, maar is nimmer hevig. De golf, waarvan de bodem uit zand en slib bestaat, is door bergen omringd, waarvan de grootste hoogte ongeveer 600 M. bedraagt. De voornaamste aanslibbingen worden veroorzaakt door de Magra, een grooten stroom, die evenwijdig aan de oostkust der golf loopt, en wiens bezinksel, bij overstrooming, door den kuststroom langs dezen oever wordt gedreven, tot aan de punt van San Bartolomeo.

Onder de republiek van Genua diende de golf van Spezzia tot wijkplaats en tot quarantaine; Napoleon I gelastte er in Mei 1808 den aanleg eener militaire haven en liet een weg aanleggen van 12 K.M. tusschen Spezzia en Porto Venere, met een zijtak naar den berg Castellana, waarop eene citadel werd gebouwd; de inhammen van Grazie en van Varignano moesten dienstig gemaakt worden voor de oorlogsmarine; zij zijn diep, volkomen beschut en naauw genoeg om door aan de landzijde opgerigte vestingwerken verdedigd te worden. Het lazareth, dat in 1720 door de Genueesche republiek te Varignano was gebouwd, werd in een bagno veranderd en toegankelijk gemaakt door den aanleg eener kade. Die werken werden gestaakt bij den val van het Keizerrijk; het lazareth wordt tegenwoordig gebezigd als proviandmagazijn voor de marine.

Terstond na de stichting van het koningrijk Italie, werd het plan voor den bouw van een maritiem arsenaal aan de golf van Spezzia weder opgevat, en het italiaansch parlement stond eene som van 60 millioen toe voor de uitvoering dezer werken, die door den generaal-majoor Chiodo ontworpen en onder zijne leiding in 1861 aangevangen werden. Zij zijn op zeer groote afmetingen ontworpen, zoodat er een geruime tijd verloopen zal eer zij gereed kunnen zijn.

Voor den bouw van het arsenaal moet de bodem van de golf uitgebaggerd en moeten in de vlakte, die zich ten westen van Spezzia uitstrekt, ontgravingen verrigt worden. Door het baggeren moet eene diepte van 10 M. verkregen worden vóór het front van het arsenaal, hetwelk zal worden ingenomen door negen overdekte scheepshellingen (zie het plan van het arsenaal plaat 6, figuur 8). Achter de scheepshellingen worden de werkplaatsen opgerigt, ten westen waarvan een uitrustinghaven ter lengte van 400 en ter breedte van 190 M. gegraven is, die aan de eene zijde gemeenschap zal hebben met de golf en aan de andere met een kieldok, ter lengte van 600 en ter breedte van 190 M., waarop zes drooge dokken zullen uitmonden.

Het arsenaal moet bovendien bevatten uitgestrekte kolken tot indompeling van timmerhout, eene in zee opgeworpen kade van 900 M. lengte en 200 M. breedte en een havenhoofd, ter lengte van 250 M., dat het bassin van den inham van Cadimare scheidt. Het water van onderscheidene rivieren moet noordwaarts van het

(*) *A* punt van Fornaca; *B* punt van Maralunga; *C* fort Pezzino; *D* fort Santa Teresa; *D* inham van Grazie; *E* inham van Vangnano; *F* Lazareth.

havenhoofd van Lagora afgeleid worden door eene ringvaart, waarvan de boorden met metselwerk bekleed zijn. Van alle bassins, begrepen tusschen de wapenplaats en de lijn *B B* op het plan, is de uitvoering verdaagd.

In onderstaande tabel zijn de onderscheidene aanhoorige werken van het arsenaal aangeduid. De letters en nummers, die in de kolom « nummers van het plan » zijn vermeld, worden op het plan van het arsenaal (plaat 6, figuur 8) aangetroffen en geven de ligging dier werken aan:

Nummers van het plan.	Aanwijzing der werken.
1	Pompwerktuigen voor de drooge herstellingsdokken.
2	Werkplaatsen voor de werktuigen.
3	» » koper, lood en brons.
4	» » timmerhout.
5	» » stoomhamers.
6	Smederij.
7	Zagerij.
8	Teekenlokaal.
9	Scheepstimmerwerf.
10	Mastenmakerij.
11	Werktuig voor het inzetten van masten.
12	Ringen der masten.
13	Zeilaadje, touwwerk en kuiperij.
14	Gieterij.
15	Uitrustingmagazijn voor de schepen.
16	Bureau voor het verkeer in de haven.
17	Directie van het arsenaal.
18	Stoomzagerij.
19	Lijnbaan.
A en B′	Twee voltooide drooge herstellingsdokken.
B″	Twee herstellingsdokken.
B	Zes uitgestelde drooge herstellingsdokken.
D	Magazijn voor oorlogsvaartuigen.
E	Werkplaatsen.
F	Artilleriepark.
G	Algemeene magazijnen, bureaux en regenbakken.
G′	Magazijn voor levensmiddelen.
H	Kolken en loodsen voor timmerhout.
I	Stapelplaats voor steenkolen.
K	Kazernen, uitgestelde werken.
L	Hospitaal der marine, id.
M	Terrein bestemd voor de oprigting van een bagno.
N	Scheepstimmerwerven.
O	Dam van de handelshaven.
P	Kade van de handelshaven.
Q	Zoetwaterbron van de golf.

De steunmuren der kiel- en uitrusting-dokken zijn bijna voltooid; een gedeelte van het terrein voor de groote kade is opgehoogd, doch met den kademuur is nog niet aangevangen er is een begin gemaakt met het havenhoofd van Cadimare en met den dam voor de handelshaven, die wordt gemaakt van natuurlijke zinksteen, die over zee van het eiland Palmaria wordt aangevoerd; de beide bassins voor de indompeling het timmerhout zijn gegraven.

De geheele binnenoppervlakte, tot de diepte van 10 M. voor bassins en dokken te ontgraven, bedraagt voor het geheele ontworpen arsenaal 23 H.A.; voor hout bassins en onderscheidene kanalen moet 7 H.A. terrein ontgraven en in zee moet 23 H.A. opgeworpen worden. Het geheele terrein van het arsenaal zal 154 H.A. bevatten, waarvan 117 voor de havens, werkplaatsen en kaden, 34 voor de exercitieplaats en de kazernen, 1 voor het hospitaal der marine en 2 voor het bagno.

De steunmuren van de uitrusting- en kiel-dokken, welke eene waterdiepte van 10 M. moeten bekomen, hebben een breed fundament van hydraulischen beton, zijn in aanleg gemiddeld 8 M. dik en bekleed het onderste deel met gebakken steen, en het tusschengelegene met gestooten breuksteen. De mortels voor de metselwerken zijn zamengesteld uit vetten kalk, pouzzolane en zand. Voor de vervaardiging der steenblokken zijn mortels gebruikt, bestaande uit een zesde deel kalk van de Theil, een derde kiezelachtig zand en de helft gebroken strandkeijen.

De zuidelijke steunmuur van de uitrusting-haven is, toen zijne voltooijing nabij was, bijna geheel ingestort. Bij den wederopbouw van dien muur zijn achterwaarts contreforten van 10 M. dikte gebouwd, bevattende elk twee uitsparingen, die enkel met aarde gevuld zijn; men heeft den geheelen muur met de contreforten verbonden door een kettingstelsel, dat op de volgende wijze is aangebragt: men plaatst regtstandig spoorstaven die in het metselwerk verzonken worden en door ringen gaan, welke zich aan de beide einden van rond ijzeren staven bevinden, die horizontaal ter verbinding van de spoorstaven gelegd worden. Men verkrijgt alzoo een raamwerk, waarvan de mazen naauwer genomen worden naarmate aan eene sterkere drukking weerstand moet worden geboden.

Dit kostbare stelsel is op alle benedengedeelten der kaden toegepast; men meent dat het metselwerk tijd zal gehad hebben om te verharden alvorens het ijzer verroest is.

Eveneens is de kade der handelshaven herbouwd moeten worden, die ingestort was tengevolge van baggeringen, die aan den voet dier kade zijn verrigt om er de waterdiepte te vergrooten.

De voor het arsenaal van Spezzia aan het einde van de golf gekozen plaats vordert ongemeen groote uitgaven; ontegenzeggelijk is het overdadig om in eene vlakte van 23 H.A. havens te graven ter diepte van 10 M. onder laag water, nabij eene golf, die van nature zeer uitgestrekte en zeer veilige ankergronden bezit. Daar de werken op zeer groote afmetingen ontworpen

zijn, zoo is hiervan het gevolg dat zij nog weinig nut hebben opgeleverd, hoewel er reeds aanzienlijke sommen aan besteed zijn. Zonder twijfel zou het voorzigtiger geweest zijn een zoo aanzienlijk werk bij gedeelten uit te voeren, alle krachten op zekere werken te vereenigen en deze zoo volkomen mogelijk te voltooijen, alvorens met andere aan te vangen, ten einde de verschillende onderdeelen van het arsenaal, naar gelang zij gereed komen, in gebruik te kunnen stellen. Voorzeker is het zeer verstandig om met den aanleg van een oorlogshaven niet te beginnen, alvorens eerst een plan van het geheel is vastgesteld, dat ruim genoeg is opgevat om aan alle toekomstige behoeften te voldoen; maar het is ook een vereischte dat de werken opvolgend en in eene bepaalde orde worden uitgevoerd, ten einde ongevallen en verkeerde handelingen te vermijden en zich de gelegenheid open te houden om van de vorderingen in de kunst en van de op de plaats verkregen ondervinding voordeel te trekken. Zoo zou het te Spezzia rationeel zijn geweest om het metselwerk niet aan te vangen vóór de voltooijing van het aan den voet te verrigten baggerwerk; de droogmaling niet aan te vangen voor dat de ringvaart geheel voltooid was, aan de kaaimuren eerst te werken na voltooing van de dammen, en de terrassen der in zee te maken kaden niet aan te vangen vóór den bouw dier kaden.

Doordien het verlangen bestond, om zoo spoedig mogelijk een ruim arsenaal in dienst te kunnen stellen, heeft men te veel werken te gelijkertijd aangevat; de werkplaatsen belemmeren elkander door dien zij digt bijeen gelegen zijn; daar de ontgravingen tegelijk op verscheidene plaatsen zijn begonnen, is de grond in beweging geraakt en zijn de uitgaven verhoogd, vermits de droogmaling kostbaarder is, naarmate de te ledigen putten grooter zijn. Aanvankelijk waren de gezamenlijke werken van het arsenaal aan een enkelen aannemer uitbesteed, voor eene som aanmerkelijk lager dan de begrooting, maar hij ging bankroet; na gedurende eenigen tijd in eigen beheer te zijn voortgezet, zijn de werken bij gedeelten uitbesteed.

Vermoedelijk zal de uitdieping voor het front van het kanaal door baggering onderhonden moeten worden; want de kuststroom, de riolen van Spezzia, de op het strand geborgen uitgegraven grond en de rivieren, die in de ringvaart uitmonden, kunnen aanslibbing op den bodem der golf te weeg brengen.

Zal de ingang eener oorlogshaven goed verdedigd zijn, dan behoort het vuur van verscheidene batterijen op alle punten elkander te kunnen kruisen; aan deze voorwaarde is te Spezzia slechts in geringe mate voldaan; de oostkust der golf is slechts weinig verdedigd en bovendien zou het bezwaarlijk gaan om aan vijandelijke schepen het invaren eener golf te beletten, die daar 4.5 K.M. breed is. Om de golf af te sluiten, heeft men een dijk met een centraal fort ontworpen, op de diepten van 13 à 14 M. over eene lengte van ongeveer 2900 M. aan te leggen (zie de kaart der golf, plaat 6, figuur 7); met den bouw van dezen ongemeen grooten zeebreker is geen begin gemaakt; hetzelfde doel zou met minder kosten bereikt kunnen worden, indien een dam werd gemaakt, uitgaande van de punt van Santa Teresa, waardoor tevens met voordeel de aanslibbingen in de rigting van den mond der Magra naar het einde van de golf zouden worden tegengehouden.

Te San Bartolomeo is eene sleephelling gemaakt onder eene glooijing van een zestiende; de voorhelling heeft eene glooijing van een twaalfde. De werven van San Bartolomeo, aanvankelijk voor een tijdelijk oogmerk ingerigt, moeten bij het arsenaal behouden blijven, in weerwil dat de landstreek er niet zeer gezond is en geen goed water oplevert.

De aanhooging voor de groote kade van Cadimare moet de plaats innemen der zoetwaterbron, Polla genaamd, eene der natuurzeldzaamheden van de golf; zij ontspringt op den bodem der zee, op eene diepte van 7 M., ongeveer 82 M. van het strand, en schijnt krachtig te werken, daar haar stroom op de oppervlakte der zee cirkelvormige golven voortbrengt; maar daar het water zich met het zeewater vermengt, is het brakker naar mate het op mindere diepte geput wordt.

De bevolking der golf bedraagt ongeveer 21000 inwoners, waarvan 12000 voor de stad Spezzia komen en 9000 voor de overige middelpunten van bevolking. De spoorweg ligt aanzienlijk hooger dan het arsenaal. Spezzia, dat tegen het Apennijnsche gebergte ligt, kan, wat handel betreft, niet met Livorno en Genua mededingen, en zijne ligging is alleen belangrijk voor de oorlogsmarine.

Genua. — De scheepvaart der haven van Genua bedraagt, in verhouding tot die van het geheele koningrijk Italië, ongeveer een zevende voor de geheele beweging en een vierde voor den buitenlandschen handel onder italiaansche vlag. Voor den doorvoerhandel tusschen het noordwestelijk Europa en de Levant is deze stad niet zoo gunstig gelegen als Marseille; maar zij vormt den uitweg naar zee voor Piemont, Lombardije en de oude provincien Genua, Parma en Modena, met welke zij door spoorwegen verbonden is; zij heeft 160 000 inwoners

en onderscheidene gesubsidieerde stoomvaartlijnen. In 1864 was het reizigersverkeer over zee 516 000, zijnde 200 000 burgers, 91 000 militairen en 225 000 in- en uitvarende bemanning, zonder inbegrip van de rijkszeemagt. De handelsbeweging in datzelfde jaar, in- en uitvoer te zamen, blijkt uit onderstaande cijfers.

Soort van scheepvaart.	Wijze van scheepvaart.	Aantal vaartuigen.	Tonnen-inhoud.
Italiaansche kusten.	Zeilvaart.	10 735	453 422
Idem.	Stoomvaart.	3 325	300 623
Buitenlandsche handel.	Zeilvaart.	4 640	1 000 695
Idem.	Stoomvaart.	1 828	538 419
Totaal . . .		20 528	2 693 159 (*)
Hiervan af te trekken voor schepen, die in ballast vertrokken of gekomen zijn of stil liggen . . .			619 357
Blijft voor de schepen waarmede handel gedreven is			2 073 802

Dit cijfer van twee millioen tonnen gaat de werkelijke handelsbeweging ver te boven, want de kleine vaartuigen van de genueesche kust varen herhaaldelijk in en uit, en sommige schepen, inzonderheid de stoomschepen der postdienst, varen niet altijd met volle lading. In 1864 zijn de twee voornaamste plaatsen in het verkeer met de haven van Genua geweest, de haven van Livorno voor 527 000 en die van Marseille voor 314 000 tonnen. De twee belangrijkste artikelen van invoer te Genua waren in hetzelfde jaar 236 000 tonnen steenkolen en 130 000 tonnen granen.

De beweging dezer aanzienlijke scheepvaart heeft in de haven van Genua zonder moeite plaats; de haven is zeer ruim en heeft vrij naauwkeurig den vorm van een halven cirkel van 1.5 K. middellijn. Zij wordt beschut door den ouden havendam aan de oostzijde, ter lengte van 600 M. en den nieuwen havendam, aan de westzijde, die eene lengte heeft van 1 010 M. De ingang tusschen de koppen der beide havendammen heeft op de waterlijn eene breedte van 560 M., eene ruimte die meer dan voldoende is, om met gemak de zwenking te verrigten, welke de schepen moeten ondergaan om de achterhaven te bereiken. Men neemt aan dat het verschil tusschen hoog- en laagwater te Genua niet meer dan 0.50 M. bedraagt en dat de kuststroom en verzandingen in deze streken van geringen invloed zijn.

De haven van Genua, die niet overal gelijkelijk beschut is, heeft eene totale oppervlakte van 135 H.A., verdeeld als volgt: 23 voor waterdiepten beneden 4 M., 70 voor die tusschen 4 en 8 M., 22 voor die tusschen 8 en 10 M. en 20 voor die tusschen 10 en 13 M., alle deze diepten onder het peil van gewoon laagwater. (Plaat 7, figuur 1.)

Met het doel om de haven van Genua tegen zuidwesten stormen te beveiligen en om den ankergrond uit te breiden is de nieuwe havendam aangelegd, die in het begin der negentiende eeuw eene lengte had van 500 M.; de eerste verlenging, die gemaakt werd, was van 60 M., eene tweede van 150 M.; en in de laatste jaren is eene derde verlenging van 300 M. gemaakt; zoodoende is eene veilige ruimte verkregen, waar genoegzame diepte is om met oorlogsvaartuigen ten anker te komen.

De nieuwe havendam (plaat 7, figuren 2, 3 en 4) is op ruime schaal aangelegd; want hij is op de waterlijn 50 M. breed; de schutsmuur heeft eene gemiddelde dikte van 5 M.; zijne deklaag ligt 12.25 M. boven het peil van laagwater en hij wordt gesteund door contreforten van 22 M. lengte bij eene breedte van 25 M., op afstanden, midden op midden, van 140 M., waartusschen magazijnen gebouwd zijn met bomvrije gewelven. Deze werken rusten op een laag metselwerk, breed 27 M., dragende op een betonfundament, dat gemiddeld 2.50 M. dik is. De kade heeft een fundament van beton, hoog 3.50 M., en is slechts 3.40 M. breed, hetgeen onvoldoende schijnt voor een havendam van zulke groote afmetingen en die te land met de stadskaden gemeenschap heeft; de kruin der kade ligt 3.22 M. boven laagwater. Een gedeelte van de beschikbare ruimte is ingenomen door magazijnen, waarin echter slechts goederen kunnen geborgen worden, die tegen vocht bestand zijn.

De groeven van Genua leveren groote stukken zinksteen in overvloed op; zij zijn aan de haven gelegen; de afstand, waarop de steenblokken overzee naar den nieuwen havendam vervoerd moeten worden, bedraagt ongeveer 1 K.M. De steenen zijn naar hun gewigt in elf klassen verdeeld, voor elke van welke een bijzondere prijs berekend wordt; de gemiddelde prijs is 3.80 gulden per M³. voor de zes eerste klassen, waarin begrepen zijn de steenen, die meer dan 20 000 K.G. wegen; voor de vijf overige klassen, waarvan het gewigt van elk blok afwisselt van 20 000 tot 10 K.G., is de gemiddelde prijs 2.36 gulden; het gewigt van de steen bedraagt per M³. 2 700 K.G. Er zijn blokken uitgegraven en gezonken die meer dan 70 ton wogen; zij zijn vervoerd met een ponton, metende 400 ton en die met het takelwerk omtrent 62 000 gulden gekost heeft; het zinken van een steen van die afmeting geschiedt door het houten hellend vlak, waarop hij rust, allengs te ligten. Waar de groeven zulke groote steenblokken opleveren, behoeft men geen toevlugt te nemen tot kunststeen; niettemin zijn bij den nieuwen havendam te Genua gemetselde blokken van 10 M³. gebezigd, opdat de werken door een onvoldoend aantal groote blokken uit de groeven niet zouden vertraagd worden.

De romp van den havendam is aan de zeezijde en aan de havenzijde gemaakt van eene mengeling van zinksteenen der zes eerste klassen, in de verhouding waarin zij uit de groeven komen.

De kern van den dam bestaat uit eene vermenging der vijf laatste klassen. Men bouwt op eene betonfundering den gemetselden berm, waarop het eerste spoor komt; deze is bepleisterd met mortel van inlands vervaardigde cement en wordt 20 tot 40 M. voor de overige metselwerken uitgewerkt. Achter dezen berm wordt de kade gefundeerd en eerst nadat de berm en de kade gefundeerd zijn, wordt in den zomertijd de inwendige betonfundering gestort, waarop het metselwerk wordt aangelegd, bestemd om den schutsmuur te dragen, waarnaar de bouwstoffen over het tweede en het derde spoor op het werk aangevoerd worden.

Men heeft gezien hoe gering de kostende prijs der steenen is, waarvan het ligchaam van den nieuwen havendam van Genua gemaakt is; per M³. wordt 3.25 gulden betaald voor gewoon metselwerk en 13.70 gulden voor mortel, zamengesteld uit gelijke deelen romeinsche pouzzelane en kalk; de verlenging van den nieuwen havendam heeft per M. omtrent 5 000 gulden gekost, met inbegrip van 2 400 gulden voor den bovenbouw. De schutsmuur heeft eene verticale en vrij gelijkmatige zetting ondergaan van 3 m.M. per M.

In de laatste jaren zijn in de haven van Genua onderscheidene hoofden voor losplaatsen gemaakt; er is slechts een droog herstellingsdok, 'twelk het onderwerp heeft uitgemaakt van een rapport, opgenomen in de *Annales des ponts et chaussées* van 1853; men zal in de nabijheid andere herstellingsdokken kunnen inrigten, wanneer de werken aan het arsenaal van Spezzia genoegzaam gevorderd zijn, om de opheffing van het dok der oorlogsmarine in de haven van Genua te kunnen toelaten.

Triest. — De golf van Triest, ten noordoosten van de Adriatische zee gelegen, is beschut door het groote schiereiland Istrie; de zeer hevige oost-noord-oosten wind, of Bora, die in deze streken veelvuldig heerscht, is een landwind voor de haven van Triest, waarvan de zee-horizon slechts eene oppervlakte van ongeveer 4 500 K.M². heeft, begrepen in een hoek van 47°, waarvan een der beenen tangens is aan de punt van Istrie en het andere aan de noordelijke kuststrook der Adriatische zee.

De volkomen beschutte ankergronden hebben slechts eene oppervlakte van 15 H.A., bevattende: 1°. de ruimte tusschen den versterkten dam en het hoofd Ferdinand (zie het plan der haven van Triest, plaat 7, figuur 5); 2°. de beide dokken van den spoorweg en van het lazareth: 3°. het binnenkanaal, dat 30 M. breed en met gemetselde kaden omzoomd is, waarop groote zeilschepen laden en lossen. De ankergrond van den versterkten dam wordt alleen bij toevallige omstandigheden door oorlogsvaartuigen ingenomen, doordien het arsenaal der oorlogsmarine in de haven van Pola op Istrie gevestigd is. Uitgebreide timmer- en kielplaatsen zijn nabij Triest ingerigt door de oostenrijksche maatschappij voor stoomvaart op de Levant, den Lloyd.

De ruimte begrepen tusschen de hoofden Klutsch en Ferdinand, vóór de vlakte waar de nieuwe stad gebouwd is, is meer eene natuurlijke reede dan eene veilige haven: de zee is er somtijds, bij westen en zuidwesten winden, zeer onstuimig. Er zijn een groot aantal plaatijzeren boeijen geplaatst, om het ten anker komen der vaartuigen gemakkelijk te maken en, om de moeijelijkheden te vermijden, die bij vertrek uit belemmering door de kettingen zouden kunnen ontstaan, zijn bij de kaden vele vierkante kofferwerken getimmerd, bestaande elk uit 25 palen, ter gemiddelde lengte van 17 M. en ter diepte van 8 M. ingeheid; deze palen zijn aan het boveneinde vereenigd door sterke karbeels, waarop gesmeed ijzeren ankerringen bevestigd zijn; zeven tot acht schepen mogen aan hetzelfde kofferwerk vastgemeerd worden. Deze kofferwerken moeten, niettegenstaande er het beste en in den winter geveld hout voor gebezigd wordt, alle zeven of acht jaar vernieuwd worden, doordien de palen aan den kop verrotten of door den paalworm vernield worden.

Er zijn onderscheidene hoofden of losplaatsen gebouwd, die van de kade zeewaarts strekken; het hoofd San Carlo (zie de dwarsdoorsnede, plaat 7, figuur 6) is 20 M. breed en 230 M. lang; het wordt met rijtuigen bereden en de stoombooten kunnen er aanleggen, zoodat de reizigers onmiddellijk van de paketboot op het bevloerde hoofd kunnen komen over kleine beweegbare houten bruggen, die, elk dragende op twee rollen, van leuningen voorzien zijn en gemakkelijk door de pakkedragers kunnen behandeld worden. Op de meerpalen,

(*) Moet zijn 2 293 159 volgens de optelling. (Red.)

die op afstanden van 10 M. midden op midden gesteld zijn, is om den anderen een gaslantaarn geplaatst. De metselwerken zijn aangelegd op fundamenten van hydraulischen beton, ter diepte van 6 M., die op een grondslag van gestorte zinksteen dragen. Het hoofd San Carlo is op een modderigen bodem aangelegd en slechts in geringe mate tegen golfslag beveiligd; een gevolg hiervan is, dat het aan aanmerkelijke zakkingen onderhevig is, die veelvuldige herstelling vereischen. Zonder twijfel zou het voorzigtiger geweest zijn de betonfunderingen te doen dragen door digte rijen van zware heipalen.

Verscheidene ontwerpen zijn opgemaakt met het oogmerk om aan de haven van Triest de ontbrekende veiligheid te geven; zij zijn niet op het plan aangegeven, omdat ontwerpen van zeedammen veelal tijdens de uitvoering gewijzigd worden. De afstand tusschen de lijn der kaden en de diepten van 15 M. is gemiddeld ongeveer 500 M. De stad Triest, die door spoorwegen met alle provinciën van Oostenrijk verbonden is, heeft eene bevolking van 95 000 inwoners; het verkeer in de haven wisselde in de laatste jaren af tusschen 1 300 000 en 1 900 000 ton, inkomend en uitgaand te zamen; de uitvoer bestond hoofdzakelijk in hout en granen. De handelsbeweging tusschen de Adriatische zee en de Levant, waarvan Venetie gedurende verscheidene eeuwen het monopolie bezeten had, heeft zich in later tijd te Triest vereenigd, maar schijnt in de toekomst verdeeld te zullen worden tusschen deze beide plaatsen en Ancona en Brindisi; deze laatste haven biedt het voordeel aan van eene ongeveer 900 K.M. kortere zeereis, door de in exploitatie gebragte spoorwegen op de oostkust van Italië.

Het arsenaal van den Lloyd dient tot vervaardiging, uitrusting en herstelling van stoombooten; de volgende tabel geeft de bestemming aan der onderscheidene werken, die op het plan van het arsenaal met nummers aangegeven zijn (plaat 7, figuur 3).

Het terras, dat zich om al de werkplaatsen uitstrekt, kan onmiddellijk door stoomschepen bereikt worden. De bodem van het dok n°. 3 is 10 M. breed en 95 M. lang; de ingang is 25 M. wijd. Het dok n°. 4 is voorzien van 5 rijen spoorstaven, waarover door middel van een stoomwerktuig en een stel tandraderen de slede, beladen met een vaartuig van meer dan 1200 ton, kan worden opgetrokken; de lengte van het dok n°. 4 is 184 M., tusschen de schipdeur en het boveneinde der spoorstaven; de breedte 25 M., gemeten tusschen de binnenvlakken der verticale zijmuren.

Volgnummer van het plan.	Aanduiding der werken.	Oppervlakte in M².
1	Zeehoofd	—
2	Schipdeur	—
3	Droog herstellingsdok	3 600
4	Sleephelling	8 400
5	Houtmagazijn	780
6	Gasfabriek	650
7	Stoomwerktuigen en waschplaats	460
8	Vijf binnenplaatsen	1 920
9	Werkplaatsen voor vervaardiging van sloepen	200
10	Smederijen	310
11	Schrijnwerkers en kuipers	240
12	Zeilmakers en schilders	170
13	Scheepstimmerwerven	7 120
14	Magazijnen	4 500
15	Lokalen voor de administratie	400
16	Opstellen van werktuigen	640
17	Draaijers en smeden	1 900
18	Bureau's van den hoofdingenieur der werkplaatsen	100
19	Ketelmakerij, koperslagerij en kopergieterij	1 900
20	IJzergieterij	1 300
21	Steenkoolmagazijnen	660
22	Twee stoomwerktuigen	280
23	Stoomhamers	1 040
24	Magazijnen voor stoomketels en ketelmakerij	5 300
25	Ketelmakerij	1 040
26	Tuin	2 840
27	Landingtrappen	—
—	Open plaatsen, uitgangen en kaden	46 550
	Geheele oppervlakte van het eigenlijk arsenaal	92 300

Ile-Rousse. — De stad Ile-Rousse, die in 1760 op de noordwestkust van Corsika is gesticht, heeft haren naam ontleend aan de rotsachtige eilanden Siccotta en Pietra, welker ligging eene van nature tegen westen winden beschutte ankerplaats vormt. (Zie het plan van deze haven plaat 7, figuur 8 (*)). Men heeft een dam aangelegd, uitgaande van de rots genaamd Punta Tonnina, gelegen tusschen de beide eilanden, welke met Corsika door een ringweg vereenigd zijn geworden.

Volgens het goedgekeurde ontwerp voor dezen dam, zou het ligchaam uitsluitend van natuurlijke zinksteen worden gemaakt; wat de helling der taluds van den dam betreft, was de hoogte bij dit ontwerp bepaald bij 1 in aanleg op 0.66 voor de binnenzijde der haven, op 0.25 voor het gedeelte van het buitentalud, begrepen tusschen het peil van laag water en het horizontale vlak op 4 M. daar beneden, en op 0.50 voor het onderste gedeelte gedeelte der taluds aan de zeezijde. Tijdens de uitvoering van het werk kwam men tot de erkenning dat het buitentalud van natuurlijke zinksteen niet tegen den golfslag bestand zou zijn, waarom besloten werd het te bezetten met betonblokken van 30 M³. (Zie de dwarsdoorsnede van den dam plaat 8, figuur 8.) Kort na de voltooijing der werken ontstond omstreeks het midden van den schutsmuur eene scheur, ter wijdte van hoogstens 0.03 M. Het bedrag der vóór 1866 voor nieuwe werken aan de haven van Ile-Rousse gedane uitgaven is hieronder aangegeven.

(*) *D E* rigting der stormgolven; *A B* tangens aan kaap Corso, op 50 K.M. afstand gelegen: *A C* tangens aan de punt Malfalco, op 17 K.M. afstand gelegen.

Losplaats, omstreeks 1808 gebouwd	11 340 guld.
Kade nabij de losplaats, van 1840 tot 1843 gebouwd	26 460 "
Ringweg, lang 1360 M.	16 538 "
Ligchaam van den dam, lang 85 M., in 1855 voltooid	275 468 "
Schutsmuur en bevloerde kade van den dam	24 570 "
Totaal	354 376 guld.

Nieuwe werken voor de haven van Ile-Rousse, waarvan de kosten op 475 000 gulden begroot zijn, zijn vastgesteld; zij bevatten de verlenging met 100 M. van den dam van Punta Tonnina, in eene diepte van 15 M., en den aanleg eener nieuwe losplaats. De werken tot verlenging van den dam zijn in 1867 aangevangen en hunne uitvoering zal zonder twijfel eene goed beschutte ankerplaats verschaffen, die genoegzame ruimte aanbiedt voor den plaatselijken handel; eene tweemaandelijksche stoombootdienst onderhoudt de gemeenschap tusschen Marseille en de stad Ile-Rousse, die slechts 1800 inwoners heeft en waarvan de uitvoer voornamelijk in olie bestaat. De handelsbeweging van Ile-Rousse, inkomende en uitgaande te zamen, beliep in 1866 13 940 026 gulden, met inbegrip van 25 321 gulden voor de kustvaart, op de havens van het eiland. De winden die de ankerplaats het meest beroeren zijn de noorden en noordoosten winden. De kruin van den schutsmuur op den dam van Ile-Rousse is 2 M. breed en ligt 8 M. boven het peil van laagwater; de kade, die 1.50 M. hoog is, is aangelegd op eene betonfundering van 2 M. hoogte en 2 M. dikte.

Bastia. — Van de Corsikaansche kusten is de oostelijke het digtst bij het vasteland gelegen, en deze heeft over eene lengte van 180 K.M., begrepen tusschen kaap Corso en Porto-Vecchio, geen enkele baai noch reede; de schepen, die deze streken bevaren, vinden geen andere wijkplaats dan de haven van Bastia, welke gelegen is aan het noordelijk einde eener meer dan 50 000 H.A. beslaande vlakte, die aan hare natuurlijke ligging het voordeel te danken heeft van de eenige uitweg naar zee te zijn voor een derde gedeelte van het Corsikaansch grondgebied en de noodzakelijke tusschenplaats voor de betrekkingen tusschen dit eiland en Italie. De ontwikkeling van den handel was in Corsika gedurende geruimen tijd door verschillende oorzaken belemmerd geweest, waarvan de voornaamste was de moeijelijke gemeenschap; belangrijke verbeteringen zijn in dat opzigt verkregen door de inrigting van geregelde stoombootdiensten en door den aanleg, gedurende de dertig laatste jaren, van een groot aantal wegen. Het geheele bedrag van den zeehandel van Corsika, in- en uitvoer te zamen, dat in 1831 3 247 522 gulden en in 1851 8 427 645 gulden beliep, steeg in 1866 tot 20 013 707 gulden, waarvan 9 786 026 gulden voor de haven van Bastia komt, die tegenwoordig, volgens de statistiek der douane, den 21sten rang inneemt onder de 238 fransche havens. Het verkeer dezer haven, inkomend en uitgaand te zamen, bedroeg in 1827 slechts 13 499 tonnen; het is gestegen tot 49 974 in 1844, tot 130 245 in 1857 en tot 206 936 in 1867. Het aantal inwoners der stad, 9531 in 1833, gaat thans 21 000 te boven.

Ten noorden van Bastia bestaat de kust uit ongemeen steile rotsen; aan de zuidzijde daarentegen wordt het kustland gevormd door flaauw hellende ongezonde stranden, omzoomd door voor de scheepvaart gevaarlijke zandbanken. De landwinden zijn te Bastia het hevigst. De kuststroom is veranderlijk en weinig merkbaar: hij is gewoonlijk van het noorden naar het zuiden gerigt, terwijl de golfslagen uit het noordoosten het veelvuldigst zijn. Aanslibbingen of verzandingen, uit de zee voortkomende, schijnen voor de haven van Bastia niet zeer te vreezen te zijn; volgens de peilingen, die op een in 1748 opgemaakt plan voorkomen, zou de bodem sinds dat tijdvak niet merkbaar veranderd zijn. De ten zuiden van Bastia gelegen inham is van nature bestemd om het zand in zijne beweging tegen te houden; maar het is niet waarschijnlijk, dat die beweging in deze streken in de rigting van het noorden plaats heeft: een bewijs voor de rigting der stroomen van noord naar zuid is, dat geenerlei aanslibbing wordt waargenomen bij den wortel van het Draakhoofd (zie het plan van Bastia plaat 7, figuur 10), met welks aanleg in 1855 begonnen is, terwijl na den aanleg van den St. Nicolaasdam, waarmede in 1864 begonnen is, zeer merkbare verhoogingen van den bodem plaats grijpen langs de werf voor de vervaardiging van kunststeen; die verhoogingen

openbaren zich na noorder en noord-ooster stormen en ontstaan door de slakken en andere uitwerpselen der in de nabijheid gevestigde hoogovens en door puin uit de stad.

Op ongeveer 300 M. van de punt der citadel heeft de zee eene diepte van 40 M.; die diepte neemt toe tot 100 M. op 2 K.M. en tot 300 M. op 12 K.M. van de kust; het verschil tusschen de hoogste en laagste waterstanden bedraagt 0.80 M.

De voordeelen der natuurlijke ligging van Bastia, uit een zeevaartkundig oogpunt, kunnen volgenderwijze zamengevat worden: de aanslibbingen uit zee zijn er niet belangrijk; men vindt er eene groote waterdiepte op geringen afstand van de kust en de vorm der kusten van het eiland gedoogt den aanleg van eene andere haven in de nabijheid niet. Maar te Bastia werd in den oorspronkelijken toestand slechts eene naauwe en ondiepe kreek aangetroffen, die voor de gevaarlijkste zeewinden open lag. De zee-horizon is er aan de noordzijde beperkt door de rotsen van kaap Sacro, die op 12 K.M. afstand gelegen zijn en slechts in geringe mate van de algemeene rigting der kust afwijken, en aan de zuidzijde door het zandige strand van Arco, dat 15 K.M. verwijderd is en aanmerkelijk voor het kustland uitspringt en dat den ankergrond van Bastia beschut tegen zuider en zelfs tegen zuid-zuid-ooster stormen, terwijl de gevaarlijkste winden voor die plaats die zijn tusschen de streken noord-noord-oost en zuidoost.

De Genuezen hebben omstreeks het laatst der zeventiende eeuw een havenhoofd aangelegd, dat op het plan met de letters *A B* aangeduid en op rotsen gebouwd is; van 1819 tot 1837 zijn vrij belangrijke sommen besteed tot herstelling van het genuesche hoofd en tot verlenging van de loskade *C*.

Door deze eerste werken had men, wat uitgestrektheid en veiligheid betreft, slechts eene zeer onvoldoende haven bekomen. De invaart was 55 M. breed, gemeten tusschen het uiteinde *A* van het door de Genuezen gebouwde havenhoofd en de rots, de Leeuw genaamd, welker ligging op het plan door eene stippellijn en door de letter *D* is aangeduid; deze rots is na den aanleg van het Drakenhoofd opgeruimd. Voor verkeer langs de haven bestond geen mogelijkheid; de op de aangrenzende rotsen gebouwde huizen lieten aan de zeezijde slechts eene naauwe en ongelijke ruimte over, die moeijelijk te gebruiken was, zelfs voor voetgangers.

Daar de ingang der haven naar het oosten gekeerd was, gaf zij onmiddellijk toegang aan de golven, die door de bekrompenheid der haven niet in kracht konden verminderen door zich te verspreiden, daar de door het genuesche havenhoofd en de rots de Leeuw beschutte ruimte slechts 200 M. lang is, bij eene gemiddelde breedte van 150 M. De schepen konden niet voor de haven ankeren, omdat zij door de zee op de steile kusten van de citadel zouden gedreven zijn en omdat hunne ankers niet in den sterk hellenden rotsgrond zouden gehouden hebben; zij konden niet bij den ingang ankeren omdat deze niet beschut is en evenmin aan het einde der haven wegens ongenoegzame diepte; er was dus slechts eene beperkte en niet zeer veilige ruimte beschikbaar, waar zij, om niet te stooten, niet te digt bij elkander moesten liggen. Omstreeks dezen tijd vonden in de haven van Bastia verscheidene schipbreuken plaats; de noordooster storm van 24 December 1838 wierp er zeven schepen en een kleine stoomboot op de kust en die van 29 Februarij 1842 verbrijzelde er drie schepen op het strand.

In 1837 begon men middelen te bedenken om in dezen toestand verbetering te brengen; het komt onnoodig voor hier al de plannen op te sommen, die achtereenvolgend ontworpen zijn (*); maar om zich beter rekenschap te kunnen geven van de inrigtingen, welke aangenomen zijn, is het noodig een geschiedkundig overzigt te geven van de verschillende stadiën, die het vraagstuk der havenverbetering van Bastia doorloopen heeft.

De ontwerpen, die sedert dertig jaren door de administratie goedgekeurd zijn, hebben allen tot grondslag twee onderscheidene hoofddenkbeelden, strekkende het eene om de oude haven ruimer en veiliger te maken en het tweede om eene nieuwe haven aan te leggen in den inham van St. Nicolaas.

De inrigtingen, waardoor aan de haven van Bastia eene voldoende veiligheid kan worden verschaft, zijn niet zeer geschikt om de nuttige ruimte aanmerkelijk uit te breiden: want bij een naar het noorden, noordoosten of oosten gekeerden ingang, is de voorhaven in ongunstige jaargetijden veelvuldig aan beroering blootgesteld; zeer groote waterdiepten worden aangetroffen op geringen afstand van de citadel, met hare loodregte wanden, en het onvoldoende der ruimte is nog merkbaarder aan de landzijde, waar bij de oude haven geene plaats voor nieuwe werken beschikbaar is. Deze beletselen hebben het denkbeeld doen ontstaan van den aanleg eener nieuwe haven in den inham St. Nicolaas, die alleen tegen zuiden winden beschermd maar ruim is en goeden ankergrond heeft en waar de bodem veel minder steil is dan bij de citadel; de bodem bestaat in den eigenlijkem inham

(*) De gewone dienst van ingenieur voor de haven van Bastia was van 1835 tot 1856 opgedragen van den heer Vogin, van 1856 tot 1861 aan den heer Chanson en na 1861 aan den heer Doniol; de werken op Corsika zijn na 1856 door den heer Vogin, als hoofdingenieur, bestuurd.

uit rotsgrond en zand, en geheel uit zand op de diepten van meer dan 10 M. Alleen vooraan in den inham St. Nicolaas is het terrein geschikt voor den bouw van nieuwe wijken in de nabijheid van de zee. Deze inham heeft het ongerief dat de slib van de beek Fango er nederslaat; maar deze is gedurende het grootste gedeelte van het jaar bijna droog en loopt over 4 K.M. tusschen rotsachtige gronden: zij verkrijgt alleen bij overstrooming het karakter van rivier en voert dan alleen eenigzins belangrijke hoeveelheden slib mede.

Drie ontwerpen werden den 1sten September 1844 aan een onderzoek onderworpen: het eerste bestond in verbetering van de oude haven, door den aanleg van een dam, uitgaande van de citadel, waardoor de beschutte oppervlakte met 2 H.A. vergroot werd en de invaart aan de noordzijde zoude komen; de kosten waren begroot op 902 475 gulden. Het tweede ontwerp bevatte eene haven van 12 H.A. in den inham St. Nicolaas, met invaart op het noorden en vereischte eene uitgaaf van 1 204 875 gulden. Het derde ontwerp beoogde eene haven van 12 tot 13 H.A. in den inham St. Nicolaas, met ingang op het zuiden en was op ongeveer 1 420 000 gulden begroot; de dam, aangelegd in diepten van hoogstens 14 M., zou in het geheel 642 M. lang zijn, eene doorvaart van 85 M. overlaten tusschen den kop en het strand en ongeveer 3 H.A. beschutte ruimte bevatten, in de diepten van meer dan 8 M. Men meende dat het eerste ontwerp, waarbij de oude vergroote haven in het geheel niet meer dan 5 H.A. oppervlakte bekwam, den tegenwoordigen toestand kon verbeteren, maar niet geschikt was om in toekomstige behoeften te voorzien. Inlandsche zeelieden verzekerden, dat eene invaart op het noorden veel minder veilig zou zijn dan eene op het zuiden; daarenboven zou de aanleg van eene invaart op het noorden meer ongerief opgeleverd hebben voor de St. Nicolaashaven dan voor de oude haven, vermits ten noorden van den St. Nicolaasdam langs de kust een zeer ongelijke rotsbodem wordt aangetroffen, die het invaren zeer gevaarlijk zou gemaakt hebben.

Het algemeene gevoelen ter plaatse sprak luid ten voordeele van den aanleg eener haven in den inham St. Nicolaas met invaart op het zuiden, en dit ontwerp werd bekrachtigd bij de wet van 18 Julij 1845, waarbij voor de uitvoering eene som van 1 653 750 gulden werd toegestaan, waarvan 1 417 500 ten laste van den staat en 236 250 gulden ten laste van de stad Bastia.

Het subsidie van de stad Bastia moest verkregen worden uit de opbrengst eener belasting op koren en meel, van 0.25 gulden per H.L.; de magtiging tot heffing dezer belasting werd, na langen tijd door de regering geweigerd te zijn, bij een besluit van den president der republiek van 24 Januarij 1849 verleend. De werken, waarvan de aanleg bij de wet van 18 Julij 1845 was bepaald, werden den 30sten Augustus 1849 te Marseille in het openbaar aanbesteed, maar er bood zich geen enkele aannemer voor deze besteding aan, hetgeen werd toegeschreven aan het bij het bestek bepaalde verbod om natuurlijke zinksteen van minder dan 0.80 M³. te gebruiken, en aan de noodzakelijkheid om vooraf eene wijkplaats in te rigten, ten einde, bij stormweder, het voor de uitvoering van den dam noodige drijvend materieel te kunnen bergen. In het belang van den plaatselijken handel bepaalde de administratie dat die wijkplaats in de oude haven moest worden ingerigt: daarvoor moest deze beter tegen de heerschende winden beschut en zijne nuttige oppervlakte door kunstwerken vergroot worden. Daar het hoofddoel was, eene schuilplaats te vormen voor het drijvend materieel der toekomstige onderneming van de St. Nicolaashaven, wilde men de woeligheid der oude haven met de minste kosten verminderen; en om dat beperkte doel te bereiken besloot men tot verlenging van het genuesche havenhoofd. Bij ministeriele beschikking van 11 September 1851 werd een ontwerp goedgekeurd, waarvan de kosten waren geraamd op 180 000 gulden, met inbegrip van 20 700 gulden voor materieel, voor den aanleg van een boogvormigen dam ter lengte van 105 M., uitgaande van het punt *A* van den genueschen dam en strekkende naar het zuid-zuid-oosten, ten einde zooveel mogelijk de invaart te beschutten; men behield zich overigens voor, de lengte van dezen dam eerst definitief vast te stellen, na waarneming van de uitwerking tijdens de verlenging.

De aanbesteding der werken tot verlenging van den genueschen havendam werd den 28sten Julij 1852 goedgekeurd, en na het jaar 1853 kwam men tot de erkenning, dat het te verkiezen was aan de verlenging niet de bij het oorspronkelijk ontwerp bepaalde lengte van 105 M. te geven; zonder de haven krachtdadig tegen de zuid-oosten-winden te beschermen, zou men de beweging der schepen bemoeijelijkt hebben bij noorder en noordooster stormen, die hevig op de steile rotsen der citadel beuken; de schepen zouden blootgesteld geweest zijn aan het gevaar om op die rotsen verbrijzeld te worden, wanneer zij door de verlenging van den dam gedwongen waren geworden om digt langs de kust te varen. In eene conferentie van het beheer der marine en dat van de bruggen en wegen, in Maart 1853 gehouden, werd erkend dat de beste oplossing voor

verbetering der oude haven van Bastia bestond in: 1°. beperking van de verlenging van het genuesche havenhoofd tot een vijftigtal meters; 2°. bescherming van den ankergrond tegen oost-zuid-ooster en zuidooster stormen door den aanleg beneden de citadel van een dam, uitgaande van de Draakpunt; 3°. opruiming van de rots *D*, genaamd de Leeuw, om de beweging der schepen bij het in- en uitvaren gemakkelijk te maken. De verlenging van het genuesche hoofd werd inderdaad tot 55 M. beperkt; de werken, die in de waterdiepten van 8 tot 10 M. werden uitgevoerd, kwamen in 1854 gereed; de breedte van het hoofd is op de kruin 10.50 M. en de dwarsdoorsnede is gemaakt van natuurlijke zinksteen, met eene bezetting aan de zeezijde van kunstblokken van 10 M³.

De verlenging van het genuesche havenhoofd beschermde de oude haven voldoende tegen de winden uit de streken tusschen noord en oost-noord-oost; eene minder volledige, maar toch merkbare verbetering was verkregen ten opzigte van de winden uit het oost-noord-oosten tot het oosten; er bleef nog overig, de oude haven te beschermen tegen de winden uit het oosten tot het zuid-oosten, en met dat doel werd het ontwerp opgemaakt voor den aanleg van den Draakdam, bij ministeriele beschikking van 31 Mei 1854 goedgekeurd; de kosten volgens dat ontwerp beliepen 383 000 gulden; de aanleg van den Draakdam werd in 1855 aangevangen en in 1863 voltooid.

De Draakdam strekt in de rigting van het noord-noord-oosten en is in het geheel 150 M. lang; de breedte van de invaart op de waterlijn, tusschen den kop van den dam en dien der verlenging van den genueschen havendam, is 81 M.; in de as van den dam wisselt de waterdiepte af van 6 tot 16 M.; zij bereikt bij de invaart en aan de einden der taluds 12 M. aan de haven- en 18 M. aan de zeezijde. Het ligchaam van den dam (zie zijne dwarsdoorsnede plaat 8, figuur 1), bestaat uit drie fundamenten van verschillende klassen van zinksteen, aan de zeezijde beschermd door eene bezetting van kunstblokken van 10 M³. De onderstaande tabel geeft eenige aanwijzing omtrent de rangschikking en indeeling der zinksteenblokken, voor welke bij het bestek het gewigt op 2670 K.G. den M³. bepaald was.

Aanduiding der klassen.	Gewigt van elk blok.			Betaalde prijs per M³.	Geleverde teerling inhoud.
	Minimum.	Maximum.	Gemiddeld		
	K.G.	K.G.	K.G.	gulden.	M³.
Eerste . .	15	100	—	2 994	10 570
Tweede. .	100	1 350	725	3 274	10 878
Derde . .	1 350	4 050	2 700	4 397	8 283
Vierde . .	4 050	—	5 500	5 286	4 755

Ten einde het gemiddeld gewigt te verkrijgen, bij het bestek bepaald, werd aan het einde van elke week eene wijziging in de registers aangebragt door de kleinste blokken van elke klasse in de onmiddellijk voorgaande over te brengen, tot dat het gemiddelde gewigt voor die klasse bereikt was. Indien men dus buiten rekening laat de kleine blokken der eerste klasse, bestemd om de groote diepten te vullen, kan men het gemiddelde gewigt per blok voor de drie andere klassen te zamen op 2358 K.G. vaststellen. Men heeft 65 ten honderd van den zinksteen over zee, het overige over land aangevoerd. De geheele teerling inhoud van de door den staat betaalde zinksteen, bedraagt, volgens de weging, 34 486 M³. en de ruimte, door dien steen ingenomen, gemeten van de op den dam genomen profillen, beloopt 50 107 M³.; waaruit volgt, dat het ledig van den zinksteen van den Draakdam 31 ten honderd zou bedragen. Bij de begrooting was dat ledig op 33 ten honderd berekend. De bij het ontwerp berekende hoeveelheid kunststeen is overschreden, doordien wegens zettingen en beschadigingen het talud aan de zeezijde tijdens de uitvoering op nieuw is gezet moeten worden; deze noodzakelijkheid om op de buitentaluds een grooter aantal kunststeenen aan te brengen dan volgens het normaalprofil zou gevorderd worden, wordt in het algemeen bij den aanleg van havendammen ondervonden. Het geheele aantal blokken van 10 M³., die aan den Draakdam verwerkt zijn, bedraagt 1845; daarvan zijn 316 op den dam en de overigen op de werf gemaakt. Over het algemeen zijn de blokken vier maanden na hunne vervaardiging te water gelaten Ten einde eene regelmatige afdekking van kunstblokken te verkrijgen, zijn twee op elkander gestelde lagen op het werk gemaakt. Het bovengedeelte der fundering van den kop is ter hoogte van 5 M. van kunstblokken van 10 M³. gemaakt; deze kop zou duurzamer geworden zijn en steilere taluds aan de zijde der invaart hebben kunnen bekomen, indien hij geheel van kunstblokken ware gebouwd.

De schutsmuur heeft eene gemiddelde dikte van 2.25 M., naar boven met $\frac{1}{20}$ verminderende. De dekzerk, die eene helling overdwars van 0.05 M. heeft, ligt met het bovenvlak op 6.85 M. boven hen peil van laagwater; de bevloerde berm, die langs den geheelen schutsmuur strekt, is 2.25 M. breed, 'tgeen onvoldoende voorkomt, alhoewel de Draakdam niet bestemd is, om als los- en laadplaats gebezigd te worden. Met het metselwerk is den 10den Maart 1858 aangevangen, kort nadat de kern van den dam van zinksteen voltooid was; het kwam in Februarij 1860 tot aan den kop gereed; maar dewijl de stormen van 11 November

1860 zettingen hadden veroorzaakt, werd eerst in 1861 het metselwerk voor den kop hervat en kwam dit in Januarij 1862 gereed. De zettingen hadden eene scheur tusschen den wortel en den hoofdtrap (zie den plattegrond en den opstand, plaat 8, figuren 2 en 3) en vier scheuren nabij den trap doen ontstaan. De wijdte dezer scheuren was 4 tot 5 m.M. en nam eenige millimeters toe, ten gevolge van de stormen van 25 Februarij 1861 en 10 Februarij 1862. Een hevige storm, den 25sten November 1862, na voltooijing van het metselwerk van den kop, opgekomen, veroorzaakte tusschen den hoofdtrap van den dam en dien van den kop twee nieuwe scheuren, welker wijdte van 35 tot 4 m.M. afwisselde en waarvan de opening aan den top door de stormen die tusschen 25 November 1862 en 3 Januarij 1864 woedden, verwijd werd; na laatstgenoemd tijdstip heeft de Draakdam geen noemenswaardige beweging ondergaan; aan de kruinlijnen van den dam, die bij den bouw horizontaal waren, zijn de in onderstaande tabel aangegeven zettingen waargenomen:

Aanduiding der werken welke gezakt zijn.	Geheele helling.		Helling per M.	
	1861.	1864.	1861.	1864.
	M	M.	M.	M.
Kruinlijn der deklaag van den schutsmuur . . .	0.43	0.64	0.003	0.005
Kruinlijn der deklaag van den berm	0.40	0.49	0.003	0.004

De overhelling van den schutsmuur naar de zeezijde heeft ongeveer 0.07 M. bedragen; en het gedeelte van dien muur, begrepen tusschen den hoofdtrap en den kop, dat over eene lengte van 50 M. in regte rigting gebouwd is, beschrijft een boog, waarvan de bolle zijde naar zee is gekeerd, met een pijl van 87 m.M. De bewegingen van den schutsmuur komen vooralsnog niet verontrustend voor; vermoedelijk zouden zij minder omvang gehad hebben, wanneer het metselwerk 5 tot 6 jaar na de voltooijing van den dam uitgesteld ware en indien men de wanden dan hellend gemaakt en den muur dieper gefundeerd had. Ten einde nieuwe zettingen te voorkomen, werden gedurende de zomers van 1862 en 1863 versterkingswerken uitgevoerd, bestaande in: het zinken van 0.054 M³. beton bevattende zakken in de holten tusschen de onderzeesche kunstblokken; het ingieten van hydraulischen beton boven en in het water; het vullen met beton van de ruimte tusschen den teen van den mnur en de eerste laag der op het werk vervaardigde kunstblokken; het vervaardigen op het werk van de twee rijen kunstblokken *M* en *N* en het op nieuw bezetten van het talud van den dam op de plaatsen waar het meest behoefte aan versterking bestond. De latere bevestigingswerken hebben de holten in het bovengedeelte van den dam verminderd en beletten alzoo dat de beweging van het water aan de zeezijde zich tusschen de openingen in den dam voorplant.

De totale kosten van aanleg van den dam bedragen 390 045.75 gulden, waarvan 128 818.57 gulden voor zinksteen, 126 854.30 gulden voor betonblokken, 12 914.13 voor metselwerk van den schutsmuur, ter lengte van 129 M. met inbegrip van den kop, 3 249.76 gulden voor metselwerk van den rijsberm, 1 014.27 gulden voor dat van den loswal tegenover den hoofdtrap, 12 805.44 gulden voor latere bevestigingswerken, 70 225.04 gulden voor levering van waterkalk, 9 474.23 gulden voor aankoop van verschillend materieel en 24 690 gulden voor verschillende uitgaven. De kostende prijs van den dam is dus ongeveer 1 654 gulden per strekkenden M., terwijl de waterdiepte gemiddeld ongeveer 12 M. bedroeg.

Toen de Draakdam voor twee derden zijner lengte gebouwd was, kon men zich overtuigen dat dit werk de veiligheid der oude haven van Bastia zou verzekeren en dat kon worden overgegaan tot opruiming van de rots de Leeuw, die bij de oorspronkelijke gesteldheid noodig scheen om te beletten dat de golven der zee zich in de haven voortplantten, maar die er de nuttige oppervlakte van verminderde en de beweging der schepen bij het in- en uitvaren aanmerkelijk belemmerde. Deze rots had een zwaar boven water uitstekend gedeelte en bestond uit harden leisteen, doorsneden met kwartzaderen; het ontwerp voor de opruiming werd den 29sten Mei 1857 goedgekeurd en toen de aanbesteding der werken mislukt was, werd bij ministerieele beschikking van 3 Junij 1858 magtiging tot uitvoering in eigen beheer verleend; de werken hebben vier jaar geduurd, van 1858 tot 1862. Eerst werd bij aanneming tegen den prijs van 3.80 gulden per M³., met inbegrip van het vervoer, de ontgraving verrigt van 657 M³., uitmakende het gedeelte der rots dat hooger dan 1.50 M. boven het peil van laagwater gelegen was. Vervolgens werden in de onderzeesche rots twee, door een 1.80 M. breeden rotswand gescheiden, putten gegraven; de horizontale doorsnede van de eene was 61.87 en van de andere 53.20 M². en hunne gemiddelde diepte 4.50 M. onder het peil van laagwater; men was verpligt van tijd tot tijd de spleten met cement digt te maken, ten einde de lekken te stoppen, en moest voortdurend twee Letestupompen in werking hebben tot het drooghouden der putten. Te zelfder tijd dat deze putten gegraven werden,

werden in de overige gedeelten der rots zeven en twintig gaten, ter gemiddelde diepte van 6 M. onder laagwater, geboord met steenboren, waarvan het mes 0.10 M. breed was; het boorsel werd uit de gaten opgehaald met een plaatijzeren emmertje, dat van onder digt en rondom, aanvangende 0.07 M. boven den bodem, met vele gaatjes doorboord was. Het boren van deze 0.10 M. wijde mijngaten heeft gemiddeld 14.12 gulden per strekkenden M. gekost, en wel 7.56 gulden aan arbeidsloon en 6.46 gulden voor herstelling van werktuigen. Zinken buizen, gemiddeld 11 K.G. jagtkruid bevattende, werden in de geboorde gaten geplaatst en het bovenste gedeelte van het gat, over 2 M. hoogte, bij wijze van prop, met zand gevuld. De onderzeesche rotsgedeelten, die niet door de putten noch door middel van de zeven en twintig mijngaten konden verwijderd worden, zijn opgeruimd door het springen van 304 „bombonnes" (*), bevattende elk 49 K.G. mijnkruid en en ontstoken door middel van Bickfordlont. Duikers, van een scaphander voorzien, maakten met koevoeten de blokken los, die bij de ontploffing aan den rotsbodem waren gehecht gebleven, laadden de steenstukken en het puin in plaatijzeren kisten en sloegen ijzeren kettingen om de groote blokken, die met vier op een vlot gestelde windassen werden opgeheschen. Alle uit de ontgraving van de onderzeesche rots voortgekomen steenen zijn buiten de haven, op een gemiddelden afstand van 250 M. achter de dammen, in zee geworpen. De geheele inhoud van de bij de ontgraving van de rots de Leeuw verwerkte hoeveelheden bereikte het cijfer van 3988 M³.; te weten: 657 op meer dan 1.50 M. boven het peil der zee, 750 uit de putten, 162 op geringe hoogte boven het peil van laag water verkregen door het vlak rondom de putten te effenen en 2439 in den tijd van zeventwintig maanden gesprongen door onderzeesche ontploffing van 27 mijngaten en 304 „bombonnes."

Het werk ondervond bij veelvuldige stoornis, ten gevolge van den toestand der zee, van verwisseling onder het duikerpersoneel, en van de onmogelijkheid voor de duikers om te werken, wanneer het water op den bodem der haven duister werd of wanneer het troebel werd door stoffen afkomstig uit de oliefabrieken of uit de riolen; ten einde beroering van het water tijdens de werkuren te vermijden, werd het springen van de onderzeesche rots tegen het einde van den werkdag verrigt. De onderzeesche opruiming, op een goeden werkdag, bedroeg 7.50 M³.; in de werkplaats waren drie duikers, die slechts twee van de drie dagen te water gingen; twee van hen bleven elk 5 uren onder water werkzaam en hielden gedurende de vijf overige uren het reddingtouw; de derde duiker werkte aan de windassen, op de dagen wanneer hij niet te water ging. Grootendeels hebben de duikers het ontgravingswerk van de onderzeesche rots en het vervoer bij aanneming tegen 4.75 gulden per M³. verrigt; kruid en materieel werd hun verstrekt. Bij dit stelsel was het te verwachten, dat het kruid niet gespaard zou worden, maar men trok er het voordeel van, dat met ijver door de duikers werd gewerkt, wier arbeid en onder water bestede tijd steeds moeijelijk is na te gaan. De eerste onderzeesche werken aan de rots, die als grondslag voor de prijsbepaling hebben gediend, zijn niet bij aanneming verrigt kunnen worden, evenmin de opruiming der laatste stukken, welke geëffend moesten worden om de minimum diepte van 5.50 M. onder laag water te verkrijgen en wier ontgraving te veel moeijelijkheid opleverde om per M³. betaald te kunnen worden. De gezamenlijke uitgaven hebben 52 865.27 gulden bedragen; daar de werken in eigen beheer uitgevoerd zijn, kan door ontleding van de betalingen dit totaal naar de onderdeelen van het werk gesplitst worden; deze splitsing volgt hieronder en toont in bijzonderheden de kosten aan, die voor het springen van het onderzeesche deel van de rots gevorderd zijn.

	gulden.
De inrigting van de werf voor de opruiming van den Leeuw heeft gekost	621.81
De ontgraving van 657 M³. op meer dan 1.50 M. boven laagwater, tegen 3.78 gulden per M³., heeft gekost.	2483.46
De kosten van toezigt en verschillende uitgaven bedragen	1324.42
De uitgaven voor verschillende onderzeesche opruimingen, te zamen 2.90 M.², en op verscheidene plaatsen in de haven, buiten den Leeuw, verrigt, beloopen.	3373.93

Volgnummer der putten.	Ontgraven M³.	Uitgaven voor: ontgraving.	uithalen en vervoer.	herstelling van gereedschappen.	kruid, lont en kardoezen.	Totale uitgaaf.	
		gulden.	gulden.	gulden.	gulden.	gulden.	
1	464	1262.02	1138.21	280.19	614.39	3294.80	
2	266	654.73	1003.52	106.12	210.36	1971.74	
Tot	730	1916.75	2141.73	386.31	824.75	5266.54	5266.54
Uitgaaf per M³.		2.62	2.93	0.53	1.13	7.21	
					Totaal		13070.15
De geheele uitgaaf, ten laste der onderneming gebragt, is							52865.27
Zoodat voor de opruiming der rots door onderzeesche ontploffingen overblijft							39805.12
Tusschen het laagwatervlak en een horizontaal vlak 1.50 M. daarboven, is 162 M³. ontgraven, waarvan de kosten niet meer dan 3.78 gulden per M³. beloopen, dus 162 × 3.78							612.36
Blijft voor het aandeel in de kosten van 2439 M³. onderzeesche ontgraving, losgemaakt door onder water gesprongen mijnen							39192.76

(*) Aldus de tekst. (Red.)

De gemiddelde prijs per M³. der onderzeesche opruiming is alzoo 16.07 gulden en kan volgens de rekenpligtige bescheiden van de verrigte werken aldus ontleed worden:

Aanduiding der werken en leveringen, voor het opruimen van een M³. onderzeesche rots.	Uitgaven per artikel.	Uitgaven per soort van werk.
	gulden.	gulden.
1 uur 22 min. duiker met den scaphander, à ƒ 2.20	3.00	
1 uur 22 min. voor den duiker bij het reddingtouw, à ƒ 0.17	0.23	
1 uur 22 min. voor den reserveduiker, helper aan de windassen, à ƒ 0.17	0.23	
0.40 daggeld voor een gewoon werkman aan de luchtpomp, à ƒ 0.95	0.38	4.79
0.13 daggeld voor een schipper, tot het besturen der schuiten, à ƒ 1.42	0.18	
0.65 daggeld voor een geoefend arbeider aan de windassen en op de vaartuigen, à ƒ 1.18	0.77	
Boren van mijngaten	0.76	0.76
Aankoop en onderhoud van een scaphander.	1.55	
Aankoop en herstelling van verschillend materieel	1.29	2.84
Bombonnes bestemd om met kruid gevuld te worden	0.39	
6.10 K.G. mijnkruid à ƒ 1.06 per K.G.	6.49	7.31
Jagtkruid, kardoezen en Bickfordlont	0.43	
Verschillende uitgaven	0.37	0.37
Totaal		16.07

Van 1841 tot 1843 is in de haven van Bastia het gedeelte *EF* der hospitaalkade gemaakt; daar destijds de haven nog niet genoegzaam beschut was, vreesde men dat meerdere uitbreiding der kaden eene gevaarlijke branding zou veroorzaken; de aanleg der verlenging van het genuesche havenhoofd en van den Draakdam verdreef die vrees, en daar nu de achter haven niet meer voor storm bloot lag, werd de verlenging *FI* der hospitaalkade gemaakt, voor welke de betonfundering op eene diepte van hoogstens 6 M. onder laag water is aangelegd.

De uitgaven, die van 1837 tot 1868 voor nieuwe werken in de oude haven van Bastia zijn gedaan, zijn hieronder opgegeven:

Versterking van het genuesche havenhoofd in 1838 en 1839 uitgevoerd	ƒ 18 267.80
Hospitaalkaden, van 1841 tot 1843 uitgevoerd	„ 13 276.98
Verlenging van het genuesche havenhoofd, uitgevoerd van 1852 tot 1854	„ 66 185.69
Draakdam, van 1855 tot 1863 aangelegd.	„ 390 045.75
Breng over	ƒ 487 776.32
Overgebragt	ƒ 487 776.32
Verlenging der hospitaalkade, 1856 tot 1859	„ 20 189.85
Opruiming van de rots de Leeuw, 1858 tot 1868.	„ 52 875.26
Boeijen, in 1862 geplaatst	„ 4 725.00
Kade en schutsmuur, in 1863 op het genuesche hoofd gebouwd	„ 47 148.75
Roode en groene lichten, op de beide uiteinden van den doorgang, 1861 tot 1863	„ 567.00
Vuurtoren op de citadel, in 1864 gebouwd.	„ 6 788.31
Riool langs de haven, in 1866 gebouwd.	„ 4 725.00
Zuiderkade, 1866 tot 1868	„ 33 230.92
Weg langs de haven, 1866 tot 1868.	„ 12 288.32
Verschillende uitgaven	„ 7 100.27
Te zamen.	ƒ 675 675.00

De oude haven van Bastia heeft eene oppervlakte van 5.5 H.A., waarvan 2.33 H.A. in de voorhaven en 3.17 H.A. voor de eigenlijke haven, welke na den aanleg van den Draakdam zeer veilig is. Zij heeft de volgende nadeelen: de schuine ingang maakt het invaren voor groote schepen moeijelijk, inzonderheid bij noordoosten winden en des nachts; de bodem van de achterhaven bestaat ten deele uit rotsen, waarop eene onvoldoende waterdiepte wordt aangetroffen; de voorhaven is te digt bij den ingang, waardoor de schepen er alleen bij zomerstilte kunnen ankeren; de achterhaven biedt te weinig ruimte aan voor de behoeften der scheepvaart, van welker beweging gedurende het jaar 1867, in- en uitgaande vereenigd, hieronder eene gedetailleerde opgaaf volgt:

Soort van scheepvaart.		Aantal schepen.	Tonnen.
Postdienst gesubsidieerd door Frankrijk		156	30 507
Postdienst gesubsidieerd door Italie		104	23 920
Niet gesubsidieerde stoomvaartlijnen		223	51 290
Gestationneerd, als belast met de kustbewaking.		16	—
Oorlogsvaartuigen, behalve de stationnerende.		46	—
Te zamen voor de stoomvaart		545	105 717
Zeilschepen	metende minder dan tien ton.	260	1 011
	met ballast in- of uitgevaren.	448	31 770
	stilliggende.	76	4 933
	voor de hoogovens van Toga.	445	39 815
	voor kalk en kalkaarde ten dienste der openbare werken	36	3 065
	voor verschillende koopwaren.	282	20 625
Totaal		2 092	206 936

Sedert 1 December 1859 erkende het opperbestuur de ongenoegzaamheid van de oude haven van Bastia, en gaf het last tot het opmaken van een ontwerp van een dam, bestemd tot dekking van St. Nicolaas inham.

Het tracé, dat bij de wet van 16 Julij 1845 bekrachtigd was, scheen te bekrompen, waarom achtereenvolgend verschillende plannen werden aangeboden, ten doel hebbende om eene haven te verkrijgen, ruim genoeg om een zeker aantal groote schepen te kunnen bergen, waarin deze eenen gemakkelijken ingang en een genoegzaam beschutten ankergrond zouden vinden, en die alzoo aan alle toekomstige behoeften zou voldoen. De St. Nicolaasdam, met welks aanleg in 1864 begonnen werd, bestaat uit drie regte gedeelten, (zie het plan van Bastia, plaat 7, figuur 10); de rigtingen van het eerste gedeelte, of het worteleinde, en van het laatste gedeelte aan de zeezijde maken onderling een hoek van nagenoeg 90° en zijn verbonden door een schuin gedeelte, lang 192 M.; het eerste gedeelte is insgelijks 192 M. lang, gemeten uit den keizerlijken weg, waarvan de teen eertijds door de zee bespoeld werd; de plaats, welke door de werf tot vervaardiging der kunstblokken is ingenomen, is door aanhooging in zee verkregen. De as van den zeedam, met welks aanleg in 1868 begonnen is, is gerigt op den kop van den Draakdam; volgens het oorspronkelijke, door het decreet van 3 Augustus 1862 bekrachtigde ontwerp, zou de zeedam in evenwijdige rigting en 60 M. meer naar de landzijde gekomen zijn. Het oorspronkelijk ontwerp voldeed ruimschoots aan de behoeften van den plaatselijken handel; maar de gemeenteraad van Bastia en de algemeene raad van het departement Corsika drongen er sterk op aan, dat de dam 60 M. verder zeewaarts zou gelegd worden, ten einde eene grootere ruimte voor de oorlogsmarine toegankelijk te maken.

De verplaatsing van den zeedam werd in beginsel aangenomen bij ministeriele beschikking van 21 Junij 1866 en definitief goedgekeurd bij decreet van 1 Junij 1867, waarbij de som van 2 278 000 gulden, die voor den aanleg van den St. Nicolaasdam toegestaan was, werd verhoogd tot 2 940 000 gulden.

De haven van Bastia zal, in weerwil van deze uitbreiding, niet zulk een ruimen ankergrond hebben, als de oorlogsmarine voor hare evolutien behoeft en die overigens slechts kunstmatig kan worden verkregen ten koste van ongemeen groote uitgaven.

Maar te Bastia kwam het er op aan om voldoende afmetingen aan te nemen, ten einde tijdelijk de groote transportschepen te kunnen ontvangen, en in geval van nood zelfs een oorlogschip. Deze mogelijkheid schijnt te moeten voortspruiten uit vergelijking van de tegenwoordige afmetingen der schepen en de plaats die voor den zeedam aangewezen is, want deze is van het strand bij den mond der Fango gescheiden door eene havenruimte van 400 M., en de afstand tusschen de lijn, voor den kant der kade van den dam vastgesteld, en de kromme lijn, die de waterdiepten van 10 M. begrenst, verschilt van 166 tot 115 M., wordende de afstand van 166 M. aangetroffen bij het snijpunt van den dam met het schuine gedeelte, dat is in het meest beschutte deel der haven. De diepgang, die in de laatste jaren voor oorlogsvaartuigen is aangenomen, bedraagt: 8.69 M. voor gepantserde schepen (*Magenta* en *Solferino*) en voor de driedekkers (*Bretagne* en *Louis XIV*), 8.39 M. voor de schepen met twee batterijen (*Napoléon* en *Algésiras*), 8.20 M. voor de gepantserde fregatten (*Normandie* en *Couronne*) en 7.64 M. voor de fregatten van den type van *la Foudre* en *l'Audacieuse*. Maar aangezien oorlogsvaartuigen niet mogen blootstaan aan de mogelijkheid van met de kiel te stooten, behoeven zij eene waterdiepte van ongeveer 10 M. op een beschutten ankergrond en van 12 M. om vrijelijk eene haven te kunnen invaren. De afmetingen van de grootste schepen van de maatschappij der Messageries (impériales) bedragen niet meer dan 115 M. lengte op het dek, 7.07 M. diepgang bij volle lading aan den achtersteven en 5.67 M. diepgang aan den voorsteven. De grootste afmetingen van de stoomschepen, die thans op de haven van Bastia varen, zijn 57 M. voor de lengte, 12.15 M. voor de grootste breedte en 5 M. voor het hol.

De lengte op het plan voor den zeedam aangegeven is 466 M., overeenkomende met eene totale lengte voor den St. Nicolaasdam van 850 M. Deze lengten zijn slechts voorloopig vastgesteld: het bestuur heeft de uitvoering der laatste honderd M. van den zeedam, met inbegrip van den kop verdaagd, ten einde de uitwerking van de eerstaangelegde werken te kunnen nagaan, alvorens het plan van aanleg der werken aan den ingang der haven vast te stellen.

Daarbij komt in aanmerking, dat de door het departement Corsika gevraagde en bij het decreet van 1 Junij 1867 goedgekeurde wijziging van het tracé niet alleen ten gevolge heeft dat de ontworpen haven grooter wordt, maar ook dat de ingang veel meer voor de zuidoosten winden open staat; de afstand tusschen den kop van den St. Nicolaasdam en het land, die bij het oorspronkelijk ontwerp 156 M. bedroeg, is vergroot tot 244 M. De zeelieden der plaats zijn altijd meer bezorgd geweest voor de noord-oosten dan voor de zuid-oosten winden,

omdat de haven van Bastia door hare natuurlijke ligging tegen golven uit het zuiden beschut is, en de noorder en noordooster stormvlagen de ruwste zijn en het meest voorkomen. Niettemin veroorzaken de zuid-ooster en oost-zuid-ooster stormen den sterksten golfslag, en waarschijnlijk zullen de uitkomsten der waarnemingen er toe leiden om tot den aanleg van een hulpdam te besluiten, uitgaande van den oever tusschen de punten *B* en *L*, of tot verlenging der Draak- en St. Nicolaasdammen, ter vernaauwing van den ingang, ten einde de haven beter tegen zuid-oosten winden te beveiligen. Volgens het in uitvoering zijnde ontwerp, zal de nieuwe haven van Bastia eene oppervlakte verkrijgen van ongeveer 21.5 H.A. en wel: 7 H.A. op de diepten minder dan 4 M.; 4.5 H.A. op die tusschen 4 en 8 M.; 3 H.A. op die tusschen 8 en 10 M.; 4.5 H.A. op die tusschen 12 en 15 M. en 2.5 H.A. op diepten grooter dan 15 M.

De kade van den zeedam wordt met den bovenkant der deklaag op 1.90 M. boven het peil van laag water aangelegd en zal gefundeerd worden op laagsgewijze gestelde kunstblokken, aan wier voet 5 M. water zal staan. Zij verkrijgt eene vrije breedte van 10 M. De aanleg van kaden op den oever is uitgesteld; zonder twijfel wordt het voorzigtig geoordeeld het flaauw hellend strand bij den mond van den Fango, waartegen de golven vrij oploopen, te behouden ten einde geen branding te weeg te brengen op de voor den zeedam liggende ankerplaatsen. De bouw van den schutsmuur is uitgesteld ten einde den St. Nicolaasdam tijd tot zetting te geven, en zooveel mogelijk het ontstaan van scheuren te voorkomen, zooals die zich in den muur van den Draakdam hebben voorgedaan en die voor den zeedam nog meer te duchten zouden zijn, omdat daar de gemiddelde diepte beneden den laagsten waterstand ongeveer 21 M. bedraagt.

De breedte van den St. Nicolaasdam voor het eerste regte gedeelte en voor het schuine gedeelte (plaat 8, figuren 5, 6 en 7) is ongeveer 27 M. op de waterlijn en 44 M. op eene waterdiepte van 7 M., onder welke de taluds zoowel aan de zee- als aan de havenzijde bij 1 M. aanleg op 0.70 M. hoogte worden aangelegd. Eerst wordt door middel van een ponton de slecht behouwen breuksteen of die van de eerste klasse, waarvan het gewigt 10 tot 100 K.G. bedraagt, gestort tot vorming van de kern van den dam; deze fundering wordt als voltooid beschouwd, wanneer 6.75 tot 7.25 M. diepte onder laag water wordt gepeild: de deklaag verkrijgt eene breedte van 30 tot 35 M. Deze eerste fundering wordt vervolgens overdekt met steenen der tweede en derde klasse dooreengemengd, en dus met groote blokken, die met wagens uit de groeven op den dam aangevoerd worden. De verhouding, die, volgens het normaal profil, tusschen de steenen van de eerste klasse en de groote stukken moet bestaan, hangt af van de waterdiepte in de as van den dam; zoo moet bij eene waterdiepte in de as van 16 M. de teerling inhoud der steenen van de eerste klasse twee derden van de levering uitmaken; daar de groeven der landstreek niet meer dan een derde aan groote blokken opleveren, wordt voor den steen der eerste klasse niet meer dan naar de gevorderde verhouding in rekening gebragt en het gevolg van een en ander is dat de bekleeding der taluds aan de havenzijde, in de diepten van meer dan 7 M., voor welke slechts steenen, meer dan 40 K.G. wegende, worden toegelaten, grootendeels uit groote blokken bestaat, hoewel daarvoor steen van de eerste klasse in het profil voorkomt en ook betaald wordt. De blokken van de tweede en derde klasse worden aangenomen in de verhouding, waarin zij uit de groeven komen. Het minimum gewigt bij het bestek als verbindend vastgesteld is 725 K.G. voor de tweede en 3 900 voor de derde klasse; daar dit laatste cijfer vrij hoog is, worden te Bastia gemiddeld slechts 35 ten honderd blokken van de derde tegen 65 van de tweede klasse verkregen, 't geen voor de tweede en derde klassen te zamen een gemiddeld gewigt van 1 836 K.G. per blok uitmaakt.

Daar het ligchaam van den St. Nicolaasdam hoofdzakelijk uit twee soorten van steenfundering bestaat, namelijk van steenen der eerste klasse en van groote blokken, zoo kunnen alle aanneembare blokken, naar gelang zij uit de groeven komen, spoedig zoowel te land als over zee aangevoerd en gebruikt worden. De aannemer laat op den rand van den dam, aan de zijde van de toekomstige haven, eene rij groote blokken zinksteen opstellen, ten einde de op den dam aangelegde sporen tegen gewonen golfslag te beveiligen. Vervolgens wordt overgegaan tot het zinken der gemetselde blokken van 10 M³., die, na gedurende vier maanden op de werf te hebben gelegen, over land vervoerd en op het buitentalud van den dam geworpen worden, 't welk deze alleen vermogen in stand te houden; en men plaatst voorloopig eene rij kunststeenen op de kruin van den dam, ten einde zooveel mogelijk de spoorstaven tegen de uit zee komende golven te beschutten. De bekleeding van den voet der taluds aan de zeezijde geschiedt met over land aangevoerde zinksteen en nadat aldus de grondlaag is voltooid, wordt de taludvormige fundering van kunststeenen van 10 M³. afgewerkt, waartoe die steenen over zee aangevoerd worden;

zij rusten op de fundering van zinksteen, waarvan de kruin op de diepte van 7 tot 7.50 M. onder laagwater gehouden wordt. Voor de uitvoering van den bovenbouw van den dam wordt de rij blokken van 10 M³., die voorloopig tot dekking op de kruin van het werk gesteld was, gedurende den zomer op het talud geworpen; tot aanvulling van de holten in het bovengedeelte der fundering van kunstblokken, worden eenige blokken zinksteen gestort; tot bescherming tegen overslag van water worden losse planken en met beton gevulde zakken gebezigd en op geteerd linnen wordt eene laag hydraulische beton gestort, waarop een rijsberm van 12 M. breedte gemetseld wordt; eindelijk wordt op dezen rijsberm de bekrooning van den dam gesteld, bestaande uit eene laag blokken van 10 M., eene laag blokken van ongeveer 15 M³. en drie lagen blokken van 20 M³. De kostende prijs dezer op het werk en volgens regelmatige vormen vervaardigde blokken is geringer dan die der op het talud gezonken blokken; maar de teerling inhoud van het metselwerk is grooter, omdat het minder holten heeft: de hoeveelheid hydraulische beton die aan de fundering verwerkt is, beloopt gemiddeld 9.50 M³. per strekkenden M, met inbegrip van een halven M³. voor den beton in zakken. Dit stelsel zou niet aangewend kunnen worden op plaatsen, waar de zee voortdurend woelig is; maar te Bastia is zij gedurende een deel van den zomer zoo kalm, dat eene lengte van 60 M. bekrooning in den tijd van een jaar is gemaakt kunnen worden. De vrije ruimte van 2.05 M., die op den rijsberm behouden is, gedoogt dat daar, in het begin van den zomer, de kunstblokken worden vervaardigd, die bestemd zijn om, zoo noodig, in den herfst, tot versterking, op de taluds te worden geworpen. Het aantal der kunstblokken, die voor den aanleg van den dam gezonken zijn, bedraagt ongeveer 6 per strekkenden M.

Voor de sporen, die de groeve met den St. Nicolaasdam verbinden en die gedeeltelijk op den buitenberm van den 6 M. breeden (keizerlijken) weg zijn aangelegd, zijn spoorstaven gebezigd, wegende 18 K.G. per strekkenden M.; de kleinste straal der bogen is 25 M., de grootste helling, door geladen wagons te beklimmen, is 1 c.M. per M. en de grootste helling, waarop geladen wagons moeten afgelaten worden 8 c.M.; door middel van rebroussementsporen kunnen de wagons zeer steile groeven bereiken; zij zijn van een voetrem voorzien, om bij het afloopen der hellingen de snelheid te kunnen temperen. Ten einde de kans van ontsporen te verminderen, worden de groote steenblokken stevig vastgezet op de wagons met vasten vloer, welke op de dienstsporen gebezigd worden; terwijl door middel van een op den dam opgestelden bok de blokken op de wagons met beweegbaren vloer worden overgeladen. De spoorbaan is enkel door eene sloot van den keizerlijken weg gescheiden en de overwegen op dezen weg worden alleen bij den overgang van treinen door een ketting afgesloten.

De werf is tegen golfslag beschermd door eene rij van 2 op elkander gestapelde blokken van 10 M³.; zij heeft eene oppervlakte van 8 000 M². en kan 550 blokken van 10 M³. bevatten. De blokken worden gestort door middel van een wagon (plaat 8, figuren 8 en 9), voorzien van een uit vier einden spoorstaaf bestaanden vloer, die om een horizontale as beweegbaar is, waardoor de wagon met de vier wielen op de spoorstaven kan blijven staan, terwijl de vloer met dommekrachten opgewonden wordt, om het blok op het talud te werpen; de kussenblokken zijn van gegoten ijzer; een stel vijzels en een wagon zijn voldoende om dagelijks vier kunstblokken te verwerken. Het vervoer der kunstblokken en het aanbrengen op de taluds geschiedt ook over zee met een ponton (plaat 8, figuren 10 en 11) (*), groot genoeg om vier blokken te bevatten, doch die gewoonlijk slechts met drie blokken beladen wordt, ten einde beter de schokken te kunnen wederstaan, die zich doen gevoelen op het oogenblik dat een blok wordt afgelaten. Het blok van 10 M³. wordt in een uur en twintig minuten opgeligt door 16 man, werkende aan vier vijzels; het wordt naar den greppel gebragt, die eene helling heeft van 4 m.M. per M., 1.62 M. breed en 0.33 M. diep is, en waarin het door êene ploeg van 22 man en 3 muilezels met eene snelheid van 100 M. in vijf of zes minuten voortbewogen wordt; de wagon, waarop het blok geladen is, gaat daarna over op het loodregt op den greppel aangelegde spoor, leidende naar de ladingplaats, welke evenwijdig aan de rigting van den golfstroom is aangelegd, opdat de in lading zijnde ponton minder aan slingeren dan aan stampen blootgesteld zou zijn. Het achtereinde van den ponton wordt bij de ladingplaats gebragt, welke uit een wipbrug bestaat, waardoor, onafhankelijk van de geringe verschillen in waterhoogte, door het tij teweeg gebragt, steeds gemeenschap kan worden onderhouden tusschen het spoor op den wal en dat op den ponten. Door middel eener balans wordt de wipbrug opgeligt om het uiteinde te kunnen brengen in de daarvoor aan de achterzijde van den ponton gespaarde opening; met twee aan het einde der ladingplaats aanwezige ijzeren haken wordt de ponton in dezen stand bevestigd.

(*) *a*, Opening; tot het doorlaten van den wagon gespaard in den tijdelijken schutsmuur, bestaande uit twee lagen op elkander geplaatste blokken van 10 M³. tot beschutting van de werf tegen golfslag.

Om nu een kunstblok scheep te brengen, wordt de wagen, waarop het geladen is, aan het einde van een ketting gehaakt, die om de spil van het windas van den ponton loopt. Nadat de blokken scheep gebragt zijn, worden de haken losgemaakt, waardoor de ponton vrij komt, die door middel van boeijen naar de stortplaats verhaald wordt; op de einden der spoorstaven worden ijzeren stopblokken bevestigd, om den ledigen wagen tegen te houden, nadat het blok afgelaten is. Dan wordt overgegaan tot het storten van het laatst scheepgebragte blok, waartoe de stopblokken, die onder de wielen van den wagen geplaatst waren, weggenomen worden, terwijl men den ketting van het windas laat vieren; op de stootblokken gekomen, neemt de wagen plotseling een hellenden stand aan en het blok valt in zee; de wagen wordt vervolgens door een bok opgeligt en op het rijspoor gesteld, ten einde een tweede blok te kunnen aflaten. De natuurlijke steenblokken worden eveneens met eene wipbrug scheep gebragt; de voor het vervoer dezer steenen bestemde pontons hebben aan de zijden kisten, elk ter inhoud van 1.60 M³., en in het midden eene spoorbaan, waarop zich de met steen van de eerste klasse beladen wagens bewegen, die in de kisten verdeeld wordt; nadat deze kisten gevuld zijn, worden de wagons beladen met steenen van de derde klasse op het spoor gebragt; op de stortplaats gekomen, worden de kisten losgemaakt; welker inhoud door de schommeling van den ponton in zee wordt gestort: voor het zinken van de groote blokken van de derde klasse wordt op soortgelijke wijze gehandeld, als boven voor de kunstblokken beschreven is.

Het materieel is op het werk vervaardigd in de werkplaatsen van den heer Berneau, aannemer van den dam.

De hoofdafmetingen der pontons zijn in de onderstaande tabel vervat.

Omschrijving der hoeveelheden.	Ponton voor kunstblokken.	Ponton voor natuurlijke steen.
Lengte op het dek	25.30 M.	19.20 M.
Grootste breedte op het dek	8.00 »	5.65 »
Diepgang, ongeladen	0.85 »	0.50 »
» geladen	1.40 »	0.85 »
Hoogte van het dek boven water, wanneer de ponton geladen is	1.50 »	1.15 »
Aantal tonnen, aangevende het gewigt der blokken, die op den ponton kunnen geladen worden	100	30
Aantal minuten, gemiddeld besteed voor: laden van den ponton.	45	55
lossen van den ponton	75	10
vervoer over zee over eene lengte van 100 M.	20	10
Aantal reizen gedaan door den ponton bij stille zee	4	9
Teerling inhoud van de natuurlijke of aantal van de kunstblokken, die bij stille zee in een dag kunnen geladen worden.	12 M³.	100
Waarde van den ponton, op zich zelf	*f* 7 560	*f* 4 253
Waarde van toebehooren en takelwerk van den ponton	» 5 200	» 1 418
Inhoud	150 ton	65 ton

De kosten der aan de fundering van den St. Nicolaasdam verwerkte blokken zijn in onderstaande tabel gedetailleerd.

Aanduiding der werken.	Uitgaven aan arbeidsloon voor: uitgraven en vervoer in de groeve.	vervaardiging van mortels en metselwerk.	vervoer per spoor of over zee.	Materieel, buitengewone uitgaven en winst.	Bestede prijs na afpek van korting.
	guld.	guld.	guld.	guld.	guld.
Een blok metselwerk van 10 M³. op het talud gestort, de hydraulische kalk niet medegerekend	11.91	17.96	10.77	12.80	53.44
Een M³. vol of 2670 K.G. natuurlijke zinksteen: 1e kl.	1.20	—	1.18	0.55	2.92
	1.42	—	1.42	0.66	3.50
	1.89	—	1.65	0.85	4.39

Rekening houdende met de verhouding tusschen de vier soorten van blokken, die voor de uitvoering der gezamenlijke voor den St. Nicolaasdam aanbestede werken gebezigd zijn, en waarvan de kosten, de levering van kalk en de korting buiten rekening gelaten, 1 241 472.32 gulden bedragen, komt men tot het besluit dat de som, die voor buitengewone uitgaven en winst toegekend is, op ongeveer 25 ten honderd kan worden geschat van het bedrag der uitgaven voor arbeidsloon van allen aard. Het zij opgemerkt, dat in deze buitengewone kosten begrepen zijn de schadeloosstellingen voor de steengroeven en het wegen, de betaling van de geneeskundige dienst en van de opzigters van den aannemer, het renteverlies op het kapitaal van den borgtogt en van de inhouding voor waarborg, de inrigting der werven, de aankoop en het onderhoud van een uitgebreid materieel, en de schade, ook uit overmagt door golfslag of andere oorzaken aan dit materieel toegebragt, dat in 1868 hoofdzakelijk uit de volgende voorwerpen bestond: 1 sleepboot van 16 paardekrachten,

1 ponton voor kunstblokken, 3 pontons voor natuurlijke steenblokken, 5 kleine vaartuigen, 13 boeijen, 4500 M. spoorbaan tusschen de groeven en de werf, 1800 M. spoorbaan op de werf en op den dam, 10 vijzels, 11 dommekrachten, 6 kranen en 2 bokken in de groeven, 2 bokken op den dam, 2 mortelmolens, 4 wagons voor het vervoer van kalk in zakken en van mortel, 2 wagons voor het afwerpen van kunstblokken, 40 wagons voor het vervoer van steen der eerste klasse, 33 platte wagons voor het vervoer van blokken van de tweede en derde klasse, 3 wagons met beweegbaren vloer voor het storten der natuurlijke blokken op het einde van den dam, 8 wagens voor het scheepbrengen der blokken van de tweede en derde klasse, 6 wagens voor kunstblokken in den greppel en 10 wagens om de natuurlijke blokken op den ponton te laden. Dit materieel is voldoende voor het verwerken van 3000 M³. zinksteen per maand.

De gemetselde blokken aan den St. Nicolaasdam gebezigd vereischen minder mortel en zijn goedkooper dan de betonblokken bij den Draakdam gebezigd. Door het gebruik van deze blokken wordt de aankoop en het onderhoud der vormkasten vermeden en de kans van verweeking door de gestadige werking van het zeewater verminderd, daar de breuksteen van goede hoedanigheid minder dan de kunstmatige mortels door het zeewater wordt aangedaan, en mogt er twijfel bestaan aangaande de duurzaamheid van de gebezigde mortels, men de buitenvlakken der blokken op nieuw kan voegen met mortel van de beste soort. De gemetselde blokken staan echter meer bloot aan breken door den schok bij het afwerpen: bij de gemetselde blokken voor den St. Nicolaasdam, die vier of vijf maanden ter versteening op de werf hadden gelegen, 10 M³., bij de gewone doorsnede van 2 bij 1.50 M., inhielden en uit kleine breuksteen waren zamengesteld, bepaalden zich de bij het storten waargenomen onheilen over het algemeen tot afgestooten hoeken, die den inhoud van het blok slechts weinig verminderden. De zijde van het blok, die op den vloer van de werf rust, kan niet goed gemetseld worden en wordt daarom op een laag zand aangelegd.

Het hoofdbestuur heeft bepaald dat voor de werken van den St. Nicolaasdam minstens vier vijfden van den kalk op het werk vervaardigd zouden worden, door te Bastia de hydraulische kalkaarde van de Theil (Ardèche) te branden; het overige der levering heeft bestaan uit hydraulischen kalk van de Theil, gebluscht en gezift in zakken van 50 K.G., geleverd door de firma Pavin de Lafarge. De kalk van de Theil heeft bij de werken op Corsika steeds goede uitkomsten gegeven. In volmaakt goeden staat zijn bevonden monsters, die in 1867 van blokken van 10 M³. genomen zijn, welke drie maanden nadat zij op de werf vervaardigd waren in 1853 aan de verlenging van het genuesche havenhoofd gezonken zijn en per M³. beton 192 K.G. gebluschte kalk van Theil bevatteden.

De kalkoven van St. Nicolaas levert dagelijks zes ton levenden kalk, overeenkomende met 6764 K.G. gebluschten kalk. Het blusschen geschiedt door besprenkeling met zoet water in drie vertrekken, hebbende een gezamenlijken inhoud van 108 M³., waarin 74 ton gebluschte kalk kan geborgen worden. De kalk moet gedurende vijf dagen in de bluschkamers blijven; alvorens hij in zakken naar den mortemolen wordt gebragt, worden de ongebluschte en groote stukken afgezonderd met een hark, waarvan de tanden eene tusschenruimte van 15 m.M. hebben. De mortel bestaat uit 350 K.G. gebluschte kalk op 0.90 M³. zand, zijnde de afmeting der inhoudshoeveelheden zoodanig bepaald, dat het gewigt van den gebezigden gebluschten kalk hetzelfde blijve, onverschillig of hij te Bastia vervaardigd of van de fabriek van de Theil afkomstig is. Het specifiek gewigt van gebluschten kalk in poeder verschilt naarmate van de opgenomen hoeveelheid water en vooral van de inklinking; het gewigt van een M³. is gemiddeld 685 K.G. voor kalk in poeder, pas te Bastia gebluscht en 840 K.G. voor geziften kalk, die bij het vervoer van Ardèche naar Corsika sterk inklinkt.

Het te Bastia gebezigde zeezand bevat een derde ledig; de mortels zijn met zeewater gemaakt, onderstaande tabel geeft het gemiddelde aan van verscheidene proeven, die genomen zijn ter bepaling van hun weêrstands vermogen.

Aantal dagen gedurende welke de monsters bewaard zijn, van hunne vervaardiging tot de beproeving.			Wederstand tegen breking per c.M². in K.G.	
Droog.	In zeewater.	Totaal.	Bij uitrekking.	Bij belasting.
2	—	2	—	3.10
3	—	3	—	4.00
6	—	6	—	7.00
74	—	74	4.63	—
5	143	148	7.64	—
4	471	475	8.45	—
4	573	577	11.38	—

Uit de staten van verbruikten kalk blijkt, dat bij de werken voor den St. Nicolaasdam gemiddeld 216 K.G. is gebezigd per M³. in het water gestorte hydraulische beton, en 1350 K.G. per gemetseld blok van 10 M³.

IJZEREN BOVENBOUW VAN SPOORWEGEN IN PRUISSEN, DOOR T. A. ROCHUSSEN, A. I. C. E.

(*The Engineer*, 13 Jan. 1871, pag. 28.)

(Plaat 8, figuren 12, 13, 14.)

De voordeelen van een bovenbouw, enkel uit ijzer en staal vervaardigd, boven een uit houten dwarsliggers zijn herhaaldelijk onderzocht en algemeen erkend, mits aan de volgende eischen worde voldaan: 1°. Eenvoudigheid, sterkte en goedkoopheid; 2°. onkostbare vernieuwing van de versleten deelen: 3°. minimum van onderhoudskosten. Worden deze drie hoofdvoorwaarden niet gelijktijdig vervuld, dan zal de eenvoudigste en minst kostbare bovenbouw niet aan te nemen zijn, tenzij hij tevens de elementen van spaarzaam onderhoud bevat en niet uit aan bederf onderhevige materialen is zamengesteld. Bij het onderzoek naar de oplossing van het eerste punt, werden beproefd smalle lage T-vormige strekscbe liggers, waaraan stijfheid ontbrak, of tusschenliggende gegoten ijzeren dragers, in den vorm van schijven, kommen en massieve stoelen; het gevolg van een en ander was dat, onder de meest ongunstige omstandigheid, de geheele dragt alleen op de spoorstaaf werd overgebragt; in het eerste geval door de verdeeling van den last over eene zwakke lage basis, in het laatste door den last over onbuigzame voorwerpen te doen gaan en een schijn van veerkrachtige beweging te veroorzaken, als het gevolg der veerkracht van de op steunpunten van hard metaal geplaatste spoorstaaf.

Beide stelsels zijn eenvoudig en goedkoop in aanleg, maar bieden uit het oogpnnt van spoedige slijting en kosten van onderhoud geen voordeel aan boven de wegen met houten dwarsliggers, dewijl, met het doel om voldoende stijfheid te verkrijgen, door vergrooting der afmetingen van den strekschen ijzeren ligger en van de spoorstaaf, of door vermindering van den afstand tusschen de gietijzeren dragers, de kosten van eersten aanleg volgens beide stelsels zoo bovenmate groot worden, dat de rente van het kapitaal enkel voor de aanwending van meer gewigt van materiaal de kosten van vernieuwing der houten dwarsliggers zou overtreffen.

Het was blijkbaar dat de ware oplossing van het vraagstuk gelegen was in vermeerderde stijfheid van den strekschen getrokken ijzeren ligger, door dien verticaal zooveel te versterken als het behoud der veerkracht gedoogt, dat wil zeggen in een lange trillinggolf, tot overbrenging van den druk van een zwaren rollenden last op de aarde. Dit doel is bereikt op drie verschillende wijzen, die alle, gedurende een aantal jaren beproefd, spoedig uitgebreide toepassing vonden en waarbij men geleid was door de volgende beweegredenen. De gemiddelde twaalfjarige duur van de beste eiken liggers (onder alle omstandigheden van een groot of gering verkeer), de vernieuwing van haakbouten, het onderstoppen en rigten als een gevolg van den invloed van lucht- en warmtegesteldheid, en eindelijk het feit dat eene spoorstaaf, hoe zwaar het profil aanvankelijk ook was, onbruikbaar wordt, zoodra een halve duim van den kop afgesleten is, te zamen negen tienden van de kosten van onderhoud van een bovenbouw uitmakende, dit alles leidde tot het besluit dat de vorm der liggers zoo moest gekozen worden, dat zij uit zich zelf nagenoeg onvernielbaar zijn; dat zij zich goed vereenigen met den ballast, en deze vereeniging een duurzamen onderbouw vormt; en eindelijk, of hoofdzakelijk dat elk deel van de spoorstaaf op krachtige wijze worde ondersteund. Bij alle stelsels wordt erkend dat groote zorg voor de vorming van den onderbouw behoort gedragen te worden; ten eerste omdat het van belang is, dat deze, eens gereed zijnde, nimmer worde losgemaakt voor vernieuwingen van den bovenbouw; ten tweede omdat hij door oordeelkundige verdeeling van materialen zoo kan worden zamengesteld, dat gemakkelijke drainering en een zoowel zijdelings als in de rigting van den weg onbeweeglijke stand worde verkregen; met andere woorden dat hij in bogen niet mag uitwijken, in hellingen niet verschuiven en door zijne gelijkslachtigheid de door den bovenbouw overgebragte drukking en trilling moet te niet doen.

De ballast tot dragt van den strekschen ijzeren ligger wordt daarvoor in een greppel gelegd, ter diepte van 40 c.M., wijd van boven ongeveer 76 c.M. en 38 c.M. in den bodem, waarvan de zijden zorgvuldig zijn vastgestampt. De greppel wordt gevuld ter diepte van 15 c.M. boven den bodem met grove steenen, vervolgens ter zelfder dikte met stukken graniet, keisteenen of rotssteen en het overige met zuiver, bij verkiezing rivier-grind. Deze materialen sluiten goed ineen, zonder de doorzijging van het water te beletten, terwijl, door zijdelingsche draineerbuizen, op onderlinge afstanden van 6 M. volledige drooglegging der spoorbanen wordt verkregen; eindelijk wordt de bovenlaag van den ballast goed gewalst.

Tot zoover komen de onderscheidene bovenbouwen overeen, welke in Pruissen bekend zijn, als het eenledig stelsel van Hartwich, het tweeledig stelsel van Hilf en het drieledig stelsel van Rochussen. Bij de twee laatste stelsels is het belang der geringe kosten van onderhoud

en vernieuwing, door ongemeen goede inrigting, boven dat der geringe kosten van eersten aanleg gesteld, terwijl men bij het eerste stelsel goedkoopen aanleg van den weg met matige kosten van onderhoud getracht heeft te vereenigen.

De heer Hartwich, de uitstekende ingenieur van den Rheinischen spoorweg, nam bij het ontwerpen van het eenledig stelsel (plaat 8, figuur 12) in aanmerking, dat het gewigt van den bovenbouw niet veel meer behoeft te bedragen dan dat van een gewone spoorstaaf van 12.7 c.M., namelijk 39 K.G. per M., omdat bij vermeerdering van de hoogte de sterkte in vierkante reden toeneemt; hij verdeelde derhalve het gewigt in de hoogte en verdeelde het draagvermogen liever over eene lange dan over eene breede basis, waartoe 225 m.M. spoorstaven van 7.5 M. en wegende 46 K.G. per M., onmiddellijk in en niet op den ballast werden gesteld. De steel van dit profil schijnt zwak voor de hoogte; maar bij de talrijke breekproeven met deze spoorstaven genomen, werd de drukking eenparig van den kop tot den voet overgebragt zonder buiging van den steel te veroorzaken, die derhalve nog voor vermindering vatbaar is. Behalve voor verschillende proeflengten zijn deze rails gebezigd voor den bovenbouw op den weg Kempen—Venlo, over 18.5 K.M., Düren—Neuss lang 45 K.M., Coblenz—Neuwied lang 15 K.M. en Neuwied—Troisdorf lang 53 K.M., dikwijls op hellingen van 1 tot 80 en in bogen van 25 M. straal. Zij worden op de spoorwijdte gehouden door 38 m.M. zware ankers, op onderlinge afstanden van 18 d.M. aangebragt; de schuine stand der spoorstaven wordt verzekerd door de tapsche schijven ter wederzijde van den steel.

De spoorstaven, die bestemd zijn om in bogen geplaatst te worden, worden te voren werktuigelijk gebogen, en over de geheele lengte van den weg wordt de ballast tusschen de spoorstaven goed aangevuld tot den onderkant van den kop der spoorstaaf. De laschplaten, lang 58 c.M. en bevestigd met 12 bouten, verzekeren door hare groote hoogte de stijfheid van de voeg volkomen, de spoorstaven zijn van vezelachtig ijzer in den steel en den voet, terwijl de kop uit fijn korrelig ijzer bestaat. De gemiddelde leveringprijs is tot dusverre 143 gulden per ton geweest en de bij zeer druk verkeer gebleken duurzaamheid van het stelsel heeft den ijzerfabrikanten genoegzaam vertrouwen ingeboezemd, om een vijfjarigen waarborg aan te nemen. Op het gedeelte van Coblenz tot Oberlahnstein, dat nu meer dan vijf jaar in gebruik is, heeft noch vernieuwing noch omkeering plaats gevonden. De kosten van aanleg zijn als volgt:

(A.) *Eenledig stelsel (Harwich.)*

IJzeren spoorstaven van 7.5 M., ongeveer 24.7 eng. voet.

266 spoorstaven van 46 K.G. per M., 81½ ton, à 143 guld.	11 650 guld.
532 laschplaten, elk van 11.5 K.G., 6 ton, à 136 guld.	820 "
3192 bouten met moeren, elk 0.67 K.G., 2 ton, à 260 guld.	520 "
665 ankers (met moeren en schijven), 10 K.G., 6½ ton, à 243 guld.	1 589 "
96 ton per K.M. . . .	14 570 guld.

En dus steken deze gunstig af bij de gemiddelde kosten van aanleg met houten dwarsliggers, zooals die tegenwoordig in Pruissen geschiedt met

(B.) *Stalen Vignola spoorstaven van zes* M.

333 spoorstaven van 37 K.G. per M., 74 ton, à 169 guld.	12590 guld.
1332 met blaauwzuur bereide eiken liggers, à 3.65 guld.	4862 "
666 laschplaten, elk van 4.5 K.G., 3 ton, à 136 guld.	408 "
1332 schroefbouten met moeren, te zamen 0.6 ton, à 260 guld.	156 "
5994 haakbouten, 1.7 ton, à 208 guld.	3536 "
Per K.M. . . .	21462 guld.

Het blijkt dus dat niet alleen de geheele uitgaaf aan dwarsliggers wordt bespaard, maar ook de last dien het verkeer ondervindt door het ligten en het vervangen van dwarsliggers. De eenparige stijfheid van de spoorbaan verzekert een zeer voordeelig gebruik van de trekkracht; dit is nog nooit naauwkeurig door den dynamometer bevestigd, maar het is blijkbaar uit het feit, dat de helft van het aantal arbeiders dat gevorderd wordt om een geladen 10 tons wagen over spoorstaven van 13 c.M. op dwarsliggers voort te duwen, voldoende is om hetzelfde werk over de spoorstaven van 22.5 c.M. te verrigten (*). Deze stijfheid brengt eenige hardheid

(*) Wij zouden vreezen dat de juistheid dezer opgave door de ondervinding niet zal worden bewaarheid. Zoo ook kunnen wij ons niet onvoorwaardelijk vereenigen met al de beschouwingen in dit opstel vervat, die wellig niet van eenzijdigheid geheel zijn vrij te pleiten en waaronder er schijnen voor te komen, die voor ernstige bestrijding vatbaar zijn. Niettemin verdienen de hier beschreven stelsels de aandacht van deskundigen. Met het tweede stelsel (Hilf) worden op den Rhijnspoorweg proeven genomen. Op den Hollandschen spoorweg en op de Staatsspoorwegen zijn gedeelten met ijzeren dwarsliggers aangelegd, die eveneens voorkomen op de wegen van den Grand Central Belge, vooral in Belgie, waar het stelsel op uitgebreide schaal met verschillende lengten van dwarsliggers beproefd wordt. Eene vergelijking der verschillende stelsels zal dus later mogelijk zijn, waarop wij zeer de aandacht vestigen. (Red.)

in het berijden te weeg, welke echter meer gehoord dan gevoeld wordt, terwijl de kostenrekeningen der locomotieven geen blijk dragen van nadeelige uitwerking door vermeerderde slijting, na de uitgebreide toepassing van dit eenledig stelsel van bovenbouw.

De zamenstelling van het tweeledig stelsel (plaat 8, figuur 13) is gegrond op de ontleding van den arbeid, dien elk der zamenstellende deelen van den bovenbouw verrigt. Zoo moeten de streksche liggers, wanneer zij met de spoorstaaf verbonden zijn, genoegzame stabiliteit bezitten om den rollenden last veilig te dragen, en het gewigt over eene groote bazis te verdeelen; de doorsnede van dezen ligger moet eene gemakkelijke vervaardiging gedoogen en zoodanig gevormd zijn, dat de ligger een' vasten stand in den ballast verkrijgt en daardoor elke neiging tot uitwijking of verschuiving wordt tegengegaan. De spoorstaaf moet de kleinst mogelijke afmetingen bekomen, waardoor gebruik van het beste materiaal mogelijk wordt, en, bij een minimum van gewigt, de uitgaven voor vernieuwing verminderen. De profillen van den kop en van den voet moeten geschikt zijn voor eene stevige laschverbinding en de bevestiging op den ligger moet eenvoudig en krachtig zijn, omdat bij vernieuwingen van spoorstaven de liggers in geen geval behoeven losgemaakt te worden.

Bij het stelsel van Hilf (plaat 8, figuur 13), hetwelk op den Nassau-spoorweg toegepast is, wordt aan de bovengemelde eischen zoo goed voldaan, dat bij een toenemend verkeer en gebruik van zwaardere locomotieven (niet minder dan van 30 ton), de ijzeren Vignola spoorstaven van 39 K.G. per M. met voordeel vervangen zijn door stalen spoorstaven van 25 K.G. per M., met den ijzeren ligger, in figuur 13, plaat 8 afgebeeld. Het eerst werd het aangewend over eene lengte van 360 M. op en bij het station Asmanshausen, met de gewone Nassausche normaal-spoorstaven, in een boog van 360 M. straal. Niettegenstaande eene gebrekkige drainering van dit gedeelte der lijn, heeft het de strenge temperatuur van den winter van 1867, met een thermometerstand van 0 tot 10 graden Fahrenheit, zoo goed doorgestaan, dat de Pruissische regering terstond besloot het stelsel van Hilf aan eene zeer zware proef te onderwerpen, door het toe te passen bij den aanleg van het tweede spoor tusschen Oberlahnstein en Ems, een afstand van 13 K.M. en eene helling van 1 op 206, en bestaande geheel uit bogen en tegenbogen, waarvan het grootste deel, met stralen niet grooter dan 300 M. en bij de meesten van omtrent 260 M.

Dit gedeelte van den Nassau-spoorweg heeft behalve de reizigers, gewone goederen en steenkolen, het geheele vervoer van ijzersteen, van de Nassausche mijnen naar den Rijn te volbrengen, waarbij de mineraaltreinen zonder uitzondering zamengesteld zijn uit 40 10tons wagens overeenkomende met een bruto last van 685 ton, rijdende met eene snelheid van 30 K.M. in het uur.

De nieuwe zijtakken van Limburg naar Hademar, lang 8 K.M., en van Dietz naar Hahnstetten, lang 12 K.M., zijn sedert gelegd en in exploitatie; de lijn van Rüdesheim tot Biberich, 26.5 K.M., met dubbel spoor, is in aanleg; voor de lijnen van Rüdesheim tot Oberlahnstein, ter lengte van 57 K.M., en van Ems tot Wetzlar, lang 89 K.M., is tot den aanleg besloten, zoodat binnen een korten tijd Hilfs bovenbouw op 205 K.M. van den Nassau-spoorweg in gebruik zal zijn, de beraamde verlengingen naar Schwalbach en Frankfort niet medegerekend.

Het Pruissische handels-ministerie deelt op grond van ondervinding den volgenden staat mede betreffende de:

Herstellings- en vernieuwingskosten per jaar en per mijl.

Spoorstaven.	Liggers	Bevestiging.	Ballast.	Arbeidsloon.	Te zamen.	Oude materialen.	Zuivere kosten.
E. Gewoon spoor op dwarsliggers.							
Gld.	Gld.	Gld.	Gld.	Gld.	Gld.	Gld.	Gld.
708.60	234.—	42.80	59.50	325.50	1370.40	223.70	1146.70
F. Tweeledig stelsel.							
360.90	—	15.20	37.90	94.90	508.90	105.70	403.20

Verschil ten voordeele van den ijzeren bovenbouw 743.50 gld.

Het Pruissische handels-ministerie, dat de op de Nassaulijn verkregen uitkomsten naauwkeurig had nagegaan, en de voordeelige werking, blijkbaar bij vergelijking van de tabellen F en D, had waargenomen, heeft bij circulaire de aandacht der besturen van alle Noord-duitsche spoorwegen op het tweeledig stelsel gevestigd, tengevolge waarvan de Rheinische spoorwegmaatschappij den aanleg over eene lengte van 4 K.M. bevolen heeft, op eene sectie van hare lijn naar Trier, en eveneens geringe lengten tot proefneming zijn aangelegd op de Oost-Pruissische, Opper-Silezische en Neder-Silezische spoorwegen. (*)

(*) Ook op den Rhijnspoorweg zijn hier te lande die proefnemingen gedaan, zooals wij hierboven opmerkten. Red.

De kosten van het stelsel van Hilf (plaat 8, figuur 13) bedragen bij lengten van spoorstaven van 6 M. = 19¾ eng. voet.

333 stalen spoorstaven, van 25 K.G. per M., 50 ton, à 169 guld.	8450 guld.
333 ijzeren liggers, elk 5.85 M. en 233 K.G. 78 ton à 136 guld.	10608 "
4329 schroefbouten, moeren en klemplaten, 3 ton, à 260 guld.	780 "
500 ankers met moeren en schijven, 4.5 ton, à 243 guld.	1093 "
666 laschplaten, met schroefbouten en moeren, 3 ton, à 182 guld.	546 "
Gewigt 138.5 ton, en kosten per K.M. .	21477 guld.

Het stelsel bestaat uit ligte Vignola-spoorstaven, wegende 25 K.G. per M., lang 6 M., die met achttien schroefbouten, moeren en klemplaten worden bevestigd op een dubbel-trogvormigen ligger, van eene eenparige lengte van 5.85 M.

Deze lengte is aangenomen ten einde de kleinste bogen van den spoorweg te kunnen leggen zonder de liggers te buigen, terwijl, daar op den regten weg de einden der liggers nimmer verder dan 7.5 c.M. van elkander verwijderd zijn, de stijfheid van de spoorstaaf niet vermindert, door gebrek aan ondersteuning over dien geringen afstand.

Het verdient opmerking dat het 19.5 c.M. breede bovenvlak van den ligger ruimte genoeg oplevert om de spoorstaaf dragt te geven, welke ook de kromming zij, terwijl de buiging der spoorstaaf nadat de boutgaten in den ligger volgens mallen geslagen of geboord zijn, zeer gemakkelijk uit de hand kan geschieden.

De ligger is aan de benedenzijde 33 c.M. of omtrent 13 duim breed, zoodat een M. lengte spoorweg regtstreeks draagt op een vlak van 5.75 d.M².

De stijfheid van de spoorstaaf met den ligger vereenigd is waargenomen door belasting, die tusschen twee op een M. onderlingen afstand geplaatste vrije steunpunten werd aangebragt, en als elasticiteitsgrens 18 ton aangaf terwijl de ligger alleen, op gelijke wijze belast, een blijvende buiging bij 50 centenaars behield.

De spoorwijdte wordt bij dit stelsel behouden door drie ankers, op gelijke wijze als bij de Hartwich spoorstaven beschreven is; van de 18 bouten die de spoorstaaf en den ligger vereenigen, gaan alleen twee in het midden door eene inkeeping in den voet der spoorstaaf; dit geschiedt om verschuiving van de spoorstaaf in de lengte te voorkomen; de andere 16 drukken slechts de klemplaten op den voet der spoorstaaf, en deze verbinding is zoo stevig dat tot dusverre in de scherpste bogen nog nimmer de kant van den voet der spoorstaaf in den steel van de bout is gedrongen. De ballast ligt op gelijke hoogte met het bovenvlak der liggers en mag de ankers niet raken. Hij wordt stevig bijeen gehouden door den vorm van de dubbele trog, die, bij het neerdrukken, zijdelingsche uitdrijving tegengaat en den ballast naar het midden vast zamendringt: Het Pruissische handels-ministerie verklaart, in zijn verslag over den spoorweg Oberlahnstein-Ems, dat, sedert de ijzeren bovenbouw, drie jaar geleden, gelegd werd, geen enkele moer behoefde aangedraaid te worden tot herstel der spoorwijdte of tot bevestiging der spoorstaven en dat het onderstoppen slechts in naam geschiedde.

Het is den schrijver bekend dat de kosten van arbeidsloon, uitgetrokken in de tabel F, werkelijk het loon vertegenwoordigen van twee arbeiders, die hoofdzakelijk gebezigd zijn om het bovenvlak van den ballast zuiver te houden, ten einde den groei van onkruid tegen te gaan, dat, niettegenstaande de gestadig overtrekkende zware treinen, ontspruit; het kan onmogelijk ontkend worden dat deze bovenbouw het gemakkelijkste spoor van Europa is; een feit dat door ervaring blijkt, bij den overgang van den ijzeren weg op het overigens uitmuntend gelegde spoor op dwarsligigers, wanneer de gewaarwording voor den reiziger zeer verschillend is.

Het was den schrijver vergund, in October jl. de stabiliteit der constructie te beproeven, waartoe in eenige bogen van 900 voet straal de ankers losgemaakt werden, zoodat de juistheid der spoorwijdte geheel afhankelijk was van de kracht, welke de ligger op den ballast uitoefent en de zijdelingsche steun vernietigd werd, die de buitenspoorstaaf van de binnenspoorstaaf bekomt.

De ballast werd toen tot aan den onderkant van den ligger opgeruimd en, om te kunnen waarnemen of er beweging plaats vond van den ligger over den weg of van de spoorstaaf over den ligger, werden stukken vochtige klei, op korte onderlinge afstanden, op het bovenvlak van den ligger en over den voet van de spoorstaaf, alsmede op het punt van aanraking tusschen de liggers en den ballast gelegd. Bij dikwijls herhaald berijden van dezen in de scherpste bogen van zijn verband beroofden weg, met een trein van veertig geladen 10tons wagens, met eene snelheid van 40 K.M. in het uur, werd geenerlei verplaatsing waargenomen; de kleiklompen waren niet gescheurd en de spoormal leverde het bewijs dat de onderlinge staud van de spoorstaven volkomen onveranderd was gebleven. Bij wissels en kruisingen worden voor de Hilf's liggers puntstukken gebruikt, evenals bij gewone houten liggers.

Het alsnu te behandelen drieledig stelsel, dat van den schrijver, in Pruissen onder den naam van Daelen's stelsel bekend, kan slechts als eene bestaande zaak worden vermeld, zonder dat in beschouwingen over de deugdelijkheid worde getreden, dewijl in Februarij 1867 daarover eene voordragt is gehouden in de Society of Arts. Het zij voldoende te melden dat zijne zamenstelling is ontworpen naar de in de Hoerder ijzerwerken verkregen ondervinding, bij de vervaardiging van verscheidene verbindingen van verschillende spoorstaven en hoekijzers en dat het eenstemmig als het beste dezer verschillende stelsels is aangenomen. In 1866 is naar dat stelsel het spoor gelegd op de oude lijn Berlijn—Keulen, tusschen Brunswijk en Wolfenbuttel; later, in 1868, is het toegepast tusschen Holzminden en Kraiensen (nieuwe lijn Keulen—Berlijn en Frankfort—Berlijn), op laatstgenoemden in bogen van minstens 330 M. straal en op hellingen van 1 tot 80, waar de exploitatie geschiedt met tenderlocomotieven van 60 ton.

De kosten van het drieledig stelsel (Rochussen) (plaat 8, figuur 14) bedragen bij lengten van spoorstaven van 6.08 M.

328 stalen spoorstaven van 17 K.G. per M., 53.25 ton à 162 guld.	5427 guld.
656 ijzeren liggers, elk van 112 K.G., 73.5 ton à 129 guld.	9481 "
492 dwarsstaven elk van 20 K.G., 9 ton à 169 guld.	1521 "
328 laschplaten, elk van 8.5 K.G., 3 ton à 136 guld.	408 "
5740 bouten, moeren, wiggen, spieën en schijven, 2 ton à 260 guld.	520 "
Gewigt 221 ton, en kosten per K.M. . .	17357 guld.

Eene stalen spoorstaaf van 17 K.G. per M. wordt door wiggen of schroefbouten met de gegroefde rib geklemd tusschen de verticale zijden van twee hoekijzers, van 16.5 c.M., en het spoor wordt op de wijdte gehouden door hoekijzeren ankers met tusschenruimten van 1.8 M. aangebragt.

Bij volgende toepassing zou de schrijver geneigd zijn de voordeelen in aanmerking te nemen van ronde ankers, dewijl deze goedkooper en beter geschikt zijn tot herstel der spoorwijdte, wanneer de spoorstaafkoppen beginnen af te slijten (*).

(1) Die opmerking is juist, daar de wijdte tusschen de spoorstaven, in verband met het materieel, grooten invloed op den goed berijdbaren toestand van den weg moet uitoefenen. Hier te lande kan zulks bij den Nderlandschen Centraal-spoorweg worden waargenomen, die volgens de voorwaarden van concessie moest aangelegd worden op de wijdte van 1.44 à 1.45 M., in tegenstelling van de normale wijdte van 1.435 M., en waarop de weg thans niet dan langzamerhand kan worden teruggebragt.

Wij meenen hier ook te mogen opmerken, dat de verbinding der spoorstaven door verbindingsstaven bij deraillement moet aanleiding geven tot verbreking of verbuiging van laatstgenoemde staven, waardoor de herstelling van den weg niet zoo spoedig kan geschieden als bij gebruik van gewone dwarsliggers. (Red.)

De ballast wordt goed aangevuld tusschen de spoorstaven tot de ankerstaaf en ten gevolge van den stompen hoek, dien de benedenzijden der hoekijzers vormen, werkt die ballast zich zelf vrij hecht in de hoogte tot de spoorstaaf. Aangaande de zorgvuldige onderstopping van den ballast valt op te merken, dat bij het eenledig stelsel de inzinking van de hooge spoorstaaf onvermijdelijk is, om haren blijvenden stand te verzekeren. Bij de twee- en drieledige stelsels bewijst die inzinking goede diensten (vooral in warme zomers) door de warmte der zonnestralen te onderscheppen en dientengevolge de uitzetting tegen te gaan.

In alle gevallen levert zij het voordeel van de trilling te vernietigen en zoo verschaffen de stelsels B en C eene zachtere beweging bij het berijden, dan op eenigen anderen weg wordt waargenomen. Breuken van stalen spoorstaven zijn tot dusverre bij geen van beiden voorgekomen, ofschoon dit veelvuldig het geval was bij het oude stelsel, waarbij de hoekijzers met door den steel der spoorstaaf gaande bouten werden verbonden, hetgeen, onder alle omstandigheden, eene gevaarlijke aanleiding tot scheuren of splijten van het staal geeft. Bij ontleding van den financielen toestand der drie stelsels, vergeleken met den weg op houten liggers, worden de (in twee gevallen) meerdere kosten van aanleg van den laatsten van weinig beteekenis, wanneer gelet wordt op de onmetelijke besparing op onderhoud en vernieuwing, die bij den strekschen bovenbouw wordt verkregen, en het verschil wordt aanmerkelijk geringer in streken waar de gemiddelde duur van een houten ligger minder dan twaalf jaar is; bovendien levert de vernieuwing van liggers op spoorwegen met druk verkeer groote moeijelijkheden op, hetgeen gemeenlijk ook in tunnels of ondergrondsspoorwegen het geval is. Verder komt in aanmerking de vermeerderde veerkracht van den weg, die ongetwijfeld van gunstigen invloed moet zijn op den toestand van het rollend materieel en in elk geval het gemak der reizigers bevordert.

Wat in het bijzonder het eenledig stelsel betreft, zoo komen de geringe kosten van eersten aanleg aanbevelens-

waardig voor, te meer sedert deze spoorstaven weinig meer kosten dan de gewone spoorstaven van een weg op dwarsliggers, daar zij eene hoogere waarde als oud ijzer behouden wanneer zij onbruikbaar zijn geworden; maar de werkelijke waarde van het stelsel kan eerst bepaald worden wanneer de tijd zal geleerd hebben van hoe langen duur de spoorstaven zijn en uit de tegenwoordige waarnemingen kan onmogelijk het tijdperk van hun bestaan worden afgeleid, daar er tot dusverre niet een is geligt.

De schrijver heeft opzettelijk vermeden over verschillende streksche bovenbouwen te spreken, die in de geboorte gestorven zijn; van de trogvormige dwarsliggers (van Vautherin), welke beproefd zijn geworden, maar waaromtrent tot hiertoe geen gunstige berigten zijn ontvangen; eveneens van ontwerpen, die nog niet in toepassing zijn gebragt.

Het hoofddoel was een overzigt te geven van hetgeen elders met goed gevolg verrigt is, en van wat hier nog gedaan kan worden ter bevordering van den aanleg van duurzame spoorwegen. Nog moet gemeld worden dat het stelsel van Hilf door de Great Eastern Railway Company te Stratford zal worden beproefd.

Kosten van aanleg.

A. *Eenledig stelsel.* (*)

IJzeren spoorstaven van 7.5 M. = 24.7 eng. voet.

	guld.	guld.
266 spoorstaven van 46 K.G. per M., is 81.5 ton à	143 =	11 650
532 laschplaten van 11.5 K.G. elk, is 6 ton à	136 =	816
3 192 bouten en moeren van 0.67 K.G. elk, is 2 ton à	260 =	520
665 ankers, moeren en schijven, elk 10 K.G., is 6.5 ton à	243 =	1 580
96 ton per K.M.		14 566

(*) Voor een engelsche mijl spoorweg is noodig 3218 M. spoorstaaf.

0.914 : 3218 meter = 3521 yards

92 pound per yard

2000 / 323932 pound

162 ton en niet 145¼ (zooals de eng. tekst bij A heeft.)

Als boven 3521 yards

75

2000 / 264075 pound

123 ton en niet 109 (zooals boven bij D.)

Deze verschillen veroorzaken, dat bij de berekening per K.M. uitkomsten verkregen worden, waarop de onmiddellijk volgende redenering niet juist slaat.

Die verschillen doen zich ook voor bij de volgende berekeningen, doch vallen daar minder in het oog. (Red.)

B. *Tweeledig stelsel.*

Lengten van 6 M. = 19¾ eng. voet.

	guld.	guld.
333 stalen spoorstaven van 25 K.G. per M., is 50 ton à	169 =	8 450
333 ijzeren liggers van 5.85 M., 233 K.G., is 78 ton à	136 =	10 608
4 339 bouten, moeren en klemplaten, 3 ton à	260 =	780
500 ankers, met moeren en schijven, 4.5 ton à	243 =	1 093
666 laschplaten, met bouten en moeren, 3 ton à	182 =	546
138.5 ton per K.M.		21 477

C. *Drieledig stelsel.*

Lengten van 6.08 M. = 20 eng. voet.

	guld.	guld.
328 stalen spoorstaven van 17 K.G. per M., is 33.5 ton à	162 =	5 427
656 ijzeren liggers, elk van 112 K.G., is 73.5 ton à	129 =	9 481
492 dwarsstaven, elk van 20 K.G., is 9 ton à	169 =	1 521
328 laschplaten, elk van 8.5 K.G., is 3 ton à	136 =	408
5 740 bouten, moeren, spieën, wiggen en schijven, 2 ton à	260 =	520
121 ton per K.M.		17 357

D. *Gewoon stelsel.* (*)

Lage stalen spoorstaven van 6 M.

	guld.	guld.
333 spoorstaven van ~~73~~ 37 K.G. per M., is 74 ton à	169 =	12 500
1 332 met blaauwzuur bereide eiken liggers, elk	3.65 =	4 862
666 laschplaten, elk van 4.5 K.G., is 3 ton à	136 =	408
1 332 bouten met moeren, te zamen 0.6 ton à	260 =	156
5 994 haakbouten, tezamen 1.7 ton à	208 =	3 536
Per K.M.		21 462

Jaarlijksche kosten van onderhoud en vernieuwing.

Spoorstaven.	Liggers.	Bevestiging.	Ballast.	Arbeidsloon.	Te zamen.	Oude materialen.	Zuivere kosten.
E. Gewoon spoor op dwarsliggers.							
guld. 708.60	guld. 234.—	guld. 42.80	guld. 59.50	guld. 325.50	guld. 1370.40	guld. 223.70	guld. 1146.70
F. Tweeledig stelsel.							
360.90	—	15.20	37 90	94.90	508.90	105.70	403.20

Verschil ten voordeele van den ijzeren bovenbouw 743.50 guld.

NIEUWE THEORIE DER AARDDRUKKING DOOR DR. E. WINKLER,

hoogleeraar aan het K. K. Polytechnicum te Weenen.

(*Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins*, 1871, Heft V, VI en XIII.)

(Vertaald door dr. I. P. DELPRAT, Hon. L. K. Inst. I.)

(Plaat 5.)

Het is bekend dat nog geene naauwkeurige algemeene theorie der aarddrukking bestaat, ofschoon vele schrijvers, en daaronder kundige wiskunstenaars, zich daarmede hebben bezig gehouden; al die theorien gaan uit van de stelling, dat er bij het afglijden een prisma aarde afscheurt langs een plat vlak, hoewel bewezen is dat in het algemeen het afscheuringsvlak geen plat vlak zal zijn.

In denzelfden toestand bevindt zich de theorie van de veerkracht en den wederstand der vaste ligchamen; de gewoonlijk aangenomene formulen zijn, zooals bekend is, slechts benaderingen. Door de aanwijzing der juiste betrekking tusschen de krachten, die op de moleculen der ligchamen werken en de ontwikkeling der daaruit voortvloeijende formulen door Cauchy, gelukte het hieromtrent duidelijker inzigt te verkrijgen. Het kwam bij mij op of men niet eveneens een duidelijker inzigt in de werking van den aarddruk kon verkrijgen door de wetten der veerkracht te vervangen door die van de wrijving en den zamenhang, en had ik de voldoening wezenlijke uitkomsten te verkrijgen, ofschoon het mij niet gelukte eene geheel algemeene oplossing van het voorstel te vinden.

Deze theorie heb ik in eene dissertatie, tot het verkrijgen van de doctorale waardigheid in 1866, ontwikkeld. Onderscheidene omstandigheden hebben mij belet die theorie meer algemeen bekend te maken, doch daar in lateren tijd door anderen dergelijke beschouwingen zijn voorgesteld, zoo veroorloof ik mij, tot behoud mijner prioriteit, deze theorie hier verder te ontwikkelen, ofschoon ik niet twijfel aan de mogelijkheid eener nog verdere volmaking daarvan. Eene korte geschiedenis der theorie van de aarddrukking en daarover genomen proeven doe ik ter nadere opheldering hier volgen (*).

Eerste hoofdstuk.

Algemeene betrekking tusschen de drukkingen.

§ 1. *De aarddruk.* — Tegen elk klein vlakje in eenige aardmassa, hetzij dit vlakje behoort tot eenen wand waartegen de aardmassa steunt of wel een deel uitmaakt van een oppervlak in die aardmassa aangenomen, wordt door de aangrenzende aardmassa eene drukking uitgeoefend, die wij de *aarddrukking* noemen. Die drukking zal, in het algemeen, in eene schuine rigting op het vlakje werken, doch ingeval er geen zamenhang bestaat, kan die rigting geenen grooteren hoek met de normaal op het vlakje vormen dan de wrijvingshoek.

De aarddrukking is te ontbinden in twee krachten, waarvan de een loodregt op- en de andere in het vlakje werkt. De eerste is de normale en de andere de tangentiale drukking.

De algemeene theorie der aarddrukking is, in zooverre geen zamenhang in rekening komt, dezelfde als die der vaste ligchamen. Zij werd het eerst door Cauchy gegrondvest en later door Lamé verder ontwikkeld. In de hier volgende theorie is daarvan alleen het gedeelte overgenomen voor het hier beschouwd geval noodig, terwijl wij voor verder onderzoek verwijzen naar de volgende werken: Cauchy, *Exercices de mathématiques*, 1826—29; Lamé, *Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides*, 1862; Holzmann, *Lehrbuch der theoretischen Mechanik;* Clebsch, *Theorie der Elasticität fester Körper*, 1862; Grashof, *Die Festigkeitslehre*, 1866; E. Winkler, *die Lehre von der Elasticität und Festigkeit*, 1867.

In het hiervolgende zullen wij niet het geheel algemeene geval behandelen, maar, in het belang eener duidelijke uiteenzetting, slechts het geval in de werkelijkheid de hoofdzaak uitmakende, namelijk het geval, waarin de aardmassa van boven en ter zijde begrensd is door cilindervormige vlakken (waartoe ook de natuurlijke taluds gerekend worden), waarvan de beschrijvende lijn horizontaal is. Het daarbij te gebruiken coördinaten-stelsel nemen wij met de as der z evenwijdig aan de zoo even genoemde beschrijvende lijn; het vlak de xy vormt dus eene dwarsdoorsnede; voorshands kunnen de assen der x en y eene willekeurige rigting

(*) Zie de noot aan het eind van § 32. (Vert.)

hebben, makende de eerste met de horizontale en de laatste met de vertikale lijn den hoek ε.

§ 2. *Evenwigt van een zeer klein prisma.* — Zij V de normale drukking op de vierkante eenheid van eenig vlakje evenwijdig aan de as der x en H die op eenig vlakje evenwijdig aan de as der y, verder de tangentiale drukking of glijdende kracht (*Schub*) op de vierkante eenheid dier vlakjes T en T_1.

Stellen wij ons nu voor een zeer dun prisma met horizontale en vertikale zijvlakken (figuur 1), wier doorsnede evenwijdig is aan de as der z, hebbende alzoo eene breedte dx en eene hoogte dy. Zij de glijdende kracht in de zijvlakken $T\,dz$ en $T_1\,dy$. Voor het evenwigt bij eene draaijende beweging ten opzigte eener as, evenwijdig aan de as der z, gaande door het midden der dwarsdoorsnede, moet men hebben

$$2\,T\,dx\,.\,\frac{dy}{2} = 2\,T_1\,dy\,\frac{dx}{2}$$

of wel

$$T_1 = T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Dat is: de twee glijdende krachten (*) in twee loodregt op elkander gestelde vlakken zijn aan elkander gelijk. Zijn de krachten op de tegenovergestelde vlakken V, V', H, H' en T en T', alsmede g het gewigt der teerling eenheid van de aardmassa, zoo eischt het evenwigt in de rigting der x de vergelijking

$$H\,dy - H'\,dy + T\,dx - T'\,dx = g \sin\varepsilon \ (\dagger)$$

en evenwijdig aan de as der y

$$V\,dx - V'\,dx + T\,dy - T'\,dy + g\,dx\,dy = g\cos\varepsilon. \ (\S)$$

Nu is $H' - H$ de differentiaal van H voor eene verandering van x of $\frac{dH}{dx}\,dx$, eveneens $V' - V = \frac{dV}{dy}dy$, en in de eerste vergelijking $T' - T = \frac{dT}{dx}\,dx$, deze waarden in de beide vergelijkingen stellende en deelende door $dx\,dy$, verkrijgt men

$$\left.\begin{aligned} \frac{dH}{dx} + \frac{dT}{dy} &= g\sin\varepsilon \\ \frac{dV}{dy} + \frac{dT}{dx} &= g\cos\varepsilon \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

§ 3. *Drukking op een willekeurig elementair vlakje.* — In de onderstelling dat H, V en T bekend zijn, vindt men de drukking op eenig willekeurig vlakje evenwijdig aan de as der z, door het evenwigt te bepalen van een driehoekig prisma $A\,B\,C$ (figuur 2) met twee zijner zijden evenwijdig aan de assen der x en y en een willekeurig hellend zijvlak. Zij R de drukking op de vierkante eenheid van dit zijvlak, gevende de normale drukking N en de glijdende kracht T, even als eene horizontale ontbondene X en vertikale Y (*). Zij α de helling van het zijvlak ten opzigte van de as x, dan heeft men voor het evenwigt, stellende $AC = dx$, $BC = dy$ en $AB = ds$ de vergelijkingen:

$$H\,dy + T\,dz - X\,ds = 0$$
$$V\,dx + T\,dy - Y\,ds = 0,$$

of wel daar $dx = ds\cos\alpha$ en $dy = ds\sin\alpha$ is

$$\left.\begin{aligned} X &= H\sin\alpha + T\cos\alpha \\ Y &= V\cos\alpha + T\sin\alpha \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

De vergelijkingen voor het evenwigt in de rigting loodregt op- en evenwijdig aan AB zijn eveneens

$$\left.\begin{aligned} N &= X\sin\alpha + Y\cos\alpha \\ &= H\sin^2\alpha + V\cos^2\alpha + 2\,T\sin\alpha\cos\alpha \\ &= \tfrac{1}{2}(H+V) - \tfrac{1}{2}(H-V)\cos 2\alpha + T\sin 2\alpha, \\ S &= X\cos\alpha - Y\sin\alpha \\ &= -\tfrac{1}{2}(V-H)\sin 2\alpha + T\cos 2\alpha. \end{aligned}\right\} \quad . \quad (4)$$

De drukking R is dan

$$R = \sqrt{(X^2 + Y^2)} = \sqrt{(N^2 + S^2)}$$
$$= \sqrt{\{H^2\sin^2\alpha + V^2\cos^2\alpha + T^2 + (H+V)\,T\sin 2\alpha\}} \quad (5)$$

waardoor dus de drukking (†) op een willekeurig vlakje even als hare zamenstellende krachten gevonden worden.

Projecteert men de krachten op het vlak BC, waarvan H en T de zamenstellenden zijn, op de normaal van het vlak AB, zoo vindt men voor die projectie $H\sin\alpha + T\cos\alpha$, hetzelfde als de projectie van de drukking R op AB tegen de normaal van BC; hieruit volgt de belangrijke stelling:

Als twee vlakken f_1 en f_2 in een zelfde punt de drukkingen R_1 en R_2 op de vierkante eenheid ondergaan, zoo is de projectie van R_1 op de normaal van f_2 gelijk aan de projectie van R_2 op de normaal van f_1.

§ 4. *Drukkingsellips.* — Zijn α_1 en α_2 de hoeken, welke de krachten R_1 en R_2 op AC en BC (figuur 2) met de as der x vormen, dan is

$$R_1\cos\alpha_1 = T, \qquad R_2\cos\alpha_2 = H,$$
$$R_1\sin\alpha_1 = V, \qquad R_2\sin\alpha_2 = T.$$

(*) Op de vierkante eenheid. (Vert.)

(†) Het tweede lid der vergelijking moet zijn $g\,dx\,dy\,\sin\varepsilon$. (Vert.)

(§) Het tweede lid moet zijn $g\,dx\,dy\,\cos\varepsilon$, terwijl de term $dx\,dy$ van het eerste lid weg moet. (Vert.)

(*) De krachten X en Y zijn gerekend op de vierkante eenheid. (Vert.)

(†) Op de vierkante eenheid. (Vert.)

Laten nu X' en Y' de zamenstellende krachten zijn van R, ontbonden langs R_1 en R_2, en X en Y die van de kracht R op AB evenwijdig aan de assen der x en y dan is

$$X = X'\cos\alpha_1 + Y'\cos\alpha_2 = \frac{Y'}{R_2}\,H + \frac{X'}{R_1}\,T$$

en

$$Y = X'\sin\alpha_1 + Y'\sin\alpha_2 = \frac{X'}{R_1}\,V + \frac{Y'}{R_2}\,T.$$

Deze uitdrukkingen vergeleken met (3) geven:

$R_1\cos\alpha = X'$ en $R_2\sin\alpha = Y'$ en daaruit

$$\left(\frac{X'}{R_1}\right)^2 + \left(\frac{Y'}{R_2}\right)^2 = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Stelt men de kracht R volgens hare grootte en rigting voor door eene regte lijn, uitgaande van het beschouwde punt des ligchaams, zoo zijn X' en Y' de coördinaten van het eindpunt dezer lijn, als men de rigtingen R_1 en R_2 als coördinaten-assen aanneemt. (*) De laatste vergelijking levert dan de volgende stelling:

Stelt men de drukking in eenig punt der aardmassa op de vierkante eenheid van eenig vlakje in dat punt, evenwijdig aan de as der z, voor door eene regte lijn in grootte en rigting, dan zullen de eindpunten dezer lijnen, voor al de vlakjes door dit punt gerigt, eene ellips vormen.

Door de aanneming van deze ellips, die wij de drukkings-ellips noemen, verkrijgt men eene duidelijke voorstelling der wet volgens welke de aarddrukking met den stand van het gedrukte vlakje verandert. Nam men alle mogelijke standen (†) van het vlakje in aanmerking, zoo zou men, even als bij de spankracht der vaste ligchamen, eene ellipsoïde der drukkingen vinden, waarvan eene der assen evenwijdig aan die der z zou zijn.

De beide drukkingen door de assen der ellips voorgesteld, noemen wij de hoofddrukkingen; eene daarvan is het maximum en de andere het minumum der drukkingen. De rigting van het maximum der drukking staat dus loodregt op die van het minimum.

De vlakken, waarop eene der hoofddrukkingen werkt, moeten ten opzigte van de hoofddrukking eenen symmetrischen stand hebben en alzoo loodregt op die rigting staan. De hoofddrukkingen zijn dan tevens normale drukkingen op die beide loodregt op elkander staande vlakken, er werken aldaar dus geene glijdende krachten.

De vergelijking (6) behoort tot eene ellips, als R_1 en R_2, dat is als de krachten die op de vlakjes AC en BC werken, middellijnen zijn; men kan alzoo beweren *dat de drukkingen, welke twee op elkander loodregte vlakjes ondergaan, toegevoegde middellijnen der drukkingsellips zijn.*

§ 5. *Bepaling der hoofddrukkingen.* — Het is van belang de grootte en rigting der hoofddrukkingen te kunnen bepalen als de grootheden H, V, T, gegeven zijn.

Zij D eene der hoofddrukkingen en γ de hoek van hare rigting met de as der x, dan zijn hare zamenstellende krachten $D\cos\gamma$ en $D\sin\gamma$. De hoek van het vlakje, waarop D werkt, met de as der x is $90^\circ - \gamma$, derhalve wordt (3)

$$\left.\begin{aligned} (D-H)\cos\gamma &= T\sin\gamma \\ (D-V)\sin\gamma &= T\cos\gamma \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

elimineert men uit deze beide γ, dan vindt men

$$(D-H)\,(D-V) = T^2$$

of

$$D^2 - (H+V)\,D + H\,V - T^2 = 0 \quad . \quad . \quad (7)$$

De beide wortels dezer vergelijking wijzen de beide hoofddrukkingen aan. Stellen wij die door A en B voor, zoo geeft de oplossing der vergelijking (7)

$$\left.\begin{aligned} A &= \tfrac{1}{2}(H+V) + \tfrac{1}{2}\sqrt{\{(H-V)^2 + 4\,T^2\}} \\ B &= \tfrac{1}{2}(H+V) - \tfrac{1}{2}\sqrt{\{(H-V)^2 + 4\,T^2\}} \end{aligned}\right\} \quad (8) \ (*)$$

Opmerkelijk is daaruit

$$A + B = H + V \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Daar deze betrekking blijkbaar voor elk willekeurig stelsel van regthoekige coördinaten geldt, zoo volgt daaruit, *dat de som der normaaldrukkingen op twee op elkander loodregte vlakken standvastig is.*

De vergelijkingen (a), door $\cos\gamma$ en $\sin\gamma$ gedeeld en van elkander afgetrokken, geven:

$$\frac{\cos^2\gamma - \sin^2\gamma}{\sin\gamma\cos\gamma}\,T = H - V,$$

of

$$2\,T\cos 2\gamma = H - V,$$

alzoo

$$\text{tang}\,2\gamma = -\frac{2\,T}{V-H} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Deze vergelijking geeft twee waarden voor γ, 90° van elkander verschillende.

Door de vergelijking (10) kan men, als de krachten $OR_1 = R_1$ en $OR_2 = R_2$, die op twee op elkander loodregte vlakken $OP_1 = OP_2$ (figuur 3) werken, gegeven zijn, gemakkelijk de hoofddrukkingen construeren. Trekt men uit R_1 en R_2 de loodlijnen R_1Q_1 en R_2Q_2 op OP_2 en OP_1, maakt $OC = OQ_1 - OQ_2$, CD loodregt op OP_1 en

(*) Blijvende de rigtingen van R_x en R onveranderd. (Vert.)

(†) Dus ook niet evenwijdig aan de as der z. (Vert.)

(*) In het oorspronkelijke hebben de termen $4\,T^2$ ten onregte het negatieve teeken. (Vert.)

$C\,D = 2\,Q_1\,R_1 = 2\,Q_2\,R_2$ dan is tang $D\,O\,P_1 = -$ tang 2γ. Is $O\,E$ het verlengde van $O\,D$, zoo deelen de rigtingen van A en B de hoeken $E\,O\,P_1$ en $D\,O\,P_1$ in twee gelijke deelen.

De grootte van A en B is het eenvoudigst te bepalen door de wederkeerige wet van § 3. Trekt men uit A eene loodlijn $A\,G$ op $O\,P_2$, uit B eene loodlijn $B\,H$ op $O\,P_2$ en uit R_1 eene loodlijn $R_1\,F$ op $O\,A$, zoo is volgens die wet $O\,F = O\,G$ en $R_1\,F = O\,H$, waaruit onmiddellijk de punten A en B bepaald worden, in de onderstelling dat de rigtingen der hoofddrukkingen reeds geconstrueerd zijn.

§ 6. *Keus der rigtingen van de hoofddrukkingen tot coördinaten-assen.* — Wij zullen nu ter bepaling van de drukkingen op een willekeurig vlak de rigtingen der hoofddrukkingen tot coördinaten-assen nemen. Zij β de hoek van het gegeven vlak met de rigting der hoofddrukking A, alsdan vindt men de vergelijkingen van het evenwigt, door in die van § 3, voor H en V te stellen A en B, alsmede $T = 0$ en $\alpha = \beta$ te nemen. De zamenstellende krachten der drukking R volgens A en B ontbonden zijn volgens (3)

$$X = A \sin \beta \qquad Y = B \cos \beta \,. \quad . \quad . \quad (11)$$

De normale en tangentiale zamenstellenden van R zijn volgens (4)

$$\left.\begin{aligned} N &= A \sin^2 \beta + B \cos^2 \beta \\ &= \tfrac{1}{2}(A + B) - \tfrac{1}{2}(A - B) \cos 2\beta \\ S &= \tfrac{1}{2}(A - B) \sin 2\beta \end{aligned}\right\} \,. \quad (12)$$

en de drukking R zelve, volgens (5)

$$R = \sqrt{\{A^2 \sin^2 \beta + B^2 \cos^2 \beta\}} \quad . \quad . \quad (13)$$

Voor den hoek δ van de drukking R met de normaal van het gedrukte vlak, dien wij den *rigtingshoek* noemen, heeft men:

$$\text{tang}\,\delta = \frac{S}{N} = \frac{(A - B)\cos\beta \sin\beta}{A \sin^2\beta + B \cos^2\beta}$$

of

$$\text{tang}\,\delta = \frac{(A - B)\,\text{tang}\,\beta}{A\,\text{tang}^2\beta + B} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Voor $\beta = 0$ en $\beta = 90°$ is $\delta = 0$ en voor eenige daartusschen gelegene waarde van β zal alzoo δ een maximum hebben. De vergelijking voor δ differentieerende en het quotient $= 0$ stellende zoo vindt men dat tang δ of δ een maximum is voor

$$\text{tang}\,\beta = \sqrt{\frac{B}{A}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

De inplaatsstelling dier waarde geeft

$$\text{max. tang}\,\delta = \frac{A - B}{2\sqrt{AB}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Hieruit vindt men gemakkelijk

$$\sin^2\beta = \frac{B}{A + B},$$

en

$$\cos^2\beta = \frac{A}{A + B}.$$

Deze waarden in (12) en (13) gesteld geven voor de drukking op het vlak alwaar δ een maximum is

$$\left.\begin{aligned} N = \frac{2\,AB}{A + B}, \qquad T = -\frac{(A - B)\sqrt{AB}}{A - B} \\ R = \sqrt{AB}. \end{aligned}\right\} \,. \quad (17)$$

§ 7. *De rigtingsellips.* — Als de drukking R op een vlak, hetwelk met de as A eenen hoek β vormt, eenen hoek ε met die as maakt, zoo heeft men volgens (11)

$$R \cos\varepsilon = A \sin\beta \text{ en } R \sin\varepsilon = B \cos\beta$$

derhalve

$$\text{tang}\,\beta = \frac{B}{A} \cot\varepsilon.$$

Stellen wij ons nu eene ellips voor, waarvan de assen a en b volgens A en B gerigt zijn, zoo is hare vergelijking

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1\,;$$

hieruit heeft men

$$\frac{x\,dx}{a^2} + \frac{y\,dy}{b^2} = 0$$

of

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{x}{y}$$

Maken nu de voerstraal en de raaklijn aan de ellips aan het einde van den voerstraal met de as A hoeken ε en β' dan is

$$\text{tang}\,\beta' = \frac{b^2}{a^2} \cot\varepsilon\,;$$

die vergelijking, verbonden met

$$\text{tang}\,\beta = \frac{B}{A} \cot\varepsilon,$$

geeft $\beta = \beta'$ voor

$$\frac{a}{b} = \sqrt{\frac{A}{B}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

Hieruit volgt: *Een vlak aangedaan door eenige willekeurige drukking R is evenwijdig aan de raaklijn D D* (fig. 4) (*) *eener ellips, waarvan de evenwijdige assen gelijk zijn aan den vierkantswortel uit de hoofddrukkingen, zijnde het raakpunt in het snijpunt C dier ellips met de rigting der drukking R, of wel: de rigting der drukking en die van het vlak, waarop die drukking werkt, zijn toegevoegde middellijnen dezer ellips.*

(*) In het oorspronkelijke staat C C, alsmede E voor C. (Vert.)

Wij noemen deze ellips, daar zij den stand aanwijst van het vlak door eenige drukking aangedaan, de rigtingsellips.

Zijn de drukkings- en de rigtingsellipsen geconstrueerd, zoo is het gemakkelijk de drukking op een gegeven vlak te bepalen, of omgekeerd voor eenen gegevenen stand van het vlak de rigting en grootte der drukking te vinden.

In figuur 4 is ook de tangens van den rigtingshoek graphisch aangewezen.

§ 8. *Constructie der drukking op een gegeven vlak.* — Door de drukkings- en rigtingsellips heeft men wel is waar het middel om voor elk gegeven vlak de daarop werkende drukking te bepalen, doch men kan deze ook door eene gemakkelijke constructie vinden. Zijn daartoe in figuur 4 $A\,O$ en $O\,B$ de hoofddrukkingen A en B, $O\,R$ de kracht R, welke op een gegeven vlak $Q\,Q$ werkt. en make daarbij $R\,R$ met $A\,A$ eenen hoek ρ en $Q\,Q$ met $B\,B$ eenen hoek σ; alsdan is ten gevolge van de wederkeerige gelijkheid der projectie van A op de normaal van $B\,B$, $A \cos\sigma = R \cos\rho$. Evenzoo is de projectie van R op de normaal van $A\,A$ gelijk aan de projectie van $B\,B$ op de normaal van $Q\,Q$, of $R \sin\rho = B \sin\sigma$ (*); het product dezer beide vergelijkingen, geeft

$$A \sin\rho \cos\sigma = B \cos\rho \sin\sigma$$

of

$$A\,\text{tang}\,\rho = B\,\text{tang}\,\sigma.$$

Trekt men alzoo uit B op $O\,B$ eene loodlijn, het gegeven vlak $Q\,Q$ in K snijdende, uit A eene loodlijn $A\,i$ op $O\,A$ en maakt men $A\,i = B\,K$, zoo is $O\,i$ de rigting der drukking R op het vlak $Q\,Q$.

Trekt men uit A eene loodlijn $A\,L$ op $Q\,Q$ en uit R eene loodlijn $R\,M$ op $A\,A$, dan is volgens de gemelde wederkeerigheid $A\,L = O\,M$, hetgeen onmiddellijk de bepaling geeft van het punt R, nadat men de rigting van $O\,R$ geconstrueerd heeft.

(*) In het oorspronkelijke staat $R \sin\sigma = B \sin\rho$ en voor het product der vergelijkingen $A \sin\rho \cos\rho = B \cos\rho \sin\sigma$, dat blijkbaar verkeerd is. (Vert.)

Tweede hoofdstuk.

Het in rekening brengen van de wrijving en den zamenhang.

§ 9. *Wet van de wrijving en den zamenhang.* — Ter oplossing der vraag betrekkelijk de drukking der aarde, komt het er in de eerste plaats op aan de grootheden V, H en T te bepalen, waarvoor wij tot nu toe slechts de twee vergelijkingen (2) hebben gevonden. Eene derde vergelijking vindt men voor de vaste ligchamen uit de wet der veerkracht, doch hier, alwaar het enkel losse massa's betreft, levert de wet van wrijving en zamenhang eene nieuwe vergelijking.

Er kan namelijk hier eene scheiding der deelen plaats grijpen door verschuiving. Tegen deze verschuiving staan de wederstanden van de wrijving en den zamenhang over, die elk volgens verschillende wetten werken. De wrijving is evenredig aan de loodregte drukking N, doch onafhankelijk van de grootte van het afscheidingvlak; de zamenhang daarentegen is evenredig aan de grootte van het afscheidingvlak en onafhankelijk van de loodregte drukking.

Den wrijvings-coëfficiënt, of wel de wrijving voor eene drukking gelijk aan de eenheid, stellen wij voor door f; en den wrijvingshoek, of wel den hoek, waarvan de tangens $= f$ is, door φ. De coëfficiënt van den zamenhang, of die kracht op eenheid van oppervlakte door C. De som der krachten, die zich tegen het verschuiven verzetten, is dus voor de vierkante eenheid $f\,N + C$.

Het verbinden van de wet van den wrijvingstegenstand met die van den zamenhang is wel aan eenig bezwaar onderworpen, waarop wij in het geschiedkundig gedeelte van dit opstel terug komen.

§ 10. *Rigting der afschuivingsvlakken.* — Op dat in elk deel der aardmassa evenwigt zij, dat is geene verschuiving ontsta, moet voor elk elementair vlakje

$$\pm S \leqq f N + C$$

zijn, waarin $\pm S$ de volstrekte waarde van S voorstelt. Daar wij hier behandelen het bepalen der aarddrukking tegen bekleedingsmuren enz., die de beweging der aardmassa beletten moeten, zoo zal men altijd den evenwigtstoestand te beschouwen hebben, alwaar bij de geringste vermindering van den tegenstand der muren enz. het evenwigt verbroken wordt. De grens van het evenwigt bestaat dus overal alwaar de vergelijking

$$\pm S = f N + C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

plaats heeft. Wij noemen alzoo het vlakje, alwaar aan deze voorwaarde voldaan is, afschuivingsvlak.

Voor elk ander vlakje moet alzoo

$$S < f N + C$$

of

$$\frac{f N + C}{S} > 1$$

zijn. Derhalve *is de afschuivingsoppervlakte het geheel der vlakjes in eenig punt, alwaar*

$$\frac{f\,N+C}{S}$$

een minimum is. Dit minimum heeft plaats voor

$$S\,d\,(f\,N+C) = (f\,N+C)\,d\,S$$

dat is $$S\,f\,.\,d\,N = (f\,N+C)\,d\,S$$

of wel daar $\pm T = f\,N+C$ is, voor

$$S\,f\,d\,N = S\,d\,S$$

of voor $$\frac{d\,S}{d\,N} = \pm f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Hieruit volgt dat de zamenhang geen invloed heeft op de rigting van het afschuivingsvlak.

Bestaat er geen zamenhang zoo moet $\frac{N}{S}$ een minimum zijn of $\frac{S}{N} = \text{tang}\,\delta$ een maximum; het afglijdingsvlak wordt dan door de vergelijking (15) bepaald.

Volgens de vergelijkingen (12) is nu

$$d\,S = (A-B)\cos 2\beta\,d\beta$$

$$d\,N = (2\,A\sin\beta\cos\beta - 2\,B\cos\beta\sin\beta)\,d\beta = (A-B)\sin 2\beta\,d\beta$$

alzoo volgens de vergelijking (20) zeer eenvoudig

$$\text{tang}\,2\beta = \pm\frac{1}{f} = \pm\cot\varphi$$

of $$\text{tang}\,2\beta = \pm\,\text{tang}\,(90^\circ - \varphi)$$

dat is $$\beta = \pm\,(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Diensvolgens bestaan er twee afschuivingsvlakken, die onderling eenen hoek $90^\circ - \varphi$ vormen, door de hoofddrukking A in twee gelijke deelen verdeeld.

Indien er geen zamenhang bestaat, dan zijn, zoo als reeds is aangewezen, de afglijdingsvlakken bepaald door de vergelijking (15), die eveneens twee hoeken geeft, dewijl de vierkantswortel zoo wel positief als negatief te nemen is. Zijn a en b de halve assen van de rigtingsellips, dan is

$$\text{tang}\,\beta = \sqrt{\frac{B}{A}} = \frac{b}{a}.$$

Indien er alzoo geen zamenhang bestaat worden de afglijdingsvlakken bepaald door de diagonalen van den omgeschreven regthoek der rigtingsellips, of, wat hetzelfde is, door hare twee gelijke toegevoegde middellijnen.

§ 11. *Betrekking tusschen de hoofddrukkingen.* — De vergelijkingen (12) geven nu voor de afglijdingsvlakken of voor $2\beta = \pm(90 - \varphi)$

$$\left.\begin{aligned} N &= \tfrac{1}{2}(A+B) - \tfrac{1}{2}(A-B)\sin\varphi, \\ S &= \pm\tfrac{1}{2}(A-B)\cos\varphi. \end{aligned}\right\}$$

Deze waarden gesteld in de vergelijking

$$N\,\text{tang}\,\varphi + C = \pm S,$$

geven $$(A+B)\sin\varphi - (A-B) + C\cos\varphi = 0 \quad (22)\,(^*)$$

en neemt men daarbij in aanmerking, dat

$$\frac{\cos\varphi}{\sin 1 + \varphi} = \text{tang}\,(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi)$$

en $$\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} = \text{tang}^2\,(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi)$$

is, zoo heeft men

$$B = [A\,\text{tang}\,(45 - \tfrac{1}{2}\varphi) - 2\,C]\,\text{tang}\,(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi \quad (23)$$

en als er geen zamenhang is:

$$B = A\,\text{tang}^2\,(45 - \tfrac{1}{2}\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

De betrekking tusschen de assen der rigtingsellips is in dit geval

$$b = a\,\text{tang}\,(45 - \tfrac{1}{2}\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

Hieruit is gemakkelijk de constructie voor B en b, als A en a gegeven zijn, af te leiden.

De uitdrukkingen voor R, N, S, met betrekking tot een afglijdingsvlak, gaan, als er geen zamenhang bestaat, in de volgende eenvoudige waarden over, waarin wij, als betrekking tot een afglijdingsvlak hebbende, voor R, E stellen

$$\left.\begin{aligned} E &= A\,\text{tang}\,(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi) \\ N &= R\cos\varphi, \quad S = R\sin\varphi \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (26)\,(^\dagger)$$

In figuur 4 is R door de lijnen $O\,E$ en $O\,F$ voorgesteld.

Voor eenige bepaalde waarden van φ vindt men de volgende uitkomsten:

φ	B : A	E : A en $b : a$
0°	1.0000	1.0000
20	0.4900	0.7002
25	0.4058	0.6371
30	0.3333	0.5774
35	0.2710	0.5206
40	0.2174	0.4663
45	0.1716	0.4142

§ 12. *Ligging der vlakken onder gegevene hoeken gedrukt.* — Zij, in figuur 5, $O\,R$ de rigting der kracht R, werkende op het gegevene vlak $Q\,Q$, dan zijn $R\,R$ en

(*) De laatste term van het eerste lid moet zijn $2\,C\cos\varphi$. (Vert.)

(†) In de beide laatste vergelijkingen is R door E te vervangen. (Vert.)

$Q\,Q$ de toegevoegde middellijnen der rigtingsellips. Zij δ de hoek van R met de loodlijn op $Q\,Q$; verder $E\,E$ en $F\,F$ de beide afglijdingsvlakken; op elk daarvan werkt de kracht E, en wel in de rigting $O\,E$ op $F\,F$, en op $E\,E$ in de rigting $O\,F$, makende $E\,E$ met $R\,R$ eenen hoek ν. De hoek $E\,O\,F$ is volgens het aangewezene $= 90^\circ - \varphi$. Volgens de in § 3 aangewezene wederkeerigheid is de projectie van de kracht R op de normaal van $F\,F$ gelijk aan de projectie van $O\,E = E$ op de normaal van $Q\,Q$, alzoo

$$R\cos(\nu + \varphi) = E\cos(\nu - \delta).$$

Eveneens is de projectie van $O\,F = E$ op de normaal van $Q\,Q$ gelijk aan de projectie van R op de normaal van $E\,E$, alzoo

$$E\sin(\nu + \varphi - \delta) = R\sin\nu.$$

Het product van beide vergelijkingen geeft

$$\cos(\nu+\varphi)\sin(\nu+\varphi-\delta) = \cos(\nu-\delta)\sin\nu.$$

Lost men hieruit $\cos(\nu+\varphi)$ en $\sin(\nu+\varphi-\delta)$ op, dan vindt men na eenige herleiding (*)

$$\cos(2\nu+\varphi-\delta) = \frac{\sin\delta}{\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

Daar nu $2\nu+\varphi-\delta$ positief en negatief kan genomen worden, vindt men hieruit twee waarden voor ν of voor den hoek tusschen de kracht R, die eenen hoek δ met zijn glijdingsvlak maakt, en het afglijdingsvlak.

Is β de hoek van het gedrukte vlak $Q\,Q$ met de hoofdas, zoo is $90^\circ + \gamma = 45^\circ + \tfrac{1}{2}\varphi + \beta + \delta$ (†) of $\nu = \beta + \delta + \tfrac{1}{2}\varphi - 45^\circ$, en $2\gamma + \varphi - \delta = 2\beta + \delta - 90^\circ$, alzoo

$$\sin(2\beta+\delta) = \frac{\sin\delta}{\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Door deze vergelijking zal men nu gemakkelijk, zonder de rigtingsellips noodig te hebben, de vlakken kunnen construeeren, die onder eenen bepaalden hoek gedrukt worden.

De drukking R op het bedoelde vlak is door de bovenstaande vergelijkingen $R\cos(\nu+\varphi) = E\cos(\nu-\delta)$ of $R\sin\nu = E\sin(\nu+\varphi-\delta)$ bepaald, als E bekend is. Maakt echter eene gegevene drukking Q met de normaal op het gedrukte vlak eenen hoek ε en met het vlak door eene onbekende drukking aangedaan eenen hoek μ, zoo heeft men door de wederkeerigheids-wet onmiddellijk $Q\sin\mu = R\sin(\mu - \varepsilon + \delta)$ of

$$R = \frac{Q\sin\mu}{\sin(\mu-\varepsilon+\delta)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

§ 13. *Derde vergelijking tusschen* V, H *en* T. — Stellen wij in (22) volgens (9) en (8) $A + B = H + V$ en

$$A - B = \sqrt{\{(H-V)^2 + 4\,T^2\}}$$

zoo heeft men

$$(H+V)\sin\varphi + C\cos\varphi = \sqrt{\{(H-V)^2 + 4\,T^2\}}.$$

Het wortelteeken door magtsverheffing verdrijvende verkrijgt men

$$(H+V)^2\cos^2\varphi - 4\,H\,V + 4\,T^2 - 2\,(H+V)\,C\sin 2\varphi - 4\,C^2\cos^2\varphi = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (30)\,(^*)$$

Is er geen zamenhang, dan heeft men eenvoudig

$$(H+V)^2\cos^2\varphi - 4\,H\,V + 4\,T^2 = 0 \quad . \quad . \quad (31)$$

De drie vergelijkingen (2) en (29) of (34) bepalen nu volkomen de grootheden V, H en T.

(*Wordt vervolgd.*)

(*) Deze herleiding is voor het eerste lid:
$\cos(\nu+\varphi)\sin(\nu+\varphi-\delta) = (\cos\nu\cos\varphi - \sin\nu\sin\varphi)\sin(\nu+\varphi-\delta)$
en voor het tweede lid:

$$\cos(\nu-\delta)\sin\nu =$$
$$= \sin\delta + \cos\nu\sin(\nu-\delta) = \sin\delta + \cos\nu\sin(\varphi+\nu-\delta-\varphi)$$
$$= \sin\delta + \cos\nu\sin(\varphi+\nu-\delta)\cos\varphi - \cos\nu\sin\varphi\,(\varphi+\nu-\delta)$$

waaruit volgt

$$\cos(\varphi+2\nu-\delta)\sin\varphi = \sin\delta. \quad \text{(Vert.)}$$

(†) Hier en verder is telkens γ verkeerdelijk gesteld voor ν. (Vert.)

(*) De vergelijking (30) moet zijn:
$(H+V)^2\cos^2\varphi - 4\,H\,V + 4\,T^2 - (H-V)\,C\sin 2\varphi - C^2\cos^2\varphi = 0.$ (Vert.)

VERSCHEIDENHEDEN.

EENIGE STATISTIEKE OPGAVEN OMTRENT DE SPOORWEGEN IN FRANKRIJK. — Op het eind van het jaar 1870 was in Frankrijk concessie verleend voor den aanleg van 22 482 K.M. spoorweg (hoofdlijnen), waarbij nog gevoegd kunnen worden 1 952 K.M. van uitsluitend plaatselijk belang, derhalve te zamen 24 434 K.M.

De spoorwegen van plaatselijk belang zijn bij de navolgende opgaven buiten beschouwing gebleven.

Van de 22 482 K.M. geconcessioneerde lijnen waren reeds 16 720 K.M. spoorweg in exploitatie gebragt, waarover het beheer gevoerd werd door 26 voorname maatschappijen.

De uitgestrektheid van hetgeen elke van die maatschappijen exploiteerde was echter zeer ongelijk verdeeld, daar het grootste gedeelte van het geheele geopende net, zijnde 16 043 K.M,, geëxploiteerd werd door de zes maatschappijen: du Nord, de l'Est, de l'Ouest, d'Orléans, de Lyon en du Midi.

Meer dan de helft van het genoemde net wordt geexploiteerd met enkel spoor, doch bijna overal zijn de gronden voor eene dubbele spoorbaan onteigend, terwijl tevens de kunstwerken zoodanig worden uitgevoerd, dat een tweede spoor geplaatst kan worden, wanneer de behoefte zich daaraan doet gevoelen.

In 1848 werden er slechts 2 300 K.M. spoorweg geexploiteerd.

Eerst na 1854 kan men zeggen, dat het net belangrijke uitbreiding heeft gekregen. In elk der jaren 1858 en 1859 werden meer dan 1 200 K.M. spoorweg voor het verkeer geopend, na dien tijd was het gemiddelde cijfer 900 K.M. per jaar.

In de verschillende staten van Europa werd op het laatst van het jaar 1869 het navermeld aantal K.M. spoorweg geexploiteerd:

	K.M.		K.M.
Frankrijk . . .	16 654	België	3 052
Groot-Britannie .	24 765	Zweden en Noorwegen	2 125
Duitschland . .	17 330	Nederland	1 480
Oostenrijk . . .	8 037	Zwitserland	1 380
Rusland	7 685	Portugal	694
Italië	5 772	Denemarken . . .	681
Spanje	5 407	Turkije, Rumenië en Griekenland . . .	524

In het geheel telde men dus in Europa ongeveer 96 000 K.M. geexploiteerde spoorwegen voor eene bevolking van 282 millioen zielen of 340 K.M. voor elk millioen inwoners.

Voor Groot-Britannie bedroeg dit cijfer 826 K.M. voor elk millioen inwoners.

Voor België 623 K.M.;
" Zwitserland 550 K.M.;
" Duitschland 452 K.M.;
" Frankrijk 444 K.M.

In Groot-Britannie, Italië, Spanje, Portugal, Turkije en Griekenland worden de spoorwegeu aangelegd en geëxploiteerd door particuliere maatschappijen.

In Frankrijk heeft de staat in den aanvang eenige lijnen aangelegd, doch de exploitatie door particulieren is algemeene regel gebleven.

In België, Nederland, Duitschland, Oostenrijk, Rusland, Zweden, Denemarken en Zwiiserland hebben zoowel de staat als de particulieren de spoorwegen aangelegd, doch de exploitatie geschiedt hoofdzakelijk door particuliere maatschappijen.

In Duitschland, België en Zweden wordt een gedeelte der lijnen, die door particulieren zijn gelegd en waarvan zij eigenaars zijn gebleven, door den staat geëxploiteerd.

In 1855 bedroeg het totaal der vreemde reizigers in Frankrijk 55 millioen tegen ruim 111 millioen in 1869.

Het gemiddeld vervoer van een reiziger was in het eerstgenoemde jaar 44 K.M. en daalde voor het laatstgenoemde tot 37 K.M., tengevolge van de ontwikkeling, welke het verkeer in de omstreken van de groote steden had verkregen.

De prijs voor het vervoer van elken reiziger bedroeg in 1869 per K.M. gemiddeld 5.43 centime, welk bedrag 1.23 centime lager was dan in 1851.

Deze geringe verlaging geeft ten voordeele van de reizigers in 1869, die 4 107 millioen K.M. aflegden, een bedrag van 50 millioen franken of met andere woorden waren de reizigers in 1869 aan hetzelfde tarief onderworpen geweest als in 1851, dan zouden zij, in plaats van 223 millioen franken 273 millioen franken in de kassen der maatschappijen gestort hebben, ondersteld dat het vervoer van reizigers dan hetzelfde ware geweest.

In 1855 werden 10 645 000 ton goederen vervoerd en in 1869 44 013 000 ton.

Het gemiddeld vervoer van de ton was voor beide jaren nagenoeg hetzelfde en bedroeg 142.5 K.M.

De prijs per ton en per K.M. was in 1851 7.70 centime en in 1869 6.17 centime, gevende een besparing voor den handel van 96 millioen franken.

Alleen op de stations van Parijs werden aangebragt en verzonden 5 175 000 ton goederen, zijnde bijna het achtste gedeelte van het geheele vervoer in Frankrijk.

De dienst op de geëxploiteerde lijnen in Frankrijk wordt verrigt door 138 000 personen, waaronder 10 000 vrouwen.

In 1859 werd de dienst voor de exploitatie van 9 061 K.M. spoorweg door 75 000 personen verrigt of 8.36 persoon per K.M. en in 1869 door 138 000 personen voor 16 973 K.M. spoorweg of 8.14 persoon per K.M.

Voor de verschillende takken van dienst was de verdeeling als volgt:

	Personen.
Administratie	2 028
Handel en mouvement	54 539
Tractie en materieel	34 530
Weg en werken	47 150
Totaal . . .	138 247

Dit personeel was hoofdzakelijk in dienst der zes groote maatschappijen en wel in de navolgende verhouding:

Nord	20 605	of 13.24	persoon	per K.M.
Est.	24 592	" 8.60	"	" "
Orléans . . .	20 956	" 5.40	"	" "
Lyon	38 021	" 9.07	"	" "
Midi	11 359	" 6.07	"	" "
Ouest	19 851	" 9.13	"	" "

Men ziet hieruit, dat er nog al verschil bestaat in de hoegrootheid van het gebruikte personeel per K.M. op de verschillende lijnen, doch men vergete niet dat het getal en de belangrijkheid van de stations, de soort van goederen, de afstand en de wijze van vervoer enz. enz., hierop van grooten invloed zijn, terwijl bovendien de opgaven der maatschappijen vermoedelijk niet geheel eenvormig zijn geschied.

Met betrekking tot het gebruikte materieel kan men den navolgenden vergelijkenden staat opmaken.

	1859.	1869.
Locomotieven voor personen.	1 712 stuks	2 273 stuks.
" " goederen.	1 302 "	2 597 "
Rijtuigen 1ste klasse . . .	1 398 "	2 449 "
" 2de " . . .	2 618 "	3 972 "
" 3de " . . .	3 074 "	5 334 "
Dienstwagens	3 015 "	4 575 "
Goederenwagens	57 657 "	117 716 "
Totaal . . .	67 762 stuks	133 946 stuks.

Het aantal voertuigen, dat ter beschikking gesteld werd van de reizigers en van den handel, was dus in 10 jaren verdubbeld.

Neemt men alleen het totaal der voertuigen in aanmerking dan verkrijgt men:

voor 1859 7.48 voertuig per geëxploiteerden K.M.
en voor 1869 7 89 " " " "

Het aantal voertuigen per K.M. heeft zich dus weinig uitgebreid, doch men moet wel in het oog houden dat de vermeerdering voornamelijk gelegen is in het aantal goederenwagens, die tevens grooter van inhoud zijn geworden en bovendien dat het slechts een gemiddelde is voor het geheele net.

Er zijn lijnen, die veel minder noodig hebben dan 7 voertuigen per K.M., doch er zijn er ook die veel hooger cijfer gebruiken.

Op de 1 044 296 treinen, die reizigers vervoerden, gaven 76 treinen aanleiding tot ongelukken; 2 reizigers werden gedood en 135 gekwetst tengevolge van onachtzaamheid in de exploitatie, 22 reizigers werden gedood en 141 gekwetst buiten de schuld der exploitatie, dus totaal 24 dooden en 276 gekwetsten voor eene beweging van 111 millioen personen.

De plaats grijpende ongelukken zijn dus zeer gering in aantal; de statistiek van het aantal dooden en gekwetsten bij het vroegere diligence-vervoer gaf veel hoogere cijfers.

De ongelukken van het personeel in dienst der maatschappijen zijn veel talrijker.

Men heeft 175 sterfgevallen geconstateerd, waarvan:
9 een gevolg zijn van de exploitatie;
150 een gevolg zijn van eigen onvoorzigtigheid;
16 een gevolg zijn van verschillende bijzondere oorzaken.

Onder de slagtoffers telt men:
53 rangeermeesters;
19 wachters;
15 spoorleggers;
13 wegwerkers;
12 wisselwachters;
11 conducteurs.

In 1869 waren de onkosten voor het geheele net in Frankrijk gestegen tot een bedrag van 8217 millioen franken, waarin de staat had bijgedragen voor 1086 millioen, de provincien, gemeenten enz. voor 83 millioen, en de maatschappij voor 7048 millioen franken.

In 1851 bedroegen de ontvangsten per K.M. 32600 franken en de uitgaven 14600 franken, en in 1869 per K.M. respectievelijk 42900 en 19500 franken, gevende in het eerste jaar een overschot per K.M. van 18000 franken en in het tweede van 23000 franken. v. D.

NIEUWE WIJZE, OM VAN SCHROEFDRADEN VOORZIEN IJZER, BIJ ZEE- EN WATERBOUWKUNDIGE WERKEN, TEGEN ROEST TE VRIJWAREN. — In de *Annales du génie civil* van Mei 1872 worden proeven vermeld, die aantoonen, dat eene soort van galvanisatie van het ijzer, voldoende tot roestwering, op zeer eenvoudige wijze kan verkregen worden.

Veronderstel dat twee stukken hout voor eenig werk moeten worden verbonden. Men begint op de plaats, waar de zamenvoeging moet geschieden, gaten te boren. Vervolgens brengt men in die gaten eenig zinkvijlsel of poeder, dat vooraf met eene vetachtige stof, van welken aard ook, tot een deeg is gekneed; alsdan worden de ijzers, die vooraf een weinig daarmede zijn ingesmeerd, op hunne beurt in de gaten geplaatst, geschroefd of geboord, hetzij met den schroefsleutel, wanneer het schroefbouten zijn, hetzij met een schroefdraaijer, wanneer het enkel houtschroeven zijn.

Op deze zeer eenvoudige wijze wordt eene roestwerende uitwerking verkregen.

De heer Aymar Bression, secretaris-generaal der *académie nationale*, meldt verscheidene proeven van de door den uitvinder Maîtrasse-Duprez verkregen uitkomsten gezien te hebben.

In twee stukken wit hout werden in de lengte, dat is in de rigting van den draad en dus voor de opzuiging van vocht de meest geschikte, twee schroefbouten gebragt van 0.10 M. lengte; de plaatsing van de eene schroefbout geschiedde op de aangeduide wijze met zinkvijlsel, de andere in den droge zonder bereiding.

Deze vergelijkende proef werd den 12den Maart 1863 begonnen.

Sedert dit tijdstip aan dezelfde voorwaarden van vochtigheid onderworpen, werden de twee stukken hout op den 7den Mei 1868 gekloofd, zoodat de twee schroefbouten bloot kwamen. Het bleek, dat de schroefbout, die met vijlsel was ingewreven, ongeschonden was en geen spoor van roest vertoonde; men zou geloofd hebben dat ze pas vertind ware; wat het hout betrof, dit was zeer gaaf en had zijn natuurlijk aanzien behouden overal waar de deelen van het hout in aanraking waren geweest met de schroefdraden. Daarentegen was de schroefbout, die niet was ingesmeerd, geheel verroest, de draden waren erg weggevreten, en zelfs het hout, alhoewel over eene geringe dikte, droeg zeer zigtbare sporen van ijzerroest.

Uit het onderzoek van deze vergelijkende proef, voegt de heer Aymar Bression er nog bij, volgt klaarblijkelijk dat de bijvoeging van zinkvijlsel eene wezenlijke meer of minder snel werkende galvanisatie had te weeg gebragt, overeenkomende met die, welke plotseling verkregen wordt door ijzer in kokend zink te dompelen.

In het onderwerpelijk geval had dus eene elektrochemische werking plaats, die zich voor ons oplost in eene soort van galvanoplastie, welke voordeelig zijnde voor het bijna onbepaald roestvrij houden van het ijzer, vooral bij waterbouwkundige werken, eene eerste voorwaarde wordt om het behoud dier werken te verzekeren.

De ondervinding hier beschreven werd terzelfder tijd door den uitvinder opgedaan met schroeven, klaauwen, laschijzers in houtwerk van harden en zuurachtigen aard, op de voorschreven wijze behandeld, en, na verloop van een zelfden tijd van beproeving, verkreeg men gelijke uitkomsten.

De kostende prijs der genoemde behandeling, het arbeidsloon niet daaronder begrepen (en dit kan wel op nul gesteld worden) kan worden afgeleid uit de volgende opgave.

Met een kilogram zinkvijlsel, met oud vet doorkneed, dat niet meer dan 24 tot 28 cents kost, kunnen verscheidene honderde schroefbouten van 0.10 tot 0.12 M. lengte worden voorzien en meer dan 250 bouten van eene afmeting van 0.25 à 0.30 M.

De kosten zijn alzoo betrekkelijk gering voor een middel om ijzer tegen roest te vrijwaren, waaruit ten slotte zulke belangrijke bezuiniging voortvloeit.

K.

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

NEDERLAND.

Tot 4 November 1872.

BOEKEN.

Album (Bouwkundig). — Verzameling van kleine ontwerpen voor architecten, timmerlieden, aannemers, opzigters, aankomende bouwkundigen, enz. door Th. M. M. van Grieken, 4de druk. 1ste afl. 16 blz. sup. 8vo. met 5 platen. Groningen, P. Noordhoff & M. Smit. bij int. *f* 1.25, buiten int. *f* 1.50

(Compl. in 11 afl., of 16 vel druks met 51 pltn.)

Aronstein (Dr. L.) en A. Sassen. — Liernur's pneumatisch rioolsysteem. Rapport omtrent de proeven genomen te Amsterdam, ingediend bij de maatschappij van landbouw, tuinbouw en veeteelt in het arrondissement Breda en omstreken. 12 blz. 8vo. Breda, Broese & Comp. *f* 0.15

Bakhuyzen (H. G. van de Sande). — Gronden der werktuigkunde. Met vele houtgravuren. 8 en 184 blz. gr. 8vo. met 130 fig. tusschen den tekst. Arnhem, van Egmond en Heuvelink. *f* 2.60

Berail (H.). — Iets over het Liernur's stelsel en de fosses mobiles. 9 blz. gr. 8vo. 's Hertogenbosch, van Heusden. *f* 0.15

——— Open brief aan de geneeskundige raden van Nederland, omtrent het belangrijke tweeledige doel: de verzameling der fecale stoffen ten behoeve van den landbouw. 16 blz. gr. 8vo. Aldaar. *f* 0.15

Bureau (Ph.) — Manuel des chauffeurs et conducteurs de machines à vapeur, comprenant la description, la conduite, l'entretien et les dérangements des machines à vapeur fixes, dans l'industrie. 2e éd. Avec 111 figures, dont 72 dans le texte et 5 planches. 176 blz. post-8vo. Gent, H. Hoste. Amsterdam, J. Noordendorp *f* 2.00

Burger (Dr. C. P.). — Iets over onmeetbare getallen en bekorte rekenwijzen bij het werken met decimale breuken. 2de verb. dr. 4 en 48 blz. post-8vo. Leiden, P. Engels. *f* 0.50

Catalogus der verzameling van kaarten van het Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam, door J. M. Obreen. 6 en 104 blz. post 8vo. Rotterdam, J. van Baalen en Zonen. (Niet in den handel.)

Eland (K.). — Beginselen der duurzame versterkingskunst voor de kadetten van alle wapenen. Met een atlas van 23 platen. 2de druk. Breda, Broese en Comp. *f* 6.28

Eschauzier (J. A. C.). — Riolen. Verzameling, afvoer en gebruik der faecaliën. Hun geschiedenis, constructie en hygiënische eischen. Uitsluitend beschouwd in verband tot den Nederl. bodem, als handleiding voor allen, die ze willen zamenstellen of beoordeelen. Met 58 figuren toegelicht. 2de druk. 112 blz. 8vo. met 58 tusschen den tekst gedr. houtgr. Arnhem, H. W. van Marle. *f* 1.50

Gasbelasting (De) te Leiden. Het voorstel van het raadslid J. M. E. Dercksen, tot vermindering der gasprijzen en de rapporten en discussiën daarover. Met aanteekeningen. 117 blz. gr. 8vo. Leiden, de Breuk en Smits. *f* 1.25

Grieken (Th. M. M. van). — Handboek voor burgerlijke bouwkunst. 4de afl. blz. 273—368, roy. 8vo. Groningen, J. B. Wolters. *f* 1.25

Opgave der geplaatste tonnen in de monding van den nieuwen waterweg aan den Hoek van Holland. 1 blad met 6 houtgr. Rotterdam, Nijgh en v. Ditmar. *f* 0.20

Plemp (M. E. C.). — Bouwkundig album. 2e serie. Verzameling van kleine ontwerpen, voor architekten, timmerlieden, aannemers, opzichters, aankomende bouwkundigen enz. 1ste afl. 24 blz. tekst en 5 gelith. platen. Groningen, P. Noordhoff en M. Smit. Bij inteek. *f* 1.25; buiten inteek. *f* 2.50

Compleet in 10 à 11 afl.

Schwatlo (C.). — De practische metselaar. Handboek voor architecten, metselaars, opzichters en leerlingen. Bewerkt naar het Duitsch door J. K. Kempees. 1ste afl. 48 blz. gr. 8vo. met 2 uitsl. platen. Leiden, D. Noothoven van Goor.
Per afl. tekst. *f* 0.45; per plaat *f* 0.15

Simon (M. C. F.). — Beginselen van de statica der vaste lichamen. Onder medewerking van J. Badon Ghijben. 4 stukken. 6, IV, 518 en IV blz. gr. 8vo. met 19 uitsl. platen. Breda, J. H. van den Berg, 1868—1872. *f* 7.70

Tresling (Dr. S. Stratingh). — Het bouwen van arbeiderswoningen. Verhandeling met goud bekroond door en uitgegeven van wege de Nederlandsche maatschappij ter bevordering van nijverheid. 1ste stuk, 64 blz. gr. 8vo. met atlas, bevattende 5 folio gelith. platen. Haarlem, Erven Loosjes. *f* 2.10

Compleet in 4 stukken, te zamen 17 à 18 vel druks à 15 ct. en 30 platen in folio à 30 ct.

Verslag aan den koning over den toestand der telegrafen in Nederland in het jaar 1871. 112 blz. 4to. 's Gravenhage, van Weelden en Mingelen. *f* 0.50

Waterweg (De nieuwe) van Rotterdam naar zee, met eene kaart van het nieuwe zeegat aan den hoek van Holland, door den schrijver van « de Noordzee voor Amsterdam. » 24 blz. 4to met 1 gelith. kaart. Rotterdam, P. M. Bazendijk. *f* 1.50

Weyer (Dr. G. D. E.). — Lessen over zeevaartkundige sterrekunde, gegeven aan de school der koninklijke marine te Kiel. Uit het Hoogd. overgezet door dr. R. J. Kaiser. 11 en 207 blz. gr. 8vo. Leiden P. Engels. *f* 2.25

KAARTEN EN PLANS.

Appleton's spoorwegkaart van de Vereenigde Staten en Canada, door C. F. Thomas, 75 × 65 c.M. Amsterdam, J. H. Laarman. In koker *f* 0.75

Kaart van het koningrijk der Nederlanden, met zijne overzeesche bezittingen. Op de schaal van 1 : 180 000. Door deskundigen bewerkt naar de groote topographische kaart van het ministerie van oorlog. Opgedragen aan S. Blaupot ten Cate. 8 bladen. Groningen, J. B. Wolters. Los *f* 10.00; opgeplakt met rollen *f* 18.00

——— (Nieuwe) der spoorwegen en stoombootvaarten van het koningrijk der Nederlanden op de schaal van 1 : 600 000. Vervaardigd naar de topographische en militaire kaart van het ministerie van oorlog, onder toezigt van P. H. Witkamp. 's Gravenhage, J. Smulders en Co. *f* 1.25; op linnen in étui. *f* 2.00; op linnen met rollen en vernist *f* 2.50

——— van de omstreken van Maastricht. Geteekend door J. J. A. Muller, gelithographeerd door J. D. ten Sande. Schaal 1 : 50 000. 1 blad folio. Maastricht, Gebr. Muller. *f* 0.50

Kuyper (J.) en N. W. Posthumus. — Oro-hydrografische en staatkundige atlas der geheele aarde 4to. 29 kaarten. Amsterdam. C. F. Stemler. *f* 4.80; in linnen *f* 6.50

Pijnappel Gz. (Dr. J.). — Atlas van de Nederlandsche bezittingen in Oost-Indië. Geheel op nieuw bewerkte uitgave. Folio. Met IX gekleurde, gelith. kaarten. Amsterdam, P. N. van Kampen. *f* 5.50; in linnen *f* 6.50

Plattegrond (Nieuwe volledige) van Amsterdam in 1872, bevattende alle bestaande en ontworpen pleinen, grachten, straten en stegen; voorts gebouwen, musea, logementen, koffiehuizen, buurt-, politie- en kanton-verdeelingen, brievenbussen, enz. enz. 1 blad plano in chromolith. Amsterdam, G. L. Funke. *f* 0.50

Spoorwegkaart van Midden-Europa, ontworpen door J. W. R. Gerlach, geteekend door A. A. en A. C. Nunnink. Schaal van 1 : 250 000. 1 blad folio. 's Gravenhage, A. A. Nunnink. *f* 1.25

PLATEN.

Vier photographiën van de brug bij Willemsdorp. 1. De brug in haar geheel van ter zijde gezien. 2. De brug van voren gezien in hare geheele diepte met bijgebouwen. 3. De brug van voren zeer vergroot zonder bijgebouwen. 4. Eene spanning der brug, zeer vergroot. 35 bij 28 c.M., Dordrecht, C. Morks Jz., elke plaat *f* 3.00; N°. 3, 24½ bij 50 c.M. *f* 1.50; N°. 2 voor de stereoscope *f* 0.70

VERBETERINGEN:

IN DE BESCHRIJVING VAN DE BRUG OVER DE LEK TE KUILENBURG.

Blz. 88, kol. 2, reg. 15 v. b. *staat:* n°. VIII, *lees:* n°. VII.
» 96, » 8, » 16 v. o. » 16 400, » 16 200.
» 96, » 8, » 8 » » » 6 400, » 6 200.
» 193, » 2, » 8 » » » 1780, » 1657.
» 194, » 2, » 2 v. b. » 4380, » 4357.
» 194, » 2, » 2 » » » 6630, » 6365.
» 280, » 2, » 2 » » » opstand, platten grond en doorsneden, *lees:* opstand en eene doorsnede.
» 283, » 2, » 4 » » » Tegelijk met den steiger kwam de heftoren met stoomtuig en kraan gereed, waarvan de inrigting in hoofdtrekken de plaat is aangewezen. *lees:* Tegelijk met den steiger kwam de heftoren met stoomtuig en kraan gereed.

IN DE BESCHRIJVING VAN DE SCHUIVENDE SLUISDEUR TE KAMPEN.

Blz. 359, kol. 1, reg. 24 v. o. *staat:* 1866, *lees:* 1868.
» 362, » 1, » 16 » » » 1400 kilo, » 14000 kilo.
» 363, » 1, » 13 v. b. » boven AP., » beneden AP.
» 363, » 2, » 13 v. o. » zonder ebdeuren, » met ebdeuren.

VERHANDELINGEN.

EERSTE VERVOLG OP DE MEMORIE BETREKKELIJK DE WATERSTANDEN OP DE NEDERLANDSCHE RIVIEREN,

door het lid dr. C. H. D. Buys Ballot (*).

Vijf jaren zijn verloopen sedert de laatste waarnemingen van de waterstanden, door mij opgenomen in mijne memorie aangaande het verhang op onze rivieren en de verandering daarvan sedert 1856.

Voor de toen verloopen tien jaren bleek dat verhang, vooral binnen het grondgebied van Nederland, verscheiden decimeters verminderd te zijn. Men kon nog meenen dat dit slechts scheen. Alle tientallen van jaren, zoo zegt men, kunnen niet overeenkomen. Daartoe is de weersgesteldheid, de hoeveelheid van regenwater enz., te veranderlijk. Maar al stemmen wij veranderlijkheid toe, toch is het wel niet waarschijnlijk, dat eene zoo groote gemiddelde verandering, en wel over tien jaren, alleen aan die wisselvalligheid en niet aan een blijvend iets zou moeten worden toegeschreven; te minder omdat tusschen geen der overige acht tientallen zulke verschillen waren voorgekomen. Dit alleen erkennen wij, dat wij zijn gehouden, om eene uit vroegere waarnemingen opgemaakte stelling ook aan latere waarnemingen te toetsen. Zoo behooren dan ook van vijf tot vijf jaren mijne stellingen aan een nieuw onderzoek te worden onderworpen.

Wij zullen dus maandelijksche hoogten van elk der vijf jaren voor iedere plaats vergelijken met de normaalwaarden voor die maandelijksche hoogten in de laatste tien jaren 1856—1865, en daarenboven de gemiddelde maandelijksche hoogten uit die vijf jaren in de eerste plaats met de genoemde normaalwaarden en met de nieuw berekende gemiddelde waarden, uit de laatste veertig jaren van het vroegere tijdperk. Wie liever met alle vorige waarnemingen te rade gaat, sla de memorie zelve op. Wij wilden niet juist dezelfde getallen herhalen, maar kozen nu die laatste veertig jaren 1816—1855, op zich zelven ook een lange reeks uitmakende, omdat zij zeer nabij dezelfde waterhoogte te Keulen opleverden als dit laatste vijftal jaren, en omdat zij vrijwel kunnen aangevuld worden, daar, voor zoover de Waal aangaat, alleen te Bommel de waarnemingen iets later, in 1832, zijn begonnen. Die aanvulling is verkregen door vergelijking van 1836—1856 te Bommel met hetzelfde tijdvak te Tiel, waarin volgens de aangehaalde verhandeling het verhang overal nog hetzelfde gebleven was. Daarom mag ik aldus redeneren:

In Januarij was te Tiel de gemiddelde waterstand in het tijdvak 1836—1855 . . . . . 6.244

te Bommel " 3.867

Alzoo te Bommel . . . 2.377

lager dan te Tiel.

Te Tiel was de waterstand 1816—1835 . . 6.295

Hij was in 1836—1855 te Bommel. . . . 2.377

lager; dus, zie boven, te Bommel 1816—1835. 3.918

maar hij was te Bommel 1836—1855. . . . 3.867

De som van deze hoogten is . . . 7.785

en de halve som . . . 3.893

moet geacht worden te gelden voor den gemiddelden waterstand te Bommel in Januarij gedurende het tijdvak 1816—1855; en zoo handelde ik voor iedere maand.

Op de Maas had ik slechts het tijdvak 1826—1855 te mijner beschikking, en op den IJssel zijn te Doesburg en Wijhe de waarnemingen nog later begonnen. Daar te Wijhe geen waarnemingen vóór 1856 berekend zijn, kon ik die plaats toch niet op 1816—1855 terugbrengen en daarom heb ik het ook voor Doesburg maar nagelaten.

Uit de eerste tabel blijkt, dat op den boven-Rijn en Waal het jaar 1867 bijzonder hooge standen heeft opgeleverd en ook de wintermaanden van 1869; dat in de wintermaanden over het geheele tijdvak de stand hoog is geweest; terwijl in de zomermaanden de gemiddelde hoogte bijna altijd is bereikt, meestal eenigermate is overtroffen.

Ook voor den IJssel en den Nederrijn geldt dit in het algemeen.

De Maas heeft vooral te Maastricht in alle maanden een te hoogen stand gehad. Aldaar was het positief verschil zelfs grooter dan te Keulen. Ware nu niet de gang en hoogte te Grave geheel met die te Nijmegen en Tiel overeenkomstig geweest, dan zou men aan den hoogen stand te Maastricht kunnen toeschrijven, dat Gorinchem in betrekking tot Tiel over het geheele jaar genomen zoo sterk gerezen is, meer dan anderhalven d.M. Nu moet de reden daarvan in de wijzigingen van

(*) Zie *Tijdschrift*, 1869—1870, blz. 203.

de benedenrivieren gezocht worden. Wij zullen tevens ligt zien, dat bijzonder te Gorinchem positieve teekens voor de zomermaanden voorkomen, dat dus de verhooging van den betrekkelijken stand te Gorinchem bijna uitsluitend van April tot October heeft plaats gehad, in maanden alzoo, waarin een hoogere waterstand wenschelijk is. Over die maanden bedraagt hij gemiddeld 0.280 M. Het is een van de voordeelen van de methode der afwijkingen, dat zoodanige verandering spoediger in het oog valt, en dat wij daardoor te eerder gedrongen worden nu weder die afwijkingen te vereenigen. Wij doen zulks dan ook in tabel II. Daar echter nog niet allen vrede hebben met den vorm dier afwijkingen, en hare taal niet zonder woordenboek verstaan, zullen wij liever eenige kolommen meer opnemen, en zoo langs een omweg hetzelfde verkrijgen wat de afwijkingen dadelijk zouden hebben geleverd.

In tabel II zien wij dan de verandering van de standen in het vijftal jaren uit de getallen, in de twee laatste kolommen, voor elke plaats opgenomen, zoowel ten opzigte van het vroegere tijdperk als ten opzigte van het laatste tijdperk 1856—1865. Op alle plaatsen bleven de standen van 1866—1870 boven die van 1856—1865, maar voornamelijk te Keulen en te Gorinchem; terwijl zij overal beneden die van 1816—1865 waren, behalve te Keulen.

Gorinchem is met betrekking tot Keulen bijna zeven d.M. gerezen: 0.722—0.029 = 0.693 M. Te Pannerden was de gemiddelde stand 0.325 lager dan in 1816—1855 en 0.428 M. hooger dan in 1856—1865.

Uit dit vijftal jaren komen dus weder, evenals uit het voorgaande tiental, in vergelijking met de verdere reeks, dezelfde waarheden te voorschijn.

Vooreerst, dat Pannerden betrekkelijk lageren stand heeft; ten tweede, dat Gorinchem absoluut hoogeren stand heeft gekregen, en wel bepaaldelijk, als wij zagen, in den zomer. Wij laten alle verdere waarheden, uit de gegevens af te leiden door verschillende combinatien der medegedeelde getallen, over aan deskundigen, die met alle veranderingen in de verschillende riviervakken aangebragt volledig bekend zijn en geven alleen aan, hoe de waterhoogten in eenige verschillende gevallen zouden behooren te zijn, waarbij wij van de eenvoudigste veronderstellingen tot een meer zamengestelde overgaan, en zoo tot de werkelijkheid meer naderen.

Stellen wij het ontwikkelde rivierverloop van Keulen tot Gorinchem voor door eene regte lijn als lijn der abscissen, en brengen wij daarop aan de hoogten als ordinaten, zoo zouden de eindpunten dier ordinaten alleen dan door een regte lijn worden voorgesteld, als de rivier een kanaal was, overal van dezelfde breedte en zonder helling van den bodem, terwijl van de oppervlakte niets verdampte en waarin niets viel, of waarin in elk gedeelte evenveel meer of minder viel dan verdampte. Voorts zou de afwijking van de regte lijn nog niet groot zijn en de vorm der kromme gemakkelijk te berekenen, als de bodem eene constante helling verkreeg; verdampte er dan aanmerkelijk veel meer dan er viel en werden de wanden doordringbaar, zoodat er meer verloren ging dan er van ter zijde toegevoegd werd, zoo zoude de vorm dier lijn meer en meer naderen tot die, welke de temperaturen in de opvolgende deelen eener aan het eene uiteinde verwarmde staaf voorstelt; zij zou hare convexe zijde naar den bodem keeren.

Komt er ergens eene aanmerkelijke verbreeding voor, dan zal aan het boveneind dier verbreeding de waterspiegel ook sterker rijzen. Verandert ergens de helling, zoo zal hetzelfde plaats hebben: een steiler afvallen eveneens als eene sterke aftapping, gelijk te Pannerden uit den Rijn, zal aldaar de oppervlakte vrij wat doen dalen ten opzigte van de bovengelegen punten. De helling van de bovenoppervlakte, dat is de verbinding van het verhang tot de lengte, over welke het verhang genomen is, de grootheid dus, waarvan de omgekeerde door Stephenson voor de luchtdrukking *gradient* genoemd wordt, zal grooter worden.

Alle dergelijke onregelmatigheden komen op eene rivier voor en het zal dus ons streven moeten zijn uit de gradients en hunne verandering te besluiten tot de verschillende omstandigheden, waarvan wij slechts sommige onmiddelijk kennen.

Het is dan niet te verwonderen bij deze aanmerkelijke verandering in de hoeveelheid waters, die tusschen Keulen en Gorinchem afliep, dat het verhang insgelijks eenige wijziging onderging, want in al de genoemde omstandigheden komt langzamerhand geringere of grootere wijziging.

Om in het oog te doen vallen hoe over het geheele jaar genomen het verhang veranderd is namen wij uit tabel III voor elke rivier slechts twee getallen, het verhang tusschen de hoogste en eene middelplaats en tusschen de middel- en laagste plaats.

	H.-P.	P.-G.	M.-Gr.	Gr.-Gor.	W.-Z.	Z. K.
Vroeger	27.876	9.498	35.705	5.522	5.001	3.919
1856—1865	28.231	8.628	36.028	4.770	4.705	3.657
1866—1870	28.281	8.468	36.459	4.638	4.670	3.805

Het verhang wordt dus voortdurend grooter op het bovengedeelte van Waal en Maas, voortdurend kleiner op het benedengedeelte; op den IJssel heeft voor het bovengedeelte het omgekeerde plaats, maar alleen, omdat Westervoort, zijne hoogste plaats, zooveel meer gedaald is dan Zutphen, omdat het zoo afhankelijk is van Pannerden.

Nog sterker zal dit zigtbaar zijn voor de afzonderlijke maanden, daar wij juist de grootste veranderingen voor de zomermaanden aanwezen. Daarom berekenden wij dan ook dat verhang weder voor elke maand in tabel III, evenals vroeger elk maandelijksch verhang met het gemiddelde verhang vergelijkende. Wij namen ook voor het gemakkelijker overzigt de maandelijksche verhangen der vorige tijdvakken op. Tevens werd een soortgelijk onderzoek voor den IJssel gedaan. Wij dachten weder geheel dezelfde wet te zullen vinden, die zoowel uit de waarnemingen van 1856—1865 als uit die van 1729—1855 volgt, dat het verhang namelijk op de Waal het grootst is in lente en zomer, en het kleinst in herfst en winter. Wij hebben dus na te sporen, in welke maanden dier seizoenen het te zoeken is, en vinden dan: alleen voor de lentemaanden is het op alle plaatsen zoo gebleven; in de drie overige seizoenen wordt voor eenige getallen een verandering in teeken aangewezen. Het zal uit een volgend vijftal jaren moeten blijken, of dit aan de korte tijdruimte moet worden toegeschreven, waardoor alle toevallige wisselingen elkander nog niet hebben kunnen opheffen, dan wel aan de verhooging te Gorinchem in de zomermaanden, en welken invloed de dijkverlegging bij Bommel daarop heeft gehad. Wij zouden tot het laatste gevoelen overhellen, omdat op de Maas bijna geen verandering van teeken voorkomt. De hooge zomerstanden te Maastricht zijn, zoo als wij reeds aanvoerden, door de lage standen te Grave voor Gorinchem krachteloos gemaakt.

Ook op den IJssel is de verandering gering. Op de twee laatstgenoemde rivieren is op het hoogere gedeelte het verhang grooter in de laatste maanden, lager in de eerste, en op het lagere gedeelte heeft het omgekeerde plaats als algemeene regel, waarop de uitzonderingen door tabel III geleverd worden. Op de Waal is eene neiging daartoe te bespeuren.

De invloed van hooge of lage standen is van veel geringer invloed op het verhang, gelijk uit tabel IV blijkt, waarin het voor de hoogste standen afzonderlijk, en ook afzonderlijk voor de laagste standen gegeven wordt. De grenzen dier hooge en lage standen namen wij wegens de hooge standen van dit vijftal jaren ook vier d.M. hooger, omdat er anders geen lage standen zouden voorkomen, wat nu althans in den zomer plaats heeft. Dat zijn ook de maanden, die het meest beslissen, omdat daarin geen ijsverstopping voorkomt.

Welnu de allerhoogste zomermaand gaf voor
Keulen—Pannerden . . . . 39.05 — 10.61 = 28.44
de allerlaagste " . . . . . 37.87 — 9.45 = 28.42

Eerst beneden Nijmegen is de invloed van de hoogte op het verhang merkbaar. Tusschen Nijmegen en Gorinchem wordt bij lage standen het verhang 4 d.M. kleiner: het water wordt beter bewaard bij lage standen, dus juist als het wenschelijk is.

Splitsing van het onderzoek voor elke twee jaren stel ik tot 1875 uit; nu had ik na 1867 slechts twee nieuwe tweetallen kunnen toevoegen, daar 1866—1867 toen reeds opgenomen is.

Tabel I. *Verschillen der gemiddelde waterstanden van* 1866—1870 *met die van* 1856—1865.

	Januarij	Februarij.	Maart.	April.	Mei.	Junij.	Julij.	Augustus.	September.	October.	November.	December.	Jaar.
Keulen.													
1866	—0.555	1.391	0.399	0.563	0.309	—0.416	—0.027	1.010	1.101	0.015	0.206	1.868	0.484
1867	2.285	3.141	1.659	2.653	1.439	0.814	0.963	0.130	0.031	0.635	0.156	0.808	1.224
1868	0.005	0.331	0.869	0.233	1.009	0.224	—0.057	—0.120	—0.679	0.425	0.346	1.278	0.324
1869	1.135	0.301	0.249	—0.577	0.069	—0.066	—0.037	0.280	—0.299	—0.275	0.886	2.308	0.344
1870	0.745	—1.209	0.449	—0.727	—0.751	—0.976	—0.967	0.080	0.231	0.445	2.676	1.588	0.134
Gem.	0.723	0.791	0.725	0.429	0.415	—0.084	—0.025	0.276	0.077	0.249	0.854	1.550	0.502
Emmerik.													
1866	—0.936	1.185	0.371	0.503	0.309	—0.534	—0.154	0.913	1.131	—0.060	0.155	1.871	0.392
1867	2.014	3.095	1.551	2.733	1.599	0.816	1.046	0.173	—0.039	0.510	0.175	0.761	1.202
1868	—0.156	0.405	0.901	0.123	1 049	0.166	—0.214	—0.257	—0.789	0.200	—0.370	0.841	0.222
1869	1.044	0.275	0.201	—0.587	—0 031	—0.144	—0.174	0.173	—0.399	—0.350	1.060	2.211	0.272
1870	0.614	—0.095	0.371	—0.727	—0.761	—1.054	—1.064	0.043	0.441	0.360	2.810	1.571	0.212
Gem.	0.516	0.973	0.679	0.409	0.433	—0.150	—0.112	0.209	0.069	0.132	0.914	1.451	0.460

	Januarij.	Februarij.	Maart.	April.	Mei.	Junij.	Julij.	Augustus.	September.	October.	November	December.	Jaar.
Nijmegen.													
1866	—0.961	1.014	0.286	0.480	0.333	—0.468	—0.107	0.851	1.080	0.052	0.233	1.943	0.392
1867	1.789	2.734	1.486	2.500	1.593	0.812	1.023	0.281	0.090	0.562	0.313	0.903	1.172
1868	0.319	0.384	0.836	0.160	1.013	0.162	—0.137	—0.169	—0.650	0.182	0.373	0.853	0.280
1869	0.989	0.214	0.176	—0.540	—0.057	—0.168	—0.177	0.121	—0.350	—0.308	0.913	2.113	0.244
1870	0.509	—0.806	0.256	—0.700	—0.737	—1.028	—1.017	—0.049	0.350	0.232	2.573	1.553	0.091
Gem.	0.529	0.708	0.608	0.380	0.527	—0.138	—0.083	0.207	0.104	0.144	0.881	1.473	0.435
Tiel.													
1866	—0.859	0.961	0.345	0.541	0.401	—0.310	—0.002	0.853	1.046	0.132	0.216	1.764	0.422
1867	1.557	2.401	1.375	2.281	1.571	0.820	1.008	0.323	0.136	0.532	0.276	0.774	1.081
1868	0.851	0.401	0.845	0.231	1.051	0.280	—0.032	—0.087	—0.574	0.192	0.396	0.744	0.361
1869	0.961	0.291	0.275	—0.329	0.091	0.000	—0.032	0.213	—0.204	—0.188	0.946	1.954	0.331
1870	0.511	—0.249	0.395	—0.469	—0.529	—0.860	—0.832	0.023	0.456	0.282	2.406	1.444	0.221
Gem.	0.603	0.761	0.647	0.451	0.505	—0.002	0.022	0.265	0.172	0.190	0.848	1.336	0.483
Bommel.													
1866	—0.959	0.934	0.355	0.516	0.359	—0.392	—0.040	0.830	1.059	0.105	0.267	1.657	0.387
1867	1.371	2.284	1.335	2.226	1.489	0.738	0.960	0.220	0.019	0.465	0.277	0.697	1.007
1868	0.641	0.374	0.855	0.176	1.039	0.228	—0.050	—0.080	—0.561	0.225	0.417	0.647	0.327
1869	0.841	0.234	0.255	—0.414	0.029	—0.062	—0.080	0.190	—0.221	—0.175	0.997	1.847	0.287
1870	0.371	—0.486	0.365	—0.534	—0.571	—0.832	—0.830	0.060	0.469	0.305	2.437	1.357	0.177
Gem.	0.453	0.668	0.633	0.393	0.469	—0.064	—0.008	0.244	0.153	0.185	0.879	1.241	0.438
Gorinchem.													
1866	—0.076	1.001	0.658	0.723	0.594	0.150	0.412	0.858	0.983	0.334	0.685	1.460	0.652
1867	1.484	1.861	1.438	1.813	1.864	0.760	0.932	0.478	0.323	0.524	0.395	0.850	0.972
1868	0.164	0.501	0.908	0.433	0.904	0.350	0.242	0.318	0.033	0.424	0.385	0.660	0.442
1869	0.824	0.401	0.488	0.063	0.394	0.330	0.242	0.408	0.303	0.344	0.925	1.440	0.512
1870	0.494	—0.339	0.448	0.053	0.124	—0.040	—0.002	0.498	0.563	0.574	1.935	1.170	0.452
Gem.	0.518	0.685	0.728	0.617	0.676	0.310	0.365	0.512	0.441	0.440	0.865	1.116	0.606
Maastricht.													
1866	0.514	1.376	0.874	0.801	0.700	0.518	0.783	0.993	1.501	0.900	1.015	1.275	0.934
1867	1.184	1.816	0.774	1.611	1.350	0.758	1.143	1.033	0.741	0.740	0.555	1.105	1.064
1868	0.464	0.576	0.934	0.751	0.820	0.568	0.733	0.873	0.691	0.750	0.625	1.145	0.744
1869	0.884	0.646	0.934	0.701	1.110	0.908	0.803	0.873	0.721	0.610	1.115	1.425	0.894
1870	0.884	0.036	0.594	0.431	0.550	0.428	0.573	0.913	0.931	1.300	2.005	1.375	0.834
Gem.	0.786	0.890	0.822	0.859	0.906	0.631	0.806	0.937	0.917	0.860	1.063	1.265	0.894
Grave.													
1866	—0.199	1.512	0.726	0.662	0.203	—0.407	—0.030	0.226	1.310	0.481	0.679	1.801	0.582
1867	1.251	2.282	0.746	2.382	1.813	0.323	0.880	0.586	—0.060	—0.029	—0.111	1.231	0.942
1868	0.591	0.432	1.076	0.492	0.543	—0.357	—0.300	—0.154	—0.420	—0.399	—0.291	0.561	0.152
1869	0.941	0.102	0.746	—0.048	0.513	0.223	—0.180	—0.424	—0.340	—0.579	0.659	1.981	0.332
1870	0.911	—0.708	0.036	—0.478	—0.437	—0.777	—0.560	0.106	0.050	0.601	3.139	1.711	0.322
Gem.	0.699	0.722	0.666	0.602	0.527	—0.199	—0.038	0.128	0.168	0.027	0.815	1.457	0.466
Pannerden.													
1866	—0.863	1.034	0.329	0.443	0.294	—0.464	—0.122	0.825	1.031	0.082	0.224	1.863	0.394
1867	1.837	2.844	1.479	2.503	1.514	0.776	—0.042	0.215	0.041	0.552	0.244	0.843	1.154
1868	0.117	0.424	0.849	0.153	0.974	0.136	—0.182	—0.245	—0.699	0.192	0.334	0.843	0.244
1869	0.827	0.294	0.249	—0.547	—0.056	—0.164	—0.212	0.105	—0.369	—0.308	0.904	2.093	0.234
1870	—0.413	—0.586	0.279	—0.657	—0.726	—1.024	—1.052	—0.075	0.351	0.272	2.544	1.563	0.124
Gem.	0.556	0.862	0.637	0.365	0.400	—0.162	—0.322	0.165	0.071	0.158	0.850	1.441	0.428

	Januarij.	Februarij.	Maart.	April.	Mei.	Junij.	Julij.	Augustus.	September.	October.	November	December.	Jaar.
Arnhem.													
1866	—0.843	0.975	0.270	0.400	0.286	—0.453	—0.092	0.769	0.973	0.063	0.236	1.772	0.365
1867	1.707	2.835	1.390	2.460	1.416	0.657	0.918	0.249	0.093	0.523	0.296	0.862	1.115
1868	0.177	0.355	0.850	0.140	0.966	0.157	—0.082	—0.101	—0.507	0.233	0.416	0.862	0.285
1869	0.947	0.305	0.260	—0.410	0.036	—0.093	—0.082	0.219	—0.197	—0.167	0.956	2.122	0.325
1870	0.577	—0.455	0.340	—0.500	—0.524	—0.823	—0.782	0.099	0.473	0.393	2.566	1.642	0.255
Gem.	0.513	0.803	0.622	0.418	0.436	—0.111	—0.024	0.247	0.167	0.209	0.894	1.452	0.469
Vreeswijk.													
1866	—0.500	0.703	0.276	0.386	0.296	—0.262	0.056	0.825	1.000	0.128	0.315	1.566	0.398
1867	1.520	2.173	1.206	2.016	1.316	0.678	0.866	0.215	0.080	0.428	0.245	0.736	0.958
1868	0.690	0.283	0.766	0.116	0.886	0.168	—0.134	—0.145	—0.520	0.128	0.305	0.596	0.258
1869	0.930	0.153	0.206	—0.394	—0.014	—0.062	—0.134	0.145	—0.140	—0.092	0.855	1.656	0.258
1870	0.580	—0.337	0.276	—0.444	—0.514	—0.762	—0.794	—0.015	0.400	0.258	2.055	1.306	0.168
Gem.	0.644	0.595	0.546	0.336	0.394	—0.048	—0.026	0.205	0.164	0.170	0.755	1.252	0.408
Westervoort.													
1866	—0.837	0.916	0.239	0.388	0.269	—0.448	—0.127	0.777	0.984	0.038	0.153	1.796	0.349
1867	1.713	2.686	1.309	2.368	1.359	0.662	0.903	0.227	0.064	0.528	0.273	0.856	1.079
1868	0.193	0.316	0.809	0.128	0.939	0.162	—0.147	—0.173	—0.646	0.178	0.393	0.886	0.249
1869	0.893	0.236	0.229	—0.462	—0.021	—0.108	—0.127	0.187	—0.296	—0.302	0.943	2.116	0.269
1870	0.603	—0.694	0.279	—0.612	—0.671	—0.958	—0.987	—0.033	0.404	0.298	2.523	1.606	0.149
Gem.	0.513	0.692	0.573	0.362	0.375	—0.138	—0.097	0.197	0.102	0.148	0.857	1.452	0.419
Doesburg.													
1866	—0.740	0.954	0.314	0.421	0.327	—0.405	—0.088	0.792	1.073	0.182	0.366	2.000	0.435
1867	1.710	2.344	1.354	2.171	1.487	0.735	0.982	0.402	0.193	0.642	0.416	1.060	1.125
1868	0.690	0.504	0.884	0.201	0.987	0.195	—0.058	—0.078	—0.537	0.252	0.456	0.860	0.365
1869	0.880	0.374	0.344	—0.389	0.057	—0.045	—0.098	0.182	—0.227	—0.208	1.046	2.080	0.335
1870	0.800	—0.576	0.334	—0.489	—0.523	—0.875	—0.930	—0.018	0.473	0.352	2.446	1.720	0.225
Gem.	0.668	0.720	0.646	0.381	0.467	—0.079	—0.038	0.256	0.195	0.244	0.946	1.544	0.497
Zutphen.													
1866	—0.807	0.872	0.316	0.383	0.301	—0.521	—0.180	0.739	1.073	0.118	0.325	2.112	0.393
1867	1.793	2.542	1.356	2.153	1.511	0.669	0.970	0.319	0.033	0.528	0.355	0.972	1.103
1868	0.943	0.542	0.896	0.143	0.981	0.129	—0.190	—0.221	—0.727	0.138	0.395	0.652	0.303
1869	1.093	0.262	0.356	—0.487	0.001	—0.091	—0.170	0.099	—0.347	—0.292	1.135	2.072	0.303
1870	0.973	—0.778	0.276	—0.587	—0.599	—1.031	—1.070	—0.131	0.513	0.288	2.545	1.742	0.173
Gem.	0.799	0.688	0.640	0.321	0.439	—0.169	—0.128	0.161	0.109	0.156	0.951	1.510	0.455
Wijhe.													
1866	—0.517	0.501	0.261	0.302	0.285	—0.346	—0.072	0.607	0.872	0.348	0.449	1.722	0.358
1867	1.393	2.061	1.061	1.792	1.285	0.584	0.818	0.297	0.102	0.668	0.419	0.882	0.948
1868	0.863	0.351	0.791	0.132	0.815	0.134	—0.132	—0.133	—0.498	0.338	0.369	0.482	0.288
1869	0.973	0.881	0.341	—0.358	0.035	0.044	—0.112	0.157	—0.088	0.178	1.089	1.652	0.328
1870	0.753	—0.579	0.271	—0.348	—0.335	—0.676	—0.752	—0.033	0.472	0.478	2.079	1.502	0.238
Gem.	0.693	0.483	0.545	0.304	0.417	—0.052	—0.050	0.179	0.172	0.402	0.881	1.248	0.432
Katerveer.													
1866	—0.406	0.392	0.079	0.165	0.179	—0.244	—0.022	0.413	0.569	—0.052	0.537	1.287	0.240
1867	0.994	1.732	0.729	1.465	0.929	0.376	0.558	0.143	0.059	0.298	0.317	0.727	0.690
1868	0.594	0.312	0.599	0.055	0.549	0.056	—0.162	—0.057	—0.271	0.108	0.187	0.317	0.190
1869	0.724	0.112	0.179	—0.325	—0.021	0.036	—0.152	0.113	0.089	0.168	0.867	1.207	0.250
1870	0.434	—0.530	0.159	—0.225	—0.171	—0.414	—0.482	0.053	0.279	0.198	1.487	1.087	0.160
Gem.	0.468	0.404	0.349	0.227	0.293	—0.038	0.052	0.133	0.145	0.144	0.679	0.925	0.306

Tabel II. *Vergelijking van de gemiddelde standen van* 1866—1870 *met die van* 1816—1855 *en* 1856—1865.

	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.
	Keulen.					Emmerik.				
Januarij	38.859	38.475	38.198	+0.339	+0.723	13.317	12.676	13.192	−0.125	+0.516
Februarij	9.099	8.619	9.410	+0.311	+0.791	3.457	2.675	3.648	+0.191	+0.973
Maart	9.240	8.441	9.166	−0.074	+0.725	3.515	2.419	3.098	−0.417	+0.679
April	8.951	8.647	9.096	+0.145	+0.429	3.606	2.557	2.966	−0.640	+0.409
Mei	8.757	8.541	8.956	+0.199	+0.415	2.835	2.321	2.754	−0.081	+0.433
Junij	8.903	8.826	8.742	−0.161	−0.084	2.932	2.614	2.464	−0.468	−0.150
Julij	8.904	8.417	8.392	−0.512	−0.025	2.897	2.224	2.112	−0.785	−0.112
Augustus	8.695	8 170	8.446	−0.249	+0.276	2.712	1.937	2.146	−0.566	+0.209
September	8.443	8.089	8.166	−0.277	+0.077	2.447	1.889	1.958	−0.489	+0.069
October	8 258	7.815	8.064	−0.194	+0.249	2.266	1.640	1.772	−0.494	+0.132
November	8.533	7.824	8.678	+0.145	+0.854	2.542	1.655	2.566	+0.024	+0.914
December	8.949	8.052	9.622	+0.673	+1.550	2.845	2.129	3.580	+0.735	+1.451
Jaar	38.799	38.326	38.828	+0.029	+0.502	12.948	12.228	12.688	−0.260	+0.460
	Nijmegen.					Tiel.				
Januarij	9.645	9.061	9.590	−0.055	+0.529	6.270	5.879	6.482	+0.212	+0.603
Februarij	9.726	9.056	9.764	+0.038	+0.708	6.231	5.829	6.590	+0.359	+0.761
Maart	9.755	8.834	9.442	−0.313	+0.608	6.173	5.595	6.242	+0.072	+0.647
April	9.451	8.910	9.290	−0.161	+0.380	5.877	5.649	6.100	+0.223	+0.451
Mei	9.222	8.697	9.136	−0.096	+0.527	5.656	5.459	5.964	+0.308	+0.505
Junij	9.283	8.978	8.840	−0.443	−0.138	5.759	5.700	5.698	−0.061	−0.002
Julij	9.240	8.617	8.534	−0.706	−0.083	5.701	5 392	5.414	−0.287	+0.022
Augustus	9.073	8.339	8.546	−0.527	+0.207	5.544	5.157	5.422	−0 122	+0.265
September	8.832	8.280	8.384	−0.448	+0.104	5.330	5.104	5.276	−0.054	+0.172
October	8.702	8 048	8.192	−0.516	+0.144	5.205	4.908	5.098	−0.107	+0 190
November	8.886	8.027	8.908	−0.378	+0.881	5.428	4.894	5.742	+0.314	+0.848
December	9.171	8.347	9.820	+0.649	+1.473	5 963	5.226	6.556	+0.593	+1.336
Jaar	9.249	8.599	9.034	−0.215	+0.435	5.761	5.399	5.882	+0.121	+0.483

	1816—55. Uit vergelijking met Tiel.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.
	Bommel.					Gorinchem.				
Januarij	3.893	3.819	4.272	+0.379	+0.453	1.864	1.996	2.514	+0.650	+0.518
Februarij	3.887	3.666	4.334	+0.447	+0.668	1.848	1.939	2.624	+0.766	+0.685
Maart	3.841	3.375	4.008	+0.167	+0.633	1.766	1.632	2.360	+0.594	+0.728
April	3.574	3.435	3.828	+0.254	+0.393	1.442	1.587	2.204	+0.762	+0.617
Mei	3.144	3.221	3.690	+0.546	+0.469	1.187	1.346	2.022	+0.835	+0.676
Junij	3.156	3.472	3.408	+0.252	−0.064	1.165	1.490	1.800	+0.635	+0.310
Julij	3.078	3.140	3.132	+0.054	−0.008	1.158	1.298	1.664	+0.506	+0.365
Augustus	2.919	2.890	3.134	+0.215	+0.244	1.065	1.182	1.694	+0.629	+0.512
September	2.704	2.851	3.004	+0.300	+0.153	0.952	1.227	1.668	+0.716	+0 441
October	2.665	2.665	2.850	+0.185	+0.185	0.966	1.176	1.616	+0.650	+0 440
November	3 022	2.663	3.542	+0.520	+0.879	1.176	1.225	2.090	+0.914	+0.865
December	3.660	3.113	4.354	+0.694	+1.241	1.630	1.520	2.636	+1.006	+1.116
Jaar	3.295	3.192	3.630	+0.335	+0.438	1.352	1.468	2.074	+0.722	+0.606

	1 826—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1826—55.	Verschil. 1856—65.	1826—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1826—55.	Verschil. 1856—65.
	Maastricht.					Grave.				
Januarij	43.210	43.076	43.862	+0.652	+0.786	8.035	7.639	8.338	+0.303	+0.699
Februarij	3.366	3.024	3.914	+0.548	+0.890	8.275	7.628	8.352	+0.077	+0.722
Maart	3.231	2.826	3.648	+0.417	+0.822	8.025	7.244	7.910	−0.115	+0.666
April	2.847	2.559	3.418	+0 571	+0.859	7.383	6.738	7.340	−0.043	+0.602
Mei	2.399	2.110	3.016	+0 617	+0.906	6.581	5.907	6.434	−0.147	+0.527
Junij	2.171	2.012	2.650	+0.479	+0.631	6 145	5.787	5.588	−0 557	−0.199
Julij	2.002	1.797	2.604	+0.602	+0.806	5.887	5 440	5.402	−0.485	−0.038
Augustus	1.997	1.617	2.554	+0.557	+0.937	5.872	5.174	5.302	−0.570	+0.128
September	1.925	1.729	2.646	+0.721	+0.917	5.749	5.300	5 468	−0.281	+0.168
October	2.152	1.860	2.720	+0.568	+0.860	6.057	5.539	5.566	−0.491	+0.027
November	2.621	2.125	3.188	+0.567	+1.063	6.808	5.881	6.696	−0.112	+0.815
December	3.139	2.575	3.840	+0.701	+1.265	7.781	6.699	8.156	+0.375	+1.457
Jaar	42.588	42.276	43 170	+0.583	+0.894	6.883	6.248	6 714	−0.169	+0.466

	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.
	Pannerden.					Arnhem.				
Januarij	11 114	10.493	10 994	−0.120	+0 556	9 493	9 023	9 536	+0.043	+0.513
Februarij	11.289	10 496	11.298	+0 009	+0 862	9 610	9 025	9.828	+0 218	+0.803
Maart	11 360	10 291	10 928	−0.432	+0.637	9 729	8 780	9.402	−0 327	+0.622
April	11.034	10 417	10.802	−0.232	+0 365	9.393	8 920	9 338	−0 055	+0.418
Mei	10 805	10 216	10.616	−0.189	+0 400	9 118	8 714	9.150	+0 032	+0.436
Junij	10.872	10.474	10 326	−0.546	−0.162	9 206	8 993	8 882	−0 324	−0.111
Julij	10 857	10.132	10.010	−0.847	−0 322	9 203	8 642	8.618	−0 585	−0.024
Augustus	10 672	9 865	10.030	−0.642	+0 165	8.997	8 381	8 628	−0 369	+0.247
September	10 431	9.799	9 870	−0 561	+0.071	8 730	8 327	8.494	−0 216	+0.167
October	10 286	9 578	9 696	−0 590	+0 158	8 533	8.117	8 326	−0 207	+0.209
November	10 494	9 566	10.416	−0 078	+0.850	8 788	8 684	8 978	+0.190	+0.894
December	10 983	9 827	11.318	+0 335	+1 441	9 357	8 378	9 830	+0 473	+1.452
Jaar	10 849	10 096	10.524	−0 325	+0.428	9 179	8 615	9 084	−0.095	+0.469

	1836—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1836—55.	Verschil. 1856—65.	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.
	Vreeswijk.					Westervoort.				
Januarij	2 848	2.430	3.074	+0.226	+0.644	10.012	9.467	9.980	−0.030	+0.513
Februarij	3.157	2.597	3.192	+0.035	+0.595	10.137	9.544	10.236	+0.099	+0.692
Maart	2.868	2.274	2.820	−0.048	+0.546	10.231	9.301	9.874	−0.357	+0.573
April	2.855	2.354	2.690	−0.165	+0.336	9.881	9.422	9.784	−0.097	+0.362
Mei	2.547	2.174	2.568	+0.021	+0.394	9.676	9.231	9.606	−0.070	+0.375
Junij	2.615	2.392	2.344	−0.271	−0.048	9.737	9.488	9.350	−0.387	−0.138
Julij	2.522	2.134	2.106	−0.416	−0.026	9.709	9 147	9.050	−0.656	−0.097
Augustus	2.382	1.915	2.120	−0.262	+0.205	9.546	8.873	9.070	−0.476	+0.197
September	2.099	1.890	2.054	−0.045	+0.164	9.369	8.826	8.928	−0.441	+0.102
October	2.156	1.752	1.922	−0.234	+0.170	9.326	8.612	8.760	−0.566	+0.148
November	2.250	1.765	2.520	+0.270	+0.755	9.311	8.577	9.434	+0.123	+0.857
December	2.758	2.024	3.196	+0.438	+1.172	9.627	8.844	10.296	+0.669	+1.452
Jaar	2.588	2.142	2.550	−0.038	+0.408	9.713	9.111	9.530	−0.183	+0.419

	1836—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1836—55.	Verschil. 1856—65.	1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.
	Doesburg.					Zutphen.				
Januarij	7 338	7.230	7.898	+0.560	+0.668	5.009	4.747	5.546	+0.537	+0.799
Februarij	7 833	7.356	8.076	+0.243	+0.720	5.239	5.008	5.696	+0.457	+0.688
Maart	7.708	7.106	7.752	+0.044	+0.646	5.357	4.704	5.344	−0.013	+0.640
April	7 712	7.209	7.592	−0.120	+0.381	4.936	4.777	5.098	+0.162	+0.321
Mei	7 301	6.983	7.450	+0.149	+0.467	4.632	4.479	4.918	+0.286	+0.439
Junij	7 356	7.255	7.176	−0.180	−0.079	4.698	4.751	4.582	−0.116	−0.169
Julij	7.285	6.938	6.904	−0.381	−0.038	4.619	4.410	4.282	−0.337	−0.128
Augustus	7.142	6.658	6.914	−0.228	+0.256	4.455	4.111	4.272	−0.183	+0.161
September	6 799	6.587	6.782	−0.017	+0.195	4.201	4.047	4.156	−0.045	+0.109
October	6 704	6.348	6.592	−0.112	+0.244	4.086	3.802	3.958	−0.128	+0.156
November	6 958	6.344	7.290	+0.332	+0.946	4.419	3.845	4.796	+0.377	+0.951
December	7.423	6.610	8.154	+0.131	+1.544	4.900	4.198	5.708	+0.768	+1.510
Jaar	7.297	6.885	7.382	+0.085	+0.497	4.713	4.407	4.862	+0.149	+0.455

	1856—65.	1866—70.		Verschil.		1816—55.	1856—65.	1866—70.	Verschil. 1816—55.	Verschil. 1856—65.
	Wijhe.					Katerveer.				
Januarij	2.037	2.730		+0.693		1.105	1.096	1.564	+0.459	+0.468
Februarij	2.329	2.812		+0.483		1.094	1.218	1.620	+0.526	+0.404
Maart	1.899	2.444		+0.545		1.155	0.891	1.240	+0.085	+0.349
April	1.928	2.232		+0.304		0.877	0.865	1.092	+0.215	+0.227
Mei	1.665	2.082		+0.417		0.641	0.671	0.964	+0.323	+0.293
Junij	1.866	1.814		−0.052		0.672	0.844	0.806	+0.134	−0.038
Julij	1.632	1.582		−0.050		0.700	0.722	0.670	−0.030	−0.052
Augustus	1.393	1.572		+0.179		0.637	0.557	0.690	+0.053	+0.133
September	1.348	1.520		+0.172		0.518	0.531	0.676	+0.158	+0.145
October	0.992	1.394		+0.402		0.537	0.472	0.616	+0.079	+0.144
November	1.201	2.082		+0.881		0.648	0.453	1.132	+0.484	+0.679
December	1.528	2.776		+1.248		0.947	0.683	1.608	+0.661	+0.925
Jaar	1.652	2.084		+0.432		0.794	0.750	1.056	+0.262	+0.306

Tabel III. *Invloed van den tijd des jaars op het verhang van de rivieren:*

De Waal.

	1776—1855. Keulen—Pannerden.	1856—65. Keulen—Pannerden.	1866—70. Keulen—Pannerden.	1776—1855. Pannerden—Bommel.	1856—65. Pannerden—Bommel.	1866—70. Pannerden—Bommel.	1776—1855. Pannerden—Gorinchem.	1856—65. Pannerden—Gorinchem.	1866—70. Pannerden—Gorinchem.
	27.876	28.231	28.286	7.533	6.903	6.911	9.498	8.628	8.468
Januarij	—0.156	—0.247	—0.082	—0.388	—0.232	—0.189	—0.248	—0.131	+0.012
Februarij	—0.047	—0.108	—0.174	—0.134	—0 075	+0.053	—0.058	—0.071	+0.206
Maart	—0.077	—0.081	—0.048	—0.038	+0.015	+0.009	+0.096	+0.031	+0.100
April.	—0.048	—0.001	+0.008	—0.075	+0.079	+0.063	+0.095	+0.202	+0.130
Mei	+0.001	+0.094	+0.054	+0.113	+0.095	+0.015	+0.120	+0.242	+0 126
Junij.	+0.084	+0.131	+0.130	+0.214	+0.097	+0.007	+0.209	+0.356	+0.058
Julij	+0.097	+0.054	+0.096	+0.233	+0.086	—0.033	+0.201	+0.206	—0.112
Augustus	+0.074	+0.074	+0.130	+0.174	+0.070	—0.015	+0.109	+0.055	—0.132
September	+0.050	+0.058	—0.010	+0.146	+0.046	—0.045	—0.019	—0.056	—0 266
October	—0.005	+0.006	+0.082	+0.052	+0.008	—0.065	—0.178	—0.226	—0.388
November	+0.040	+0.027	—0.024	—0.093	+0.003	—0 037	—0.180	—0.287	—0.142
December	—0.002	—0.006	—0.182	—0.203	—0.188	+0.241	—0.145	—0.321	+0.414

De Maas.

	1776—1855. Maastricht—Grave.	1856—65. Maastricht—Grave.	1866—70. Maastricht—Grave.	1776—1855. Grave—Gorinchem.	1856—65. Grave—Gorinchem.	1866—70. Grave—Gorinchem.	1776—1855. Maastricht—Gorinchem.	1856—65. Maastricht—Gorinchem.	1866—70. Maastricht—Gorinchem.
	35.705	36.028	36.459	5.522	4.770	4.638	41.227	40.798	41.097
Januarij	—0.530	—0.591	—0.935	+0.676	+0.863	+1.186	+0.146	+0.272	+0.251
Februarij	—0.614	—0.632	—0.897	+0.843	+0.909	+1.090	+0.229	+0.277	+0.193
Maart	—0.499	—0.446	—0.721	+0.777	+0.832	+0.912	+0.278	+0.386	+0.191
April.	—0.241	—0.207	—0.381	+0.351	+0.371	+0.498	+0.110	+0.164	+0.117
Mei	+0.113	+0.175	+0.123	—0.145	—0.219	—0.226	—0.032	—0.044	—0.103
Junij.	+0.321	+0.197	+0.603	—0.559	—0.483	—0.850	—0.238	—0.286	—0.247
Julij	+0.410	+0.329	+0.743	—0.790	—0.638	—0.900	—0.380	—0.309	—0.157
Augustus	+0.420	+0.415	+0.793	—0.704	—0.788	—1.030	—0.284	—0.373	—0.237
September	+0.471	+0.401	+0.719	—0.728	—0.707	—0.838	—0.257	—0.306	—0.119
October	+0.390	+0.293	+0.695	—0.471	—0.417	—0.688	—0.081	—0.124	+0.007
November	+0.108	+0.216	+0.033	+0.136	—0.124	—0,032	+0.244	+0.092	+0.001
December	—0.347	—0.152	—0.775	+0.631	+0.399	+0.882	+0.284	+0.247	+0.107

Tabel IV. *Hoogste standen na* 1867, *als de stand te Keulen minstens* 38.40 *M. was.*

Winter.

Datum.	Keulen.	Pannerden.	Nijmegen.	Gorinchem.
December 1868	39.33	10.72	9.20	2.18
» 1869	40.36	11.97	10.46	2.96
» 1870	39.64	12.44	9.90	2.69
Maart 1868	39.31	11.14	9.67	2.57
» 1869	38.69	10.54	9.07	2.12
» 1870	38.89	10.57	9.09	2.08
	39.645	11.230	9.550	2.428

Zomer.

Datum.	Keulen.	Pannerden.	Nijmegen.	Gorinchem.
Januarij 1868	39.05	10.61	9.14	1.84
» 1869	38.76	10.31	8.81	1.82
Julij 1869	38.38	9.92	8.44	1.54
Augustus 1869	38.45	9.97	8.46	1.59
	38.66	10.20	8.71	1.70

Den IJssel.

1776—1855. Keulen—Gorinchem.	1856—65. Keulen—Gorinchem.	1866—70. Keulen—Gorinchem.		1816—55. Westervoort—Zutphen.	1856—65. Westervoort—Zutphen.	1866—70. Westervoort—Zutphen.	1816—55. Zutphen—Katerveer.	1856—65. Zutphen—Katerveer.	1866—70. Zutphen—Katerveer.
37.374	36.859	36.754		5.001	4.705	4.670	3.919	3.657	3.806
—0.404	—0.378	—0.070	Januarij	+0.002	+0.015	—0.024	—0.015	—0.006	+0.176
—0.105	—0.179	+0.032	Februarij	—0.103	—0.169	—0.013	+0.226	+0.133	+0.270
+0.019	—0.050	+0.052	Maart	—0.126	—0.108	—0.014	+0.283	+0.161	+0.298
+0.047	+0.201	+0.138	April.	—0.055	—0.060	+0.001	+0.140	+0.255	+0.200
+0.119	+0.336	+0.180	Mei	+0.043	+0.047	+0.002	+0.072	+0.151	+0.148
+0.239	+0.487	+0.188	Junij.	+0.038	+0.032	+0.010	+0.107	+0.250	—0.030
+0.298	+0 260	—0.026	Julij	+0.089	+0.032	+0.010	0.000	+0.031	—0.194
+0.183	+0.129	—0.002	Augustus	+0.090	+0.057	+0.013	—0.101	—0.103	—0.224
+0.031	+0.002	—0.256	September	+0.167	+0.074	+0.010	—0.236	—0.141	—0.326
—0.183	—0.220	—0.306	October	+0.239	+0.105	+0.013	—0.370	—0.327	—0.464
—0.140	—0.260	—0.166	November	—0.109	+0.027	—0.004	—0.148	—0.265	—0.142
—0.146	—0.327	+0.232	December	—0.274	—0.059	—0.004	+0.034	—0.142	+0.294

Den IJssel.

	1816—55. Pannerden—Westervoort.	1856—65. Pannerden—Westervoort.	1866—70. Pannerden—Westervoort.	1816—55. Pannerden—Zutphen.	1856—65. Pannerden—Zutphen.	1866—70. Pannerden—Zutphen.	1816—55. Pannerden—Katerveer.	1856—65. Pannerden—Katerveer.	1866—70. Pannerden—Katerveer.
	1.136	0.985	0.995	6.137	5.689	5.662	10.055	9.346	9.469
Januarij	—0.034	+0.041	+0.019	—0.032	+0.057	—0.214	—0.046	+0.051	—0.039
Februarij	+0.016	—0.033	+0.067	—0.087	—0.201	—0.060	+0.140	—0.068	+0.209
Maart	—0.007	+0.005	+0.059	—0.134	—0.102	—0.078	+0.150	+0.054	+0.219
April.	+0.017	+0.010	+0.023	—0.039	—0.049	+0.042	+0.102	+0.206	+0.241
Mei	—0.007	0.000	+0.015	+0.036	+0.048	+0.036	+0.109	+0.199	+0.183
Junij.	—0.001	+0.001	—0.019	+0.037	+0.034	+0.082	+0.145	+0.284	+0.051
Julij	+0.012	0.000	—0.035	+0.101	+0.033	+0.066	+0.102	+0.064	—0.129
Augustus	—0.010	+0.007	—0.035	+0.080	+0.065	+0.096	—0.020	—0.038	—0.129
September	—0.074	—0.012	—0.053	+0.093	+0.063	+0.052	—0.142	—0.078	—0.275
October	—0.176	—0.019	—0.059	+0.063	+0.087	+0.076	—0.306	—0.240	—0.389
November	+0.047	+0.004	—0.013	—0.062	+0.032	—0.042	—0.209	—0.233	—0.185
December	+0.220	—0.005	+0.027	—0.054	—0.061	—0.052	—0.019	—0.202	+0.241

Laagste standen na 1867, *als de stand te Keulen hoogstens* 38.40 *M. was.*

Winter.

Datum.	Keulen.	Pannerden.	Nijmegen.	Gorinchem.
		Geen.		

Zomer.

Datum.	Keulen.	Pannerden.	Nijmegen.	Gorinchem.
Julij 1868	38.36	9.95	8.48	1.54
Augustus 1868	38.05	9.62	8.17	1.50
Junij 1870	37.87	9.45	7.95	1.45
Julij 1870	37.45	9.08	7.60	1.30
Augustus 1870	38.25	9.79	8.29	1.68
	38.00	9.58	8.10	1.49

OVER HET GEBRUIK VAN NIVEAUX,

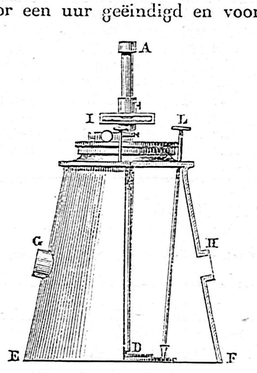
door het lid A. N. J. van Hees.

Het veelvuldig gebruik, dat, vooral in de laatste jaren, bij de verbetering van waterpas- en hoekmeetinstrumenten, van niveaux gemaakt wordt, maakt het noodig, om dit eenvoudig hulpmiddel tot het stellen van horizontale en vertikale lijnen en vlakken in bijzonheden te kennen.

Niemand, die ooit eenige waterpassing gedaan heeft, of geroepen was, om met fijne instrumenten om te gaan, is onbekend met de algemeene eigenschappen van een niveau, zoodat het eene onnoodige herhaling zoude kunnen genoemd worden van hetgeen in de meeste leerboeken over dit onderwerp voorkomt, om te dezer plaats alle eigenschappen, gebruik en correcties van niveaux breedvoerig te behandelen. Alleen wenschen we hier opmerkzaam te maken op eene enkele bijzonderheid, die niet bij iedereen bekend is, en waarop bij het verrigten van groote waterpassingen meestal niet genoeg gelet wordt.

Het stellen van eene vertikale as, door middel van een niveau, hetgeen bij de basismeting in de Haarlemmermeer gedurende de jaren 1868 en 1869 minstens driemaal per dag voorkwam, gaf mij het eerst aanleiding tot een nader onderzoek omtrent de voorzorgen, die te nemen zijn bij het gebruik van niveaux.

Des middags ten 12 ure werden de metingen gewoonlijk voor een uur geëindigd en voor dien tijd op den grond het punt gemerkt tot waar de meting gevorderd was. Daar evenwel de meting geschiedde in eene lijn die op ongeveer 1 M. boven den grond liep, zoo moest het punt tot waar de meting gevorderd was vertikaal op den grond worden overgebragt. Hiertoe werd op den grond geplaatst het hiernevens afgebeeld toestelletje (*), dragende een stalen bolletje, waarvan het middenpunt vertikaal onder het einde der laatste meetstaaf moest komen. Dit bolletje, nagenoeg in de basis en vertikaal onder het einde der laatste staaf geplaatst, kon, tot fijnere en juistere stelling door twee schroeven verplaatst worden in de rigting der basis en loodregt daarop. Op dit bolletje werd geplaatst een cilinder, *afzetcilinder* genaamd, waarin aan het ondereinde der as een conisch gat was uitgeboord, waarmede het stalen bolletje omsloten werd, zoodat de cilinder zeer gemakkelijk om zijn as op het bolletje draaijen kon.



A D cilinder.
E F G H ijzeren mantel (links in aanzigt, regts in doorsnede).
I niveau.
L sleutels om het bolletje te verplaatsen.

Aan het boveneinde van den cilinder was aangebragt een glazen plaatje met eene verdeeling in tiende deelen van m.M., hetgeen zoodanig gesteld was, dat het middenpunt der verdeeling, vereenigd met het middenpunt van het bolletje, de as van den cilinder uitmaakte. Daar echter de cilinder op het bolletje alléén niet vrij kon staan, zoo rustte hij op ongeveer 1 d.M. van den bovenkant nog in een koperen ring, bevestigd aan een ijzeren mantel, die zijn steun vond op den grond.

Deze koperen ring kon, even als het bolletje, ook door twee stelschroeven in twee rigtingen bewogen worden.

Aan den bovenkant van den cilinder bevond zich eindelijk een niveau, ten einde de as vertikaal te kunnen stellen.

Om nu het eindpunt der meting op den grond te verzekeren werd het toestelletje met stalen bolletje zoo naauwkeurig mogelijk vertikaal onder het einde der laatste staaf geplaatst, de mantel er over heen en de cilinder door den koperen ring gestoken op het bolletje gezet. De cilinder werd nu door middel van het niveau, waarbij gebruik werd gemaakt van de stelschroeven aan den ring, vertikaal gesteld, waardoor de as ten naastenbij vertikaal komt onder het einde der meetstaaf.

Tot juistere stelling heeft men deze vertikale as slechts door gelijke en gelijktijdige bewegingen der stelschroeven aan ring en bolletje evenwijdig aan zich zelve te verplaatsen, zoo na mogelijk; het ontbrekende wordt door mikrometerschroeven uitgemeten.

Deze bewerking geschiedde des morgens bij het begin, des middags vóór het rustuur en des avonds bij het einde der metingen van dien dag en verder in die gevallen, dat de metingen onvoorziens moesten worden afgebroken.

In den aanvang onzer basismeting in 1868 was deze omslagtige bewerking dikwijls zoo lastig, dat zij meer dan drie kwartier uurs vorderde; de grootste moeijelijkheid bestond in het doen inspelen van het niveau, iets wat anders met goede stelschroeven, zooals bij dit instrument het geval was, zoo lastig niet is, en toch hierin was de zwarigheid gelegen.

(*) Zie het verslag over de basismeting in de Haarlemmermeer in den zomer van het jaar 1868 door F. J. Stamkart, voorkomende in de Verslagen en mededeelingen der koninklijke akademie van wetenschappen, afdeeling natuurkunde, 2de reeks, deel III.

Zoekende naar de oorzaak van dit verschijnsel was men eerst van gedachte, dat eene buiging van den grond gedurende de bewerking kon plaats hebben, of wel, dat, door de groote zomerhitte en den voortdurenden zonneschijn, die in het jaar 1868 heerschten, het ijzer van den mantel en van den cilinder ongelijk uitzette, en bijgevolg het niveau niet kon blijven stilstaan. De beweging van de bel was altijd langzaam naar ééne rigting toe loopende.

Beide genoemde bronnen van fout werden spoedig uit den weg geruimd, de eerste door ons ligchaam meer onafhankelijk te stellen van de plaats waar de cilinder stond, de tweede door al het ijzerwerk met witte doeken te bedekken.

Na deze voorzorgsmaatregelen verminderden de uitwijkingen wel, doch hielden niet geheel op, totdat ik eindelijk bespeurde, dat, door het niveau goed in de schaduw te stellen, de zaak gevonden was.

Na deze ontdekking was het niet meer zoo bezwaarlijk, om den afzetcilinder vertikaal te stellen: bij elke opstelling hield ik slechts een doek tegen het zonnelicht, waarna het niveau zeer goed naar de stelschroeven luisterde.

De stralende zonnewarmte was dus de reden, dat het niveau, na gesteld te zijn, zoo slecht bleef inspelen, een geval, dat zich bij gewone bewerkingen op het terrein nog al eens voordoet, daar er meestal niet op gelet wordt, of de zon door eene heldere, dan wel of zij door eene betrokkene lucht schijnt. Is de zonnehitte al te groot, dan wordt wel eens een scherm gebruikt, doch meer ten gerieve van den waarnemer, dan in het belang van de metingen.

Bij gewone horizontale hoekmetingen is het dan ook van geen beteekenis of de niveaux een kleinigheid uitwijken, daar volgens bekende regels uitwijkingen van enkele minuten aan de niveaux slechts enkele seconden fout geven in de grootte van den te meten hoek.

Hetzelfde kan evenwel niet gezegd worden van hoogtemetingen, waar men zoo zeer van den juisten stand der niveaux afhankelijk is, en waarbij deze fout met haar volle bedrag op de meting overgaat.

Indien men nagaat, dat eene uitwijking van 10″ reeds eene fout van 5 m.M. veroorzaakt op een afstand van ongeveer 100 M., dan moet men wel degelijk de overtuiging hebben, dat het niveau bij inspelende bel een horizontalen stand bezit.

Met het oog op dit bezwaar, dat vooral bij waterpassen eene bron van fouten kan opleveren, heb ik getracht te bepalen hoe groot de fout wel kan zijn:

1°. bij warme luchtstroomen, en
2°. bij eene opstelling in de zon.

Bij warme luchtstroomen is het moeijelijk op te geven, hoe groot de uitwijkingen zijn van een niveaubel; eene meerdere warmte geeft eene grootere uitwijking; vooral een warme luchtstroom aan de eene zijde van het niveau geeft onmiddellijk eene zeer groote uitwijking; de uitwijking heeft altijd plaats in de rigting naar de warmtebron toe; de niveaubel kan door warmte even als een stuk ijzer door een magneet worden medegetrokken. Komt men bijv. met eene brandende cigaar bij de niveaubuis, en beweegt men die langzaam naar een van de uiteinden van het niveau, dan gaat de bel mede, even als werd zij door de cigaar aangetrokken, tot soms geheel in den hoek, als het niveau niet al te ongevoelig is.

Hetzelfde verschijnsel heeft plaats indien men het niveau beademt; de bel wijkt plotseling uit naar de zijde, waar de beademing het sterkst is, en keert, als de beademing ophoudt, weder zeer spoedig (binnen een halve minuut) terug tot haar oorspronkelijken stand.

In November 1870 heb ik bij eene temperatuur van 16° C, door beademing van een niveau, waarvan de hoekwaarde van 1 deel = 40″ was, uitwijkingen waargenomen van 8 deelen of 3′ 20″.

Gaat men eenigen tijd door met op deze wijze de bel te doen uitwijken en weder terugkomen, dan worden de uitwijkingen geringer, doch blijven altijd zeer merkbaar. Dit verschijnsel laat zich het best verklaren door eene ongelijkmatige uitzetting van de niveaubuis; aanvankelijk zoude men meenen, dat door aanbrenging van warmte op eenig punt de ether daar ter plaatse zoude gaan uitzetten, en daardoor eene verplaatsing der bel te weeg brengen, doch het feit, dat de verplaatsing geschiedt in de rigting naar de warmtebron toe, bewijst dat hier van invloed der uitzetting van den ether geen sprake kan zijn. Eene voldoende verklaring van het verschijnsel weet ik op dezen oogenblik nog niet te geven.

Ondervindt de niveaubel, door het achtereenvolgend aanbrengen van warme luchtstroomen, eenige uitwijkingen, dan verminderen deze van lieverlede, aangezien dan de warmte zich door voortplanting meer geregeld over de geheele oppervlakte verdeelt, en bijgevolg de inwendige kromme zich weder langzaam herstelt.

Wat het tweede punt aangaat, de invloed van de stralende zonnewarmte op het niveau, zoo heb ik geene bepaalde regels kunnen vinden voor de uitwijkingen. Op verschillende dagen waren de uitwijkingen zeer verschillend, doch kleine uitwijkingen door den invloed der stralende zonnewarmte heb ik altijd waargenomen, hetzij in de eene, hetzij in de andere rigting.

Indien men gedurende een paar uren een niveau

onaangeroerd goed in de schaduw laat staan, dan zal het middenpunt der bel steeds op dezelfde plaats blijven, doch naauwelijks begint de zon daarop te schijnen, of de bel verplaatst zich min of meer, zoodat men bij waterpassingen, waarbij eenige naauwkeurigheid gevorderd wordt, wel dient op te letten, dat het niveau altijd in de schaduw is, en vooral niet half door de zon beschenen wordt, iets wat men gemakkelijk kan verkrijgen door een kapje over het niveau te maken. Vooral op plaatsen, waar men langen tijd noodig heeft te blijven stilstaan, bijv. bij eene rivieroverbrenging, geloof ik, dat de onmiddellijk stralende zonnewarmte van veel invloed kan zijn op de waarneming, en van meer invloed, dan bij het regelmatig overbrengen van een peil, daar in dit laatste geval het instrument telkens wordt opgenomen en dus gedurig de ether der niveaux geschud wordt, waardoor overal eene gelijkmatige temperatuur ontstaat.

Evenwel is het toch zaak zooveel mogelijk, ook bij gewone waterpassingen, zorg te dragen, dat de niveaux in de schaduw blijven; meermalen toch heb ik opgemerkt, dat die waterpassingen het minste vertrouwen verdienen, die gedaan zijn bij sterke zonnehitte, en ik geloof de oorzaak aan genoemden invloed te moeten toeschrijven.

Het is opmerkelijk, dat de invloed der stralende warmte het geringst is bij zeer gevoelige niveaux; althans bij de niveaux, welke ik betrekkelijk dit onderwerp van tijd tot tijd heb geobserveerd, gaven de gevoeligsten de minste uitwijking, zoodat een gevoelig niveau, behalve de ons reeds bekende voordeelen, ook met betrekking tot het hierboven behandelde, meerdere voordeelen oplevert.

VERTALINGEN.

NIEUWE THEORIE DER AARDDRUKKING DOOR DR. E. WINKLER,

hoogleeraar aan het K. K. Polytechnicum te Weenen.

(*Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins*, 1871, Heft V, VI en XIII.)

(Vertaald door dr. I. P. DELPRAT, Hon. L. K. Inst. I.)

(Plaat 5.)

(*Vervolg en slot.*)

Derde hoofdstuk.

Toepassingen.

§ 14. *Aardmassa, boven door een plat vlak begrensd, overigens onbegrensd.* — Wij nemen hier eene aardmassa, van boven door een plat vlak onder eenen hoek ε begrensd, overigens onbegrensd. (Zie figuur 6.)

Wij stellen verder de as der x in het bovenvlak; hierdoor worden de vergelijkingen (2) zeer vereenvoudigd. Want blijkbaar is de drukking in eenig vlak evenwijdig aan het bovenvlak overal dezelfde of standvastig; alzoo is H, V en T onafhankelijk van x, of $\frac{dH}{dx}=0$, $\frac{dT}{dx}=0$ en derhalve

$$dV = g\,dy\cos\varepsilon, \quad dT = g\,dy\sin\varepsilon.$$

In het bovenvlak is de drukking, indien er geene bovenbelasting werkt, gelijk nul. Naar aanleiding hiervan geeft de integratie dier vergelijkingen onmiddellijk

$$V = g\,y\cos\varepsilon, \quad T = g\,y\sin\varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

Dienvolgens is de tangens van den hoek δ, door de drukking met het bovenvlak gevormd,

$$\text{tang}\,\delta = \frac{T}{V} = \text{tang}\,\varepsilon$$

of

$$\delta = \varepsilon.$$

De drukking is dus vertikaal, hetgeen ook uit de beschouwing van het evenwigt eener aardmassa door zulk een vlak begrensd volgt. De drukking op het vlak zelf is

$$\sqrt{V^2+T^2} = g\,y.$$

Wij onderstellen geen zamenhang, ofschoon de invoering dezer grootheid geen zwarigheid zou hebbben. In die onderstelling geeft de inplaatsstelling dezer waarden van V en T in de vergelijking (30)

$$(H+g\,y\cos\varepsilon)^2\cos^2\varphi - 4\,H\,g\,y\cos\varepsilon + 4\,g^2y^2\sin^2\varepsilon = 0.$$

Uit deze vergelijking heeft men

$$H = \frac{g\,y}{\cos^2\varphi}\left\{(2-\cos^2\varphi)\cos\varepsilon - 2\sqrt{(\cos^2\varepsilon-\cos^2\varphi)}\right\} \quad (33)$$

Stellende kortheidshalve

$$k = \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{(\cos^2\varepsilon-\cos^2\varphi)}}{\cos\varphi} \quad . \quad . \quad (34)\,(^*)$$

(*) Uit deze vergelijking heeft men nog

$$\cos\varphi = \frac{2k\cos\varepsilon}{1+k^2}.$$

(Vert.)

dan heeft men

$$H = g\,y\left(\frac{2k}{\cos\varphi} - \cos\varepsilon\right) = g\,y\,\frac{k^2+\sin^2\varepsilon}{\cos\varepsilon} \quad (34a)$$

In twee gevallen worden deze vergelijkingen zeer eenvoudig, namelijk als het bovenvlak horizontaal is, of evenwijdig loopt aan de rigting van den wrijvingshoek.

a. Is het bovenvlak horizontaal of $\varepsilon = 0$, dan is

$$\left.\begin{aligned} V &= g\,y, \quad T = 0 \\ \text{en} \quad H &= g\,y\,\text{tang}^2(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

Overigens is het blijkbaar dat de loodregte drukking op een horizontaal vlak gelijk is aan het gewigt van het daarop rustend prisma. Uit de noodzakelijke symmetrie ten opzigte eener vertikale lijn volgt, dat in een horizontaal vlak enkel eene vertikale drukking kan bestaan en alzoo aldaar $T = 0$ is. Dienvolgens zijn V en H hoofddrukkingen, zoodat de waarde van H onmiddellijk uit (24) volgt.

b. Helt het bovenvlak onder den wrijvingshoek, dan is $\varphi = \varepsilon$ en

$$\left.\begin{aligned} V &= g\,y\cos\varphi, \quad T = g\,y\sin\varphi \\ \text{en} \quad H &= \frac{g\,y\,(2-\cos^2\varphi)}{\cos\varphi} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (36)$$

Eene steilere helling is zonder zamenhang niet bestaanbaar. Ook zoude volgens (32) H onbestaanbaar worden voor $\varepsilon > \varphi$.

§ 15. *Drukkingen op een willekeurig elementair vlakje.* — De normale en tangentiale drukking op een willekeurig vlakje, makende met de as der x, of met het bovenvlak eenen hoek α, vindt men gemakkelijk uit de vergelijking (4). Volgens (31) en (34*a*) heeft men vooreerst.

$$H + V = g\,y\,(1+k^2)\sec\varepsilon$$
$$H - V = g\,y\,(k^2 - \text{cosec}\,\varepsilon)\sec\varepsilon, \quad (^*)$$
$$T = g\,y\sin\varepsilon.$$

Stelt men nu den vertikalen afstand van het beschouwde punt onder het bovenvlak, of $y\sec\varepsilon = y'$, zoo heeft men

$$H + V = g\,y'\,(1+k^2),$$
$$H - V = g\,y'\,(k^2 - \cos 2\varepsilon),$$
$$T = \tfrac{1}{2}g\,y'\sin 2\varepsilon.$$

Dit in (4) gesteld geeft

$$N = \tfrac{1}{2}g\,y'\left\{1 + k^2 - (k^2-\cos 2\varepsilon)\cos 2\alpha + \sin 2\varepsilon\cos 2\alpha\right\}$$
$$T = \tfrac{1}{2}g\,y'\left\{(k^2-\cos 2\varepsilon)\sin 2\alpha + \sin 2\varepsilon\cos 2\alpha\right\} \quad (\dagger)$$

(*) Moet zijn: $H - V = g\,y\,(k^2 - \cos 2\varepsilon)\sec\varepsilon$. (Vert.)

(†) Blijkens het vervolg dezer § moet hier en verder de letter T door S en in (37) en in de tweede vergelijking het negatieve teeken van k^2 door het positieve worden vervangen. (Vert.)

Deze uitdrukkingen zijn gemakkelijk te herleiden tot

$$\left.\begin{aligned} N &= g\,y'\left\{\cos^2(\varepsilon-\alpha) + k^2\sin^2\alpha\right. \\ T &= \tfrac{1}{2}g\,y'\left\{\sin 2(\varepsilon-\alpha) - k^2\sin 2\alpha\right\} \end{aligned}\right\} \quad . \quad (37)$$

a. Is het bovenvlak horizontaal of $\varepsilon = 0$: zoo is

$$k = \frac{1-\sin\varphi}{\cos\varphi} = \text{tang}\,(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi),$$

$$k^2 = \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} = \text{tang}^2(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi),$$

waaruit volgt

$$\left.\begin{aligned} N &= \frac{1+\sin\varphi\cdot\cos 2\alpha}{1+\sin\varphi}\,g\,y \\ T &= -\frac{1+\sin\varphi}{\sin 2\alpha}\,g\,y \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (38)\,(^*)$$

b. Helt het bovenvlak onder den wrijvingshoek, of is $\varepsilon = \varphi$, zoo is $k = 1$, en alzoo

$$\left.\begin{aligned} N &= g\,y'\,[\sin^2\alpha + \cos^2(\varphi-\alpha)] \\ S &= \tfrac{1}{2}g\,y'\,[\sin 2(\varphi-\alpha) - \sin 2\alpha] = \\ &= g\,y'\cos\varphi\sin(\varphi-2\alpha) \end{aligned}\right\} \quad (39)\,(\dagger)$$

Zij V' de loodregte drukking op een horizontaal element, H' de loodregte drukking op een vertikaal element, en T' de schuivende kracht op een vertikaal of horizontaal element, zoo vindt men V' uit N door $\alpha = \varepsilon$ te stellen en H' uit N door $\alpha = 90 + \varepsilon$ te stellen en eindelijk T' uit S door $\alpha = \varepsilon$ of $= 90 + \varepsilon$ te stellen. Hierdoor vindt men dan

$$\left.\begin{aligned} V' &= g\,y'\,(1+k^2\sin^2\varepsilon), \\ H' &= g\,y'\,k^2\cos^2\varepsilon, \\ T' &= \tfrac{1}{2}g'\,k^2\sin 2\varepsilon. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

Is het bovenvlak volgens den wrijvingshoek gerigt, zoo is $k = 1$ en alzoo

$$\left.\begin{aligned} V' &= g\,y'\,(1+\sin^2\varphi), \\ H' &= g\,y'\cos^2\varphi, \\ T' &= \tfrac{1}{2}g\,y'\sin^2\varphi. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (41)\,(\S)$$

Deze uitdrukkingen zou men ook verkrijgen, door bij den aanvang de as der x horizontaal en die der y vertikaal te stellen.

(*) In de tweede vergelijking moet aan het tweede lid de factor $\sin\varphi$ worden toegevoegd. (Vert.)

(†) De term $\sin 2\alpha$ moet het teeken $+$ hebben. (Vert.)

(§) In de derde vergelijking moet $\sin\varphi$ vervangen worden door $\sin 2\varphi$. (Vert.)

§ 16. *Stand der hoofddrukkingen en glijdingsvlakken.* — De drukking op een vlak evenwijdig aan het bovenvlak heeft volgens § 14 plaats in vertikale rigting, derhalve: *zijn de regte lijnen evenwijdig aan het bovenvlak en aan de vertikale lijnen toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips.*

Zij nu ν de hoek van een afglijdingsvlak met eene vertikale lijn, dan is de hoek tusschen eene vertikale drukking en de normaal van het gedrukte vlak, volgens de zoo even genoemde stelling, gelijk aan ε, derhalve geeft de vergelijking (27)

$$\cos(2\nu+\varphi-\varepsilon)=\frac{\sin\varepsilon}{\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

Is β de hoek tusschen de hoofdas A en het bovenvlak, zoo is volgens (28)

$$\cos(2\beta+\varepsilon)=\frac{\sin\varepsilon}{\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

Hieruit volgt dat *de hoofddrukkingen en de afglijdingsvlakken overal in de aardmassa dezelfde ligging hebben.*

Volgens de opgegevene vergelijking is de constructie dier ligging zeer gemakkelijk. Men neme in fig. 6 op het bovenvlak en het natuurlijk talud $CG=CH$; trekke door G en H horizontale lijnen en beschrijve uit G een cirkelboog, rakende de horizontale lijn door H, en snijdende de andere horizontale in J. Deelt men nu den hoek JGC in twee gelijke deelen, dan is de verdeellijn de rigting der hoofddrukking A, zoo als uit (43) volgt; trekt men ter wederzijde van die lijn, lijnen makende met deze hoeken $\frac{1}{2}(90-\varphi)$, zoo heeft men de rigting der afglijdingsvlakken.

a. Is het bovenvlak horizontaal, zoo is de kracht A vertikaal en B horizontaal (fig. 7). De afglijdingsvlakken verdeelen den hoek tusschen eene vertikale lijn en die van het natuurlijk talud in twee gelijke deelen.

b. Helt het bovenvlak onder het natuurlijk talud, alzoo $\varepsilon=\varphi$, zoo is $\cos 2\beta=1$ en $\beta=0$. Dienvolgens is het eene afglijdingsvlak vertikaal, terwijl het andere evenwijdig is aan het natuurlijk talud (fig. 8). De rigting der hoofdas deelt den hoek tusschen die beide rigtingen in twee gelijke deelen.

§ 17. *Grootte der hoofddrukkingen.* — Stelt men in (8)

$$H+V=\frac{2gyk}{\cos\varphi},\quad H-V=2gy\left(\frac{k}{\cos\varphi}-\cos\varepsilon\right)$$

en $$T=gy\sin\varepsilon,$$

zoo heeft men voor de hoofddrukking

$$D=\frac{gy}{\cos\varphi}\left\{k\pm\sqrt{(k^2-2k\cos\varepsilon\cos\varphi+\cos^2\varphi)}\right\}.$$

Uit de formule (34) heeft men gemakkelijk

$$2k\cos\varepsilon=(1+k^2)\cos\varphi,$$

welke waarde in de wortelgrootheid gesteld onmiddellijk geeft de eenvoudige vergelijking

$$D=\frac{gyk(1\pm\sin\varphi)}{\cos\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (42a)$$

of wel

$$\left.\begin{aligned}A&=gyk\cot(45^\circ-\tfrac{1}{2}\varphi)\\ B&=gyk\cot(45^\circ+\tfrac{1}{2}\varphi)\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

Eene andere eenvoudige vergelijking is uit de wederkeerigheidswet van § 3 af te leiden. Zoo als is aangewezen, ondergaat een vlak WW (fig. 6) evenwijdig aan het bovenvlak eene vertikale drukking $OV=gy$. De hoofddruk OA werkt op het vlak BB loodregt op OA, dienvolgens is de projectie van OA op de normaal van WW gelijk aan de projectie OK van OV op de normaal van BB; is alzoo hoek $AOW=\beta$ en dus hoek $VOA=90-\varepsilon-\beta$; zoo is

$$AO\sin\beta=OV\cos(90^\circ-\varepsilon-\beta)$$

of

$$A=gy\,\frac{\sin(\varepsilon+\beta)}{\sin\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

De hoek β is bepaald door de vergelijking (43). Op dezelfde wijze vindt men uit de gelijkheid der projectie OM van OB op de normaal van WW met de projectie VK van OV op de normaal van AA

$$B=gy\,\frac{\cos(\varepsilon+\beta)}{\cos\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45a)$$

Uit deze gelijkheid der aangewezene projectien heeft men, in de onderstelling dat de rigting der hoofddrukkingen volgens voorgaande § geconstrueerd zijn, eene eenvoudige constructie voor de grootte dier hoofddrukkingen, die reeds in § 5 is aangewezen. Is namelijk in figuur 6 OV vertikaal en gelijk aan gy, zoo trekke men uit V eene loodlijn VK op de rigting van A. Op de loodlijn OL van het bovenvlak make men $OL=OK$, $OM=VK$, en trekke door L en M lijnen, evenwijdig aan het bovenvlak, die op de rigtingen der hoofddrukkingen de punten A en B bepalen.

a. Is het bovenvlak horizontaal, zoo is

$$A=V=gy,\quad B=H=gy\tan g^2(45^\circ-\tfrac{1}{2}\varphi) \quad (46)$$

b. Helt het bovenvlak onder de rigting van de wrijvingshoek φ, zoo is $k=1$, alzoo

$$\left.\begin{aligned}A&=gy\cot(45^\circ-\tfrac{1}{2}\varphi)=gy'(1+\sin\varphi)\\ B&=gy\cot(45^\circ+\tfrac{1}{2}\varphi)=gy'(1-\sin\varphi)\end{aligned}\right\} \quad . \quad (47)$$

§ 18. *Drukking op de afglijdingsvlakken.* — Deze drukking maakt met de normaal van het afglijdingsvlak eenen wrijvingshoek, of werkt in de rigting van het andere afglijdingsvlak. Stellen wij deze drukking $=E$; volgens (17) wordt, door E voor R te stellen,

$$E=\sqrt{AB}=\frac{gyk}{\cos\varphi}\sqrt{(1+\sin\varphi)(1-\sin\varphi)}$$

of

$$E=gyk \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (48)$$

Ook hier vindt men eene andere betrekking uit de wederkeerigheidswet in § 3 aangewezen; namelijk als VV vertikaal en WW evenwijdig aan het bovenvlak is en als OE, OF de drukkingen op de afglijdingsvlakken en tevens de rigtingen dier vlakken zijn, dan is de projectie OS van OE op de normaal van WW gelijk aan de projectie VR van OV op de normaal van FF. Is de hoek $EOV=\nu$ zoo is hoek $SOE=\nu-\varepsilon$, hoek $VOR=90^\circ-\varphi-\nu$, $OE\cos(\nu-\varepsilon)=OV\sin(90^\circ-\varphi-\nu)$ of

$$E=gy\,\frac{\cos(\nu+\varphi)}{\cos(\nu-\varepsilon)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

Verlengt men nu OE tot aan hare snijding T met het bovenvlak en stelt men $OT=z$, zoo is $z=y\sec(\nu-\varepsilon)$, alzoo ook

$$E=gz\cos(\nu+\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

Trekt men uit O eene lijn OU, makende met eene horizontale lijn eenen wrijvingshoek en trekt daarop uit T de loodlijn TU, dan is $TU=2\sin(90^\circ-\varphi-\nu)=z\cos(\varphi+\nu)$, alzoo $E=gTU$, waardoor E gemakkelijk door constructie te vinden is.

De vergelijking der beide formulen toont dat $yk=TU$ is, derhalve is k de betrekking tusschen de lijnen TU en OV.

a. Voor een horizontaal bovenvlak is $k=\tan g(45^\circ-\frac{1}{2}\varphi)$, alzoo

$$E=gy\tan g(45^\circ-\tfrac{1}{2}\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

b. Helt het bovenvlak onder den wrijvingshoek φ zoo is $k=1$ en

$$E=gy=gy'\cos\varphi \quad . \quad . \quad . \quad (52)$$

§ 19. *Aardmassa door een vlak begrensd.* — Indien het begrenzende vlak aan de drukking toegeeft, hetzij door omkantelen of voortglijden, dan glijdt de aarde langs dien wand (*); derhalve moet bij de grens van het evenwigt de drukking op dit vlak met zijne normaal eenen hoek vormen gelijk aan den wrijvingshoek φ_1 tusschen de aarde en den wand. Is echter $\varphi_1>\varphi$, dan zal eerder een glijden langs een vlak oneindig nabij den wand in de aardmassa plaats hebben, dan langs den wand zelven, zoodat alsdan de drukking met de normaal van den wand eenen hoek φ zal vormen.

Stellen wij ons nu vooreerst eene aardmassa voor, enkel door een bovenvlak begrensd, zoo als in de voorgaande §§, en stellen wij verder die massa door een vlak, waarvan de normaal eenen hoek φ met de daarop werkende drukking maakt, in twee deelen verdeeld, het eene deel door eenen vasten wand vervangen, zoo zal blijkbaar de evenwigts toestand van het andere deel daardoor geene verandering ondergaan. Is nu het bovenvlak der massa gegeven, zoo zijn die drukkingen van de zooeven aangewezene aardmassa geheel bepaald, alsmede de stand van het vlak, waardoor niets aan het evenwigt veranderd is. Heeft nu werkelijk de wand die bepaalde rigting, zoo kunnen de hiervoren onderstelde formulen voor de drukkingen op het vlak zonder eenige wijziging onmiddellijk worden toegepast. In het algemeen zal men de drukking op de vierkante eenheid van het vlak $R=Cz$ kunnen stellen, als z den afstand aanwijst van het punt beneden den bovenrand van den wand. Door eene eenvoudige integratie vindt men dan de totale drukking op een vlak ter hoogte van z, gelijk aan $\frac{1}{2}Cz^2$ en voor den afstand van het middenpunt der drukking tot dien bovenrand $\frac{2}{3}z$.

Dewijl in dit geval de rigting der afglijdingsvlakken dezelfde blijft, zoo kan men uit een bepaald punt van het vlak een hellend vlak, reikende tot aan het bovenvlak, aannemen hetwelk in al zijne punten met een der glijdingsvlakken zamenvalt. Men zal alsdan voor de drukking tegen den wand dezelfde uitkomst vinden, hetzij men de drukking van elk element der aardmassa gebruikt zoo als wij dat in het hier voorgaande gedaan hebben, hetzij de aardmassa op dit vlak rustende als een enkele massa wordt beschouwd. De hier ontwikkelde naauwkeurige theorie komt dan volkomen overeen met de gewone, alwaar een plat afglijdingsvlak wordt aangenomen en de wrijving langs den wand wordt in rekening gebragt.

Alzoo is hier aangetoond, dat er voor elke gegevene helling van het bovenvlak een bepaalde stand van den wand bestaat, waarbij de gewone theorie, die de wrijving langs den wand in rekening brengt, naauwkeurige uitkomsten geeft. Er heeft dan bij de drukking van aarde hetzelfde plaats als in het voorstel van Saint Venant bij de veerkrachtige ligchamen (*).

Is de wrijving langs den wand gelijk aan- of grooter

(*) Zie hieromtrent mijne aanteekening hierachter gevoegd. (Vert.)

(*) Zie mijne hierachter gevoegde aanteekening. (Vert.)

dan de wrijving der aarddeeltjes onderling, doch zoo dat het andere glijdingsvlak in de aardmassa begrepen blijft, dan moet de wand met een der afglijdingsvlakken overeenkomen. Bij een horizontaal bovenvlak moet de wand met eene vertikale lijn eenen hoek van $45 - \frac{1}{2}\varphi$ vormen (fig. 7), voorzeker een stand, die zelden zal voorkomen. Is het bovenvlak volgens den wrijvinghoek φ gerigt, dan moet de wand vertikaal staan (fig. 8). Algemeen wordt de hoek ν van den wand met eene vertikale lijn, bij eene helling ε van het bovenvlak, bepaald door de vergelijking (44) namelijk door

$$\cos(2\nu - \varepsilon + \varphi) = \frac{\sin\varepsilon}{\cos\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (53)$$

De drukking E tegen den wand wordt door de vergelijkingen (48) tot (50) aangewezen en is alzoo op de vierkante eenheid

$$E = g\,y\,k = g\,z\cos(\varphi + \nu) \quad . \quad . \quad . \quad (54)$$

waarin z de hoogte is van het beschouwde punt onder het bovenvlak langs den wand gemeten.

Is de wrijving langs den wand kleiner dan die der aarddeeltjes onderling, dan moet de wand nog sterker naar de massa achterover hellen. Bij eenen volkomen gladden wand zou de wand bij eene horizontale bovenvlakte loodregt moeten staan. Is het bovenvlak onder den wrijvingshoek gerigt dan moet de wand onder den hoek $45° - \frac{1}{2}\varphi$ achterover hellen. Algemeen is de hoek ν_1 van den wand met het afglijdingsvlak bepaald door de vergelijking (27), namelijk

$$\cos(2\nu_1 + \varphi - \varphi_1) = \frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad (55)$$

en moet de rigting van den wand binnen den hoek $90° - \varphi$ der beide afglijdingsvlakken liggen, voor welke rigting alleen de positieve waarde van $2\nu_1 + \varphi - \varphi_1$ geldt, zoo dat dan door den wand een der afglijdingsvlakken vervangen wordt, dewijl anders in plaats van het afglijden langs den wand eene afglijding langs de afglijdingsvlakken zou ontstaan. De hoek μ van den wand met eene vertikale lijn is dan

$$\mu = \nu - \nu_1.$$

De druk R op de vierkante eenheid van den wand wordt nu bepaald door de vergelijking (29), als men daarin voor Q de vertikale drukking $g\,y$ en $\delta = \varphi_1$ stelt; derhalve

$$R = \frac{g\,y\sin\mu}{\sin(\mu - \varepsilon + \varphi_1)} = \frac{g\,z\sin\mu\cos(\varepsilon - \mu)}{\sin(\mu - \varepsilon + \varphi_1)} \quad . \quad (56)$$

§ 20. *Uitbreiding dezer theorie.* — Het aannemen van eenen wand, zonder dat daardoor het evenwigt verandert, is nog nader uit te breiden. Is $\varphi_1 = \varphi$ dan kan de wand elke willekeurige stelling buiten den hoek $90° - \varphi$ der beide afglijdingsvlakken hebben, omdat alsdan bij het uitwijken van den wand geen glijden langs den wand ontstaat, maar een glijden langs de afglijdingsvlakken, daar dan de evenwigtstoestand der aardmassa niet door den wand gestoord wordt. Indien bijv. het bovenvlak onder den wrijvingshoek φ helt, zoo kan de wand elken willekeurigen naar voren hellenden stand aannemen tot aan den vertikalen stand toe.

Is daarentegen $\varphi_1 < \varphi$, dan kan de wand buiten den hoek $90 - \varphi$ der beide afglijdingsvlakken elken willekeurigen stand aannemen, waarbij de hoek δ van de rigting der drukking met de normaal van den wand $\leqq \varphi_1$ is. Door de vergelijking (55), namelijk

$$\cos(2\nu_1 + \varphi - \varphi_1) = \frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi},$$

zijn twee waarden voor ν_1 bepaald, waarvan alleen die waarde geldt, alwaar $2\nu_1 + \varphi - \varphi_1$ negatief wordt.

De drukking tegen den wand, die hier plaats heeft onder een niet regtstreeks bekenden hoek, wordt door de vergelijking (37) aangewezen. Komen er verschillende rigtingen van den wand in aanmerking, zoo als bijv. het geval is bij gewelven, zoo is het verkieslijkst de drukkingsellips en de rigtingsellips volgens de aangewezene regelen te construeren. Ook kan men als volgt handelen: is β de hoek van den wand met de rigting der hoofddrukking A en δ de hoek, welke de drukking maakt met de loodlijn op den wand, zoo is volgens (20): $\sin\varphi\,\sin(2\beta + \delta) = \sin\delta$, waaruit gemakkelijk volgt

$$\cot\delta = \frac{1 - \sin\varphi\cos 2\beta}{\sin\varphi\sin 2\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

De drukking R tegen den wand wordt nu door (56) gevonden, als men daarin δ voor φ_1 in plaats stelt.

De ontwikkelde theorie geldt blijkbaar ook als de aardmassa door twee vlakken wordt ingesloten, waarvan de wanden ten opzigte van de afglijdingsvlakken de hiervoren bepaalde standen hebben, zonder dat de afstand dier wanden eenigen invloed heeft.

Voorbeeld. — De wrijvingshoek der aarddeeltjes onderling en tegen den wand zij $\varphi = \varphi_1 = 30°$ en de helling van het bovenvlak $\varepsilon = 10°$. Volgens (53) is $\log\cos(2\nu - \varepsilon + \varphi) = \log\sin 10° - \log\sin 30° = 9.05470 - 10$, $2\nu - \varepsilon + \varphi = 69°\,41'$, alzoo $\nu = \frac{69°\,41' + 10° - 30°}{2} = 24°\,50'$, $\tan\nu = 0.4628$. De drukking tegen den wand is volgens (54)

$E = g\,z\cos(30° + 24°\,50') = g\,z\cos 54°\,50' = 0.5759\,g\,z$, of wel over eene hoogte h beneden den bovenkant van den wand, dewijl $z = h\sec(24°\,50') = 1.1016\,h$ is, $E = 0.6347\,g\,h$. De drukking tegen het geheele vlak ter hoogte van h wordt dan $\frac{1}{2} \times 0.6347\,h^2 = 0.3174\,g\,h^2$.

Deze theorie geldt ook nog als de wand eenen hoek met eene vertikale lijn vormt $> 24°\,50'$. De hoek van de as der A met de vertikale lijn is dan $45° - \frac{1}{2}\varphi - \nu = 45° - 15° - 24°\,50' = 5°\,10'$. Maakt nu de wand met eene vertikale lijn eenen hoek van 40°, alzoo met de as eenen hoek van $45°\,10'$, zoo is volgens (57)

$$\cot\delta = \frac{1 - \sin 30°\cos(90°\,20')}{\sin 30°\sin(90°\,20')} = \frac{1 + 0.00291}{0.5000} = 2.0058$$

$$\delta = 26°\,30'.$$

Volgens (56) is nu

$$R = g\,z\,\frac{\sin 40°\cos(10° - 40°)}{\sin(40° - 10° + 26°\,30')} = 0.6675\,g\,z,$$

of wel daar $z = h\sec 40° = 1.3054\,h$ is,

$$R = 0.8715\,g\,h.$$

De drukking op het geheele vlak ter hoogte h, is dan

$$\tfrac{1}{2} \times 0.8715\,g\,h^2 = 0.4358\,g\,h^2.$$

§ 21. *Behandeling van andere gevallen.* — Heeft de wand eenen stand niet overeenkomende met die in de vorige §§ behandeld, zoo heeft de naauwkeurige oplossing groote zwarigheid, dewijl de vergelijkingen (2) in verband met (31) in het algemeen niet integreerbaar zijn. De hoofdassen aan den wand zullen in elk geval zulk eene stelling hebben, dat de wand met een vlak overeenkomt, waarvan de normalen den overeenkomstigen hoek φ_1 vormen. Is $\varphi_1 = \varphi$, zoo is de wand een afglijdingsvlak, terwijl het andere met den wand eenen hoek $90° - \varphi$ maakt (fig. 9). In de nabijheid van het bovenvlak daarentegen zullen de hoofdassen nagenoeg de stelling verkrijgen, overeenkomende met zijdelings onbegrensde aardmassa. Het afglijdingsvlak kan dan in geen geval een plat vlak vormen, zoodat de gewone theorie onjuiste uitkomsten moet geven. Bij eenen vertikalen wand en horizontaal bovenvlak (fig. 9) zou voor $\varphi_1 = \varphi$ het afglijdingsvlak aan het ondereinde eenen hoek φ met eene horizontale lijn vormen en bovenaan eenen hoek $90° - \varphi$. Men zal dus vooralsnog tot eene benadering moeten overgaan, die naar de volgende grondslagen is in te rigten:

1. Men neemt de theorie der onbegrensde aardmassa als juist aan ook bij het bestaan van eenen wand, en laat dan de voorwaarde waaraan de drukking tegen den wand voldoen moet buiten beschouwing. De hoek, welken de drukking tegen den wand daarbij met de normaal van den wand maakt, ligt dan tusschen 0 en φ.

2. Men verlaat deze theorie geheel en blijft bij de gewone, die een plat afscheidingsvlak aanneemt en eene drukking op den wand, die eenen hoek φ_1 met de normaal vormt.

De eerste onderstelling is voorzeker zeer verleidelijk, dewijl zij in vergelijking met de tweede zeer eenvoudige uitkomsten geeft; intusschen is welligt de tweede verkieselijker, dewijl zij met de uitkomsten der proeven beter overeenkomt. Voor eenen vertikalen wand en horizontaal bovenvlak hebben mijne proeven (*) met de uitkomsten der tweede onderstelling werkelijk betere overeenkomst getoond dan met die der eerste, ofschoon de vertikale stand van den wand zeer ver verwijderd is van dien, bij welken eene volkomene overeenstemming moest plaats hebben. Hoe steiler echter het bovenvlak des te meer nadert de stand van den wand tot dien, waarbij eene volkomene overeenstemming der naauwkeurige theorie met de benaderde van de tweede onderstelling plaats heeft, eenen stand die meest in de werkelijkheid voorkomt. Men kan alzoo overtuigd wezen dat deze theorie in alle gevallen eene voldoende naauwkeurigheid waarborgt. Natuurlijk zou deze theorie ook bij gebrokene of gebogene bovenvlakken zijn toe te passen.

Vierde hoofdstuk.

Algemeene theorie in de onderstelling van een plat afglijdingsvlak.

§ 21. *Grondbeginsel.* — Aan het slot van het vorig hoofdstuk hebben wij gezien, dat wegens de moeijelijkheid van het integreren der differentiaal-vergelijkingen der aarddrukking in het algemeen, slechts overblijft het aannemen van een plat afglijdingsvlak; wij hebben dus ten eerste de daarbij te volgen grondslagen aan te wijzen, en volgen daarbij denzelfden weg als bij de naauwkeurige theorie.

De aardmassa zij zijdelings door eenen wand AB (fig. 10) en bovenwaarts door eene oppervlakte BC begrensd; beide oppervlakken kunnen voor 's hands eene willekeurige gedaante hebben. Tegen den wand wordt eene drukking door de aarde uitgeoefend, waarvan de resultante tegen een elementair deel van den wand, als elementaire drukking kan worden aangenomen. In overeenstemming met het aangewezene in § 19, *werken de elementaire drukkingen tegen den wand onder eene rigting, eenen wrijvingshoek φ_1 met de normaal van het element*

(*) Proeven van den schrijver. (Vert.)

makende; alleen ingeval deze wrijvingshoek grooter zou zijn als die der aarddeeltjes onderling, is $\varphi_1 = \varphi$ te stellen. *Bij eenen platten wand zal blijkbaar de totale drukking E, onder dienzelfden hoek φ_1 van de normaal op den wand, werken,* zoodat alsdan de rigting der drukking als gegeven is aan te merken.

Wij stellen nu dat uit een willekeurig punt A van den wand een prisma aarde door een plat vlak AD van het overige deel is afgescheiden. Op dat prisma werken drie krachten: eene, E, gelijk en tegengesteld aan de aarddrukking, het gewigt G van het aardprisma en de drukking R van de onderliggende aardmassa tegen het vlak AD. Bij eenen veranderlijken stand van AD blijft de rigting van E standvastig, terwijl G en R veranderen. Voor eenen gegevenen stand van AD is G bepaald: bij eene gegevene waarde van E is dan ook de grootte en rigting van R bepaald, dewijl de krachten E, G en R in evenwigt zijn. Maakt men van A af te rekenen $AE = $ E in grootte en rigting, neemt EF vertikaal en gelijk aan G en trekt AF, dan is AF in grootte en rigting de drukking R.

De kracht R is volgens de normaal en volgens de raaklijn, in de normale kracht N en in de afschuivende S te ontbinden. De kracht welke de afscheiding volgens het vlak AD tegenwerkt, is, zoo men $AD = l$ stelt, $fN + cl$, hebbende f en c de beteekenis in § 9 aangewezen. De kracht S tracht laatstgenoemde te overwinnen; zal er nu volgens elk vlak evenwigt bestaan, dat moet voor elk van die vlakken

$$S \leqq fN + cl$$

zijn. Voor de grens van het evenwigt, dat is voor den stand waarbij de aarddrukking nog juist in staat is den tegenstand van den wand in evenwigt te houden, moet blijkbaar voor eenig vlak

$$S = fN + cl$$

of

$$\frac{fN + cl}{S} = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

zijn. Wij noemen het vlak waarbij deze voorwaarde vervuld is, even als vroeger, het *afglijdingsvlak.*

Voor elk ander vlak, het vlak van den wand uitgezonderd, moet dan blijkbaar

$$S < fN + cl$$

of

$$\frac{fN + cl}{S} > 1$$

zijn. Daar echter bij het afglijdingsvlak $fN + cl = S$ is, zoo moet voor het afglijdingsvlak

$$\frac{fN + cl}{S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

een minimum zijn. Hét prisma, door het afglijdingsvlak bepaald, noemen wij het *drukkende prisma.* De gang der berekening is dan bij eenen platten wand de volgende. Men neemt de grootte der aarddrukking E, waarvan de rigting bekend is, als onbekende, en bepaalt uit E en uit het gewigt G van het prisma ABD, de zamenstellende N en S der aarddrukking op het, vooreerst willekeurig genomen, vlak AD. De voorwaarden (58) en (59) geven dan twee vergelijkingen ter bepaling van de onbekende aarddrukking E en van den onbekenden stand der afglijdingsvlakte.

Bij eenen gebogenen wand zou dezelfde weg te volgen zijn, indien men de rigting der drukking tegen den wand bekend had; bij eene vlakke kromme zal men niet veel van de waarheid afwijken door de aarddrukking aan te nemen als werkende ter hoogte van $\frac{2}{3}$ der hoogte AB (fig. 13) en makende eenen wrijvingshoek φ, met de koorde AC; hieronder zullen wij op de naauwkeurige berekening terug komen.

§ 22. *Toepassing op het geval dat er geen zamenhang in rekening komt.* — Wij zullen hier het bijzondere geval, waarbij geen zamenhang bestaat of waarbij $c = 0$ is, behandelen. Alsdan is

$$\frac{fN + cl}{S} = f\frac{N}{S};$$

zij nu δ de hoek der drukking R met de normaal op AD, zoo is $N = S \cot \delta$; de voorwaarden (59) en (58) zijn dan

δ een maximum . . . . . (60)

en

$$\delta = \varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (61)$$

Men kan nu verder stelkundig of zuiver meetkundig of ook op gemengde wijze te werk gaan. Wij kiezen hier den zuiver meetkunstigen weg, die de eenvoudigste is.

§ 23. *Stand van het afglijdingsvlak.* — Het vlak AD (fig. 10) eene oneindig kleine draaijende beweging om A, tot in AD' gevende, nemen wij op de loodlijn door E (*) een stuk FF' gelijk aan het gewigt van het oneindig kleine prisma ADD'; de afwijking der normaal op AD is daarbij DAD', en de hoek δ tusschen de drukking en de normalen verandert met $FAF' - DAD'$. Dewijl

(*) Er is eigenlijk niet aangegeven hoe de punten E en F bepaald zijn; uit de verdere redenering blijkt dat de lijn AF, die eenen hoek φ met de loodlijn op AD moet maken, gelijk aan AD is genomen, waardoor F en E bepaald zijn. Daar de lengte-eenheid, die men voor de eenheid der gewigten kan nemen, geheel willekeurig is, kan men zeer wel AD gelijk aan AF voor de drukking op AD nemen, waardoor dan de drukking E langs AE en EF het gewigt van het afglijdend prisma voorstelt in dezelfde eenheid zijn aangewezen. (Vert.)

echter volgens (60) die hoek een maximum moet wezen, zoo moet de verandering gelijk nul wezen of

$$\text{hoek } FAF' = \text{hoek } DAD'.$$

Nu is echter volgens de constructie

$$\text{inhoud } ABD : \text{driehoek } ADD' = EF : FF'.$$

Verder is ook

$$\triangle AEF : \triangle AFF' = EF : FF';$$

alzoo

$$\text{inhoud } ABD : \triangle AEF = \triangle ADD' : \triangle AFF'.$$

Nemen wij de eenheid der krachten zoodanig, dat $AF = AD$ zij, zoo is $\triangle ADD' = \triangle AFF'$; dewijl nu hoek $DAD' =$ hoek FAF' is, zoo is volgens de voorgaande evenredigheid

$$\text{inhoud } ABD = \triangle AEF.$$

Volgens de voorwaarde (61) moet verder de hoek tusschen AF en de normaal op AD gelijk φ of hoek $FAD = 90 + \varphi$ zijn. Trekt men nu de lijn AH zoodanig, dat zij met de horizontale lijn AX eenen wrijvingshoek φ vormt, zoo is hoek $DAH +$ hoek $FAX =$ hoek $FAD - \varphi = 90° + \varphi - \varphi = 90°$, alzoo hoek $FAH = 90°$ — hoek $DA'H$; daar echter ook hoek $AFE = 90°$ — hoek DAH is, heeft men ook

$$\text{hoek } AFE = \text{hoek } DAH.$$

Trekt men uit D eene loodlijn DJ op AH, zoo is, wegens $AD = AF$ en hoek $DAJ =$ hoek AFL, $\triangle ADJ$ gelijk en gelijkvormig met $\triangle FAL$, alzoo $DJ = AL$. Neemt men verder hoek $JDK =$ hoek EAK, zoo zijn ook de driehoeken DJK en AEL gelijk en gelijkvormig; alzoo ook de driehoeken ADK en AFE, en

$$\text{inhoud } ABD = \triangle ADK;$$

waaruit volgt de belangrijke stelling:

Is AD het afglijdingsvlak en trekt men uit D eene lijn DK tot aan het natuurlijk talud AH, welke met de loodlijn DJ op AH denzelfden hoek maakt als de rigting van de drukking der aarddeeltjes op den wand met den horizont, dan is de inhoud der dwarsdoorsnede ABD van het drukkende prisma gelijk aan dien van den driehoek ADK; of wel het afglijdingsvlak AD deelt den inhoud $ABDK$ in twee gelijke deelen.

Deze gewigtige stelling is het eerst langs analytischen weg gevonden door den hoogleeraar dr. G. Rebhann.

Door deze stelling is de stand van het afglijdingsvlak voor het drukkende prisma in elk bijzonder geval zeer eenvoudig te bepalen.

Maakt de wand eenen hoek β met de vertikale lijn, dan blijkt het gemakkelijk, dat hoek $EAH =$ hoek $JDK = \varphi_1 - \beta$ is.

Voor eene gegevene gedaante van het bovenvlak is uit deze stelling de stand van het afglijdingsvlak op analytische en meetkunstige wijze te bepalen.

§ 24. *Geval van eenen platten wand en een plat bovenvlak.* — Wij stellen nu, dat de wand AB en het bovenvlak BC der aardmassa platte vlakken zijn (fig. 11) (*). Men trekke BF evenwijdig aan DK en KH evenwijdig aan AD. Alsdan is $\triangle ADH = \triangle ADK$; volgens de stelling der voorgaande § is $\triangle ADK = \triangle ABD$, alzoo is ook $\triangle ADH = \triangle ABD$, en $BD = DH$. Nu is echter

$$AK : AE = DH : DE,$$

of, daar $DH = DB$ is,

$$AK : AE = BD : DE.$$

Ook is nog

$$BD : DE = FK : KE,$$

alzoo

$$AK : AE = FK : KE.$$

Maar $FK = AK - AF$, $KE = AE - AK$, alzoo is

$$AK : AE = AK - AF = AE - AK.$$

Uit de gelijkheid der producten van de uiterste en middelste termen is dan

$$AK \cdot AE - AK^2 = AK \cdot AE - AF \cdot AE$$

of

$$AK^2 = AF \cdot AE.$$

of *wel de lijn AK is middenevenredig tussehen AE en AF.*

Uit deze stelling zijn verschillende constructien af te leiden, waarmede wij ons niet verder inlaten. In fig. 12 zijn vier verschillende constructien van Poncelet en Rebhann voorgesteld.

Deze constructien zijn gemakkelijk uit te breiden tot het geval waarin het bovenvlak eene gebrokene lijn voorstelt. Men heeft vooreerst door de bekende constructie het oppervlak ABD in eenen driehoek van gelijken inhoud, met behoud der zijde AD, te veranderen, en wel zoodanig dat de bovenzijde van dien driehoek in de veelhoekszijde valt, waarin (vermoedelijk) het punt D zal vallen.

Eene kromme lijn AB (fig 13) in het vlak der figuur kan men door eene regte lijn AD vervangen, gaande

(*) Men stelt dat hier AD of de rigting van het afglijdingsvlak gevonden is, verder AE de rigting van het natuurlijk talud en BF makende eenen hoek met de loodlijn op AD gelijk aan dien van de drukking op AB met eene horizontale lijn, zoodat het punt K overeenkomt met K van figuur 10 (Vert.)

door een punt C der kromme, gelegen op een derde gedeelte der lengte van de kromme ACB.

Op bijzondere constructien, tot bepaalde gevallen behoorende, komen wij terug in het geschiedkundig deel van dit opstel.

§ 25. *Grootte der aarddrukking.* — In fig. 10 stelt EF het gewigt voor van het drukkende prisma, AE den aarddruk, of wel men heeft

$$E : G = AE : EF = DK : AK.$$

Stelt men den inhoud van ABD of ADK voor door F, dan is $G = g\,F$, en dus

$$E = g\,F\,\frac{DK}{AK}.$$

Maakt men $Ak = g\,F$ en trekt door k, kd evenwijdig aan KD, zoo is $dk : Ak = DK : AK$, alzoo $E = dk$.

Maakt men $KM = KD$, zoo heeft men $\triangle KDM : \triangle ADK = KM : AK = DK : AK = E : G$, en dus

$$E = G\,\frac{\triangle KDM}{\triangle ADK},$$

of daar $G = g \triangle ADK$ is

$$E = g \triangle KDM.$$

Door deze constructie, die eveneens het eerst door Rebhann is aangewezen, verkrijgt men eene duidelijke voorstelling der betrekking tusschen het gewigt van het drukkende prisma en zijne drukking.

§ 26. *Drukking tegen eenen gebogenen wand.* — Bij de drukking tegen gebogene wanden heeft men alleen de drukking tegen elk element te bepalen, daar de rigting dier drukking met de normaal van het element eenen wrijvingshoek vormt, en dus de rigting bekend is.

Stelt men de drukking op de elementen BB_1, B_1B_2, B_2B_3 enz. (fig. 14) voor door regte lijnen MM_1, M_1M_2 enz. in grootte en rigting, dan zijn de voerstralen MM', MM_2 enz uit M blijkbaar gelijk aan de drukkingen op de deelen BB_1, BB_2 enz. en voor die drukkingen geldt dan de hier voorgaande theorie.

Men kan hier ongelukkiger wijze alleen eene benaderende leerwijze toepassen. Gesteld men hebbe de drukking MM_3 op het deel BB_3 bepaald, zoo heeft men, om de drukking M_3M_4 op het element M_3M_4 te berekenen, vooreerst bekend de rigting M_3M_4, zijnde de hoek dier drukking met de normaal van B_3B_4 gelijk aan den wrijvingshoek φ_1; vervolgens neemt men de grootte van M_3M_4 aan (naar gissing in evenredigheid der voorgaande lengten) en verkrijgt daardoor de rigting van M_3M_4; en nu kan men geheel volgens § 23 tot 25, het afglijdingsvlak voor het punt B_3 bepalen, benevens de grootte der drukking MM_4 op BB_4. Dewijl men nu het punt M_4 naauwkeuriger bepaald heeft, zoo kan men, des vereischt, de constructie nogmaals herhalen.

Deelt men den wand in deelen welke men als regte lijnen kan aannemen, zoo kan men op deze wijze de drukking op elk deel afzonderlijk bepalen.

Gemakkelijk kan men stelkunstig de algemeene beginselen, hier ontwikkeld, voorstellen, men komt dan tot niet zeer eenvoudige vergelijkingen, die alleen bij benadering zijn op te lossen, zoodat de hier aangewezene weg te verkiezen is.

§ 27. *Bepaling van het aangrijpingspunt der drukking op een plat vlak.* — De drukking op een gegeven vlak is te beschouwen als de resultante der drukkingen op de afzonderlijke elementen, het komt er dus op aan uit de afzonderlijke drukkingen het aangrijpingspunt harer resultante te bepalen.

Tot dat einde stellen wij de grootte der drukking op een willekeurig vlak BC (fig. 15) als ordinaat CE loodregt op het vlak. Is nu DF eveneens de drukking op het vlak BD, zoo is de drukking op CD blijkbaar $CE - DF = EJ$; alzoo is ook de drukking op het element CC' gelijk aan het verschil $C'E' - CE = E'E'$. Het moment dezer drukking ten opzigte van A, is alzoo $E'E'' \times AC \cos\varphi' =$ (*) Inhoud $EE'G'G \cos\varphi'$.

Hieruit volgt onmiddellijk dat het statisch moment der drukking op CD ten opzigte van A gelijk is aan den inhoud $DFGH \times \cos\varphi'$. De deeling door de loodregte drukking, dat is door $GH \times \cos\varphi'$, geeft dan den afstand van het aangrijpingspunt tot A. Alzoo zal, als de inhoud EFJ wordt veranderd in eenen regthoek met EJ tot basis, zijne hoogte gelijk zijn aan den afstand van het aangrijpingspunt C.

De afstand van het aangrijpingspunt der drukking op het geheel vlak AB tot aan het punt A is alzoo gelijk aan de hoogte van eenen regthoek, waarvan de basis AK en de inhoud $ABFEK$ is.

Gaat het bovenvlak door B, zoo is de drukking op het vlak BC evenredig aan het vierkant van BC, alzoo de kromme $BFEK$ eene parabool, waarvan de top in B ligt. Derhalve is de inhoud van $ABFEK = \frac{1}{3}FK \times AB$, alzoo volgens het voorgaande de afstand van het aangrijpingspunt van A gelijk aan een derde van AB.

Deze methode werd, zooveel mij bekend is, het eerst door Poncelet toegepast.

§ 28. *Bepaling van het aangrijpingspunt bij gebogen*

(*) De hoek φ' is hier de hoek van de rigting der drukking op AB met de loodlijn op dat vlak, hiervoren door φ_1 aangewezen. (Vert.)

wand. — Eene dergelijke constructie is ook bij de bepaling van het aangrijpingspunt op eenen gebogen wand toe te passen. Hierbij is dan voor $E'E''$ (figuur 15) te nemen de drukking op het elementair vlak en voor AC den hefboomsarm ten opzigte van een willekeurig punt. De inhoud der kromme geeft dan eveneens het statische moment der geheele drukking, of wel de hoogte van den regthoek van gelijken inhoud, waarvan de basis gelijk is aan de totale drukking (hier echter niet AK) is dan den hefboomsarm ten opzigte van het willekeurig gekozen punt.

Men make alzoo in figuur 16 AB, AB_1, AB_2 ... gelijk aan de hefboomsarmen AL, AL_1, AL_2 ..., B_1K_1, B_2K_2, B_3K_3 ... gelijk aan de lengte der bogen MM_1. MM_1M_2, $MM_1M_2M_3$ ... (figuur 14) en eindelijk $AO = MM_5$. Verandert men nu den inhoud ABK_2 in een regthoek van gelijken inhoud met AO tot basis, dan is zijne hoogte AP de hefboomsarm der drukking op $A'B'$.

§ 29. *Afsnijdingsvlakken in eene onbegrensde aardmassa.* — Het is altijd mogelijk uit een punt C van een aan de bovenzijde begrensde doch overigens onbepaalde aardmassa twee vlakken CA en CB (figuur 17) zoodanig te trekken, dat als CD en CE het natuurlijk talud voorstellen, $ADC = BCE$, en hoek $BEC =$ hoek ACD is, of ook dat

$$\triangle CAD = \text{inhoud } CAB = \triangle CBE$$

zij. Alsdan zijn CA en CB volgens § 23 twee afglijdingsvlakken, want zijn α, β de hoeken van CA en CB met eene vertikale lijn en AF en BG loodregt op CD en CE, dan is hoek $DAF = 90° - ADF = \beta + \varphi$, even eens hoek $EBG = \alpha + \varphi$. Is nu CA de vaste wand, dan is CB het afglijdingsvlak, en is CB de wand, dan is CA het afglijdingsvlak, gesteld dat $\varphi = \varphi_1$ zij. Daar nu hoek $ADC =$ hoek $BCE =$ hoek ACD is, zoo is $\triangle CAD$ gelijkvormig met $\triangle CBE$; daar die driehoeken bovendien van gelijken inhoud zijn, zoo zijn zij ook gelijk, alzoo is $CA = BE$, $CB = AB$, $CD = CE$.

Dienvolgens is het gemakkelijk den stand der afglijdingsvlakken bij benadering te construeren. Men neemt namelijk CA naar willekeur, maakt op CE uit een willekeurig punt van CE den hoek $BEC =$ hoek ACD, en op het aldus bepaalde been een stuk gelijk aan AC, trekt door het punt eene lijn evenwijdig aan CE, waardoor in het bovenvlak een punt B bepaald wordt; hierdoor zijn dan de gelijke en gelijkvormige driehoeken CAD en CBE gevonden. Men bepaalt hunnen inhoud en die van het vlak CAB benevens beider verschil. Is dit niet gelijk nul, zoo herhaalt men de constructie voor eene andere lijn AC, en bepaalt dan door interpolatie den stand dier lijn, waarvoor het verschil dier inhouden verdwijnt (*).

Construeert men nu de afglijdingsvlakken voor eenig ander punt C in CA gelegen, dan verkrijgt men in het algemeen eene andere rigting voor het afglijdingsvlak AC, waaruit volgt, dat het aannemen van een plat vlak tot afglijdingsvlak in het algemeen onjuist is.

§ 30. *Toepassing op vlakke begrenzing.* — Bij een vlakke bovenvlakte, moet $\triangle CAB = \triangle CBE$ (figuur 18) zijn. Trekt men uit A en E loodlijnen AH en EJ op CB, dan moet $AH = EJ$ zijn, daar echter ook $CA = BE$ is, zoo zijn de driehoeken CAH en BEJ gelijk en gelijkvormig; alzoo hoek $ACB =$ hoek JBE, en deze, als uitwendige hoek van den driehoek CBE, gelijk aan hoek $BCE +$ hoek BEC of wel

$$\text{hoek } ACB = \text{hoek } BCE + \text{ hoek } ACD.$$

Daar de som der drie hoeken bij C $180 - 2\varphi$ is, zoo is hoek $ACB = 90° - \varphi$ (†);

of wel de beide afglijdingsvlakken vormen eenen hoek, gelijk aan het complement van den wrijvingshoek.

Volgens § 24 is $AB : BN = CE : EN$ en $AB : AM = CD : CM$, waaruit, wegens $CE = CD$, volgt

$$AM : BN = CM : CN;$$

dewijl hoek $MCK =$ hoek NCK is, zoo volgt daaruit

$$KM : KN = CM : CN,$$

alzoo ook

$$AM : BN = KM : KN$$

of $$AM : KM = BN : KN$$ (§)

(*) De aanwijzing der constructie is niet zeer duidelijk, zij komt op het volgende neder: Na de rigting AC naar gissing genomen te hebben, make men in eenig punt E' van CE, hoek $CE'B' =$ hoek FCA en $B'E' = AC$; trekt men nu $E'B'$ evenwijdig aan CE, zoo is E gevonden, en door nu $AD = AB$ te maken, zijn de driehoeken CDA en CBE gelijk en gelijkvormig; nu moet nog de inhoud van elk dier driehoeken gelijk aan dien van ACB zijn. Is dit niet het geval zoo neme men eene andere lijn AC, waarbij, naar gissing, het verschil tusschen den inhoud der nieuwe driehoeken, tegen gesteld is aan het eerst gevonden verschil, alsdan ligt blijkbaar de gezochte lijn AC tusschen de twee gegiste lijnen, terwijl men verder door het herhalen der construetie op eene derde of vierde lijn nader en nader tot den juisten stand van AC komt. (Vert.)

(†) Men heeft namelijk uit (figuur 18) de gelijkvormigheid der driehoeken CBE en CAD, hoek $BCE =$ hoek DCA, in het oorspronkelijken stond verkeerd ACE. Uit die gelijkheid volgt wegens $\alpha + \beta = 90 - \varphi$: $2 \times$ hoek $ACB = 180 - 2\varphi$. (Vert.)

(§) Men heeft namelijk:

$$\triangle MAC : \triangle CBN = MA : BN,$$
$$\triangle MAC : \triangle CDA = MC : CD$$

en $$\triangle NBC : \triangle CBE = CN : CE,$$

Hieruit volgt onmiddellijk, dat, als men uit M en N lijnen evenwijdig aan AC en BC trekt, zij elkander in een punt P van CK zullen snijden. De hoek MPN is $= 90 - \varphi$. Beschrijft men dus een cirkel door M, N, P zoo is de hoek aan het middenpunt $MON = 2(90 - \varphi) = 180° - 2\varphi$, alzoo hoek $NMO =$ hoek $MNO = \varphi$. Hieruit heeft men onmiddellijk de volgende constructie. Men beschrijve op MN in M en N den hoek φ, uit het snijpunt O der beide beenen trekke men door M een cirkelboog snijdende de vertikale lijn C in P; alsdan zijn de afglijdingsvlakken evenwijdig aan PM en PN.

Noemende de hoeken van CA en CB met eene vertikale lijn α en β en de helling van het bovenvlak met den horizont ε, zoo vindt men gemakkelijk uit het voorgaande

$$\sin\alpha\cos(\alpha - \varepsilon) = \sin\beta\cos(\beta + \varepsilon);\ (*)$$

stelt men daarin $\beta = 90 - (\varphi + \alpha)$, zoo vindt men volgens § 12

$$\cos(2\alpha + \varphi - \varepsilon) = +\frac{\sin\varepsilon}{\sin\varphi}$$

en

$$\cos(2\beta + \varphi + \varepsilon) = -\frac{\sin\varepsilon}{\sin\varphi},$$

waardoor de hoeken α en β bepaald zijn.

§ 13. *Drukking op een willekeurig gegeven vlak in eene onbegrensde aardmassa.* — Is F de inhoud van het vlak ABC (figuur 17), zoo is volgens het voorgaande de drukking E_1 op het vlak CA gelijk aan $F\,g\,\frac{BE}{CE} = F\,g\,\frac{CA}{CD}$ en de drukking E_2 op het vlak BC, gelijk aan $F\,g\,\frac{ND}{CD} = F\,g\,\frac{CB}{CD}$, of wel $CA = a$, $CB = b$, $CE = CD = c$ stellende

$$E_1 = F\,G\,\frac{a}{c},\quad E_2 = F\,g\,\frac{b}{c}$$

en alzoo

$$E_1 : E_2 = a : b.$$

Stelt men in figuur 19 CE_1 en CE_2 gelijk aan en in de rigting der drukkingen E_1 en E_2 dan komt het gewigt van het aardprisma ABC overeen met E_1 E_2. Neemt men nu verschillende vlakken en verdeelt E_1 E_2 evenredig aan den inhoud ABC door de aangenomene vlakken aangewezen, dan wijzen de voerstralen uit C naar de deelpunten de grootte en rigting der drukkingen op die vlakken aan. Hierdoor vindt men dan ook den hoek δ, waaronder eenig gegeven vlak gedrukt wordt: in de figuur is de tangens van dien hoek door eene ordinaat loodregt op E_1 E_2 aangewezen.

§ 32. *Grenzen der geldigheid van de theorie in* § 23 *tot* 25 *ontwikkeld.* — De onderzoekingen in § 29 tot 31 hadden hoofdzakelijk ten doel te bepalen in hoeverre de theorie in § 21 tot 25 ontwikkeld al of niet algemeen geldende is. Men kan namelijk met juistheid uit § 21 en 20 besluiten dat een vlak tusschen de beide afglijdingsvlakken gelegen door eenen wand te vervangen is, waarvan de wrijvingshoek φ_1 gelijk is aan den hoek δ, welken de drukking op dit vlak met zijne normaal vormt. De drukking is dan geheel overeenkomstig met de theorie in § 21 tot 25 ontworpen.

Ook zonder aan den statischen toestand iets te veranderen kan de wand buiten de beide afglijdingsvlakken eenen stand hebben, waarbij de hoek δ gelijk of kleiner is dan de wrijvingshoek φ_1. Er ontstaat dan in dit laatste geval geene glijding langs de beide in de aardmassa bestaande afglijdingsvlakken. De drukking kan dan niet volgenss § 21 tot 25 bepaald worden, terwijl de hoek, waaronder de drukking werkt, niet meer onmiddellijk gegeven is, veeleer moet dan de drukking volgens § 31 bepaald worden.

Bij bekleedingsmuren ontstaat dit geval bijna nooit omdat de achterzijde weinig van den vertikalen stand afwijkt; bij de drukking tegen gewelven kan dit echter plaats hebben (*).

Als bijvoegsel tot de nieuwe theorie der aarddrukking, hierboven medegedeeld, volgt hier eene beschrijving der proeven tot heden bekend geworden, omtrent die drukking; voor de beoordeeling van de waarde der verschillende theoriën zijn die proeven niet van belang ontbloot.

§ 1. *Vroegere proeven.* — Door Gadroy (memorie van 1746) (†) genomene proeven zijn van weinig beteekenis. Zij werden gedaan met bakjes van 27 c.M. lang 8 c.M. breed en hoog. Dergelijke eenvoudige waarnemingen werden gedaan door Papacini d'Antony; hij bevond dat de aarddrukking het een vierde gedeelte van het gewigt van het afglijdend prisma bedroeg.

Volledigere proeven werden genomen door Gauthey (*Mémoires* van 1784 en 1785) in een bak 32 c.M. breed, 80 c.M. hoog en lang, van boven open en van voren gesloten door een klep, draaijende aan den onderkant om scharnieren. Op een derde gedeelte der hoogte waren koorden aangebragt die, na over schrijven geleid te zijn, eene schaal met gewigten droegen. Hij vond voor de loodregte drukking 16 K.G., terwijl de uitgeloopen zandmassa 145 K.G. bedroeg. Daar Gauthey ondervond, dat het zand zeer gemakkelijk uitlekte, gebruikte hij hagelkorrels (schroot) in eenen bak van 20 c.M. lang en hoog en slechts 8 c.M. breed. In plaats van de draaijende klep stelde hij holle houten prisma's, met lood en hagel gevuld, zoodat het soortelijk gewigt tot dat van den hagel dezelfde betrekking had als het metselwerk der muren tot dat van de drukkende aarde. Doch ook deze proeven zijn van geringe beteekenis. Gauthey stelde ook nog in plaats van de scharnieren aan het ondereinde der klep eene draaijende as op een derde der hoogte en toen bleef de klep in rust, waaruit hij besloot dat het middelpunt der drukking op die hoogte lag.

Rondelet (*Art de bâtir*, Tome III) nam proeven met eenen bak 43 c.M. lang, 32 c.M. breed en 45 c.M. hoog, waaraan eene beweeglijke zijde was tot het waarnemen van het natuurlijk talud. Deze zijde werd dan vervangen door eene steenen plaat of zerk, juist in staat om de aarddrukking in evenwigt te houden.

§ 2. *Proeven van Woltmann.* — De bekende waterbouwkundige Woltmann (zie *Beiträge zur hydraulischen Architectur*, 1791—1799) gebruikte een bak 1.72 M. lang, 1.15 M. breed en 1.15 M. hoog, waarvan een der smalle zijden om eene horizontale as beweegbaar was. De draaijingsas viel of met de boven- of met de onderzijde der klep zamen, terwijl aan de vrije zijde een koord achterwaarts over eene katrol geleid een schaal met gewigten droeg. Het bleek dat het moment der gewigten met de drukking evenwigt maakte, voor het geval dat beurtelings de as aan de onder- of bovenzijde was aangebragt, als de momenten tot elkander stonden als 1 : 2; zoodat het middelpunt der drukking op een derde der hoogte moest liggen. De verkregene uitkomsten waren als volgt:

Drukkende stoffen.	Gewigt der teerling eenheid.	Natuurlijk talud.	Waargenomene horizontale druk H^1.	Verbeterde horizontale druk H.	Berekende druk volgens		
					Coulomb.	Hagen.	Nieuwe theorie.
	Kilogr.	Grad.					
Droog loopzand .	1555	32°	0.071 tot 0.082 $h^2\gamma$	0.076 tot 0.092 $h^2\gamma$	0.154 $h^2\gamma$	0.090 $h^2\gamma$	0.120 $h^2\gamma$
Grind (kiezel) . .	1627	36°	0.039 " 0.052 "	0.042 " 0.053 "	0.130 "	0.082 "	0.101 "
Vochtige teelaarde	1277	45	0.048 " 0.060 "	0.050 " 0.066 "	0.086 "	0.053 "	0.065 "
Raapzaad en rogge	708	25°	0.080 " 0.106 "	0.084 " 0.112 "	0.203 "	0.134 "	0.164 "

De verbetering wegens de wrijving langs de zijwanden is, volgens hier verder op te geven benadering, berekend. Voor de wrijving der aarde langs de zijwanden is $\varphi' = 0.9\,\varphi$ aangenomen.

Men ziet dat er eene zeer gebrekkige overeenkomst met de theorie plaats heeft; alleen bij de vochtige aarde is de overeenkomst redelijk goed, ofschoon juist, wegens den daarbij plaats hebbenden zamenhang, die overeenstemming minder te verwachten was.

Proeven van Mayniel. — Van eenig belang zijn de proeven, in 1805—1807 in Alexandrie (*) genomen. (*Traité expérimental, analytique et pratique de la poussée des terres et des murs de revêtement*, par M. Mayniel, Paris 1808.) Voor die proeven (figuur 20) diende een bak hoog en breed 1.5 M. en 3 M. lang, naar behooren versterkt. De voorste goed geschoorde wand AB was aan de onderzijde met drie scharnieren A aan den bak bevestigd, zoodanig dat de draaijende beweging juist om den rand tusschen den bodem en de achterzijde van den wand plaats had.

Tegen den wand AB kon op willekeurige hoogte een steunijzer CD, draaijende beweegbaar, bevestigd worden, steunende tegen eenen blikken bak E, over eene tafel glijdende. Deze bak met water gevuld was

---

waaruit wegens $CDA = CBE$ en $CD = CE$

$$\triangle MAC : \triangle NCA = MC : CN$$

alzoo $MA : BN = MC : CN = KM : KN$

en $MA : KM = BN : KN$ (Vert.)

(*) In het oorspronkelijke staat verkeerdelijk $\cos(\alpha + \varepsilon)$ in plaats van $\cos(\alpha - \varepsilon)$. (Vert.)

(*) De in den aanvang toegezegde en eenige malen aangekondigde geschiedenis der theorie van de aard-drukking en de genomene proeven zijn wegens plaatsgebrek weggelaten. Wij veroorlooven ons te verwijzen naar eene brochure over dit onderwerp, te verschijnen bij R. von Waldheim.

Aanteekening van den vertaler. In het XIIIde stuk van het oostenrijksche tijdschrift is later door den schrijver nog hetgeen verder in den tekst volgt, openbaargemaakt, waarin ook sprake is van latere proeven, die echter nog niet ter algemeene kennis gebragt zijn. Doch is de aangekondigde geschiedenis der theorie van de aarddrukking in het hierboven aangehaalde geschrift opgenomen. (Vert.)

(†) Waarschijnlijk in de: *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris.* (Vert.)

(*) In Piemont. (Vert.)

daarenboven met gewigten bezwaard. Door het openen eener kraan liet men langzaam water uitvloeijen, waardoor het gewigt van den waterbak verminderde tot dat de aarddrukking de overhand verkreeg en alzoo de wand omdraaide. Alsdan werd een koord aan den waterbak bevestigd, geleid over een katrol en daaraan eene schaal H met gewigten bezwaard tot dat de waterbak weder voortgleed; dit gewigt gaf dan blijkbaar de drukking der aarde tegen den waterbak.

De proeven werden deels met drooge teelaarde, deels met zand en deels met of zonder bovenbelasting genomen. Intusschen zijn de waarnemingen en vooral de hellingen van het natuurlijk talud te onnaauwkeurig opgegeven, om daaruit bepaalde gevolgen af te leiden. Als voorbeeld verkreeg men de volgende uitkomsten.

Volgnummer.	Gewigt der teerl. eenheid γ	Natuurlijk tatud φ	Waargenomene horizontale drukking H'.	Verbeterde horizontale drukking H.
2	1078 kil.	39° 40′	0.052 $h^2\gamma$	0.056 $h^2\gamma$
6	1078 "	39° 40′	0.078 "	0.084 "
9	1078 "	39° 40′	0.087 "	0.094 "
19	1166 "	39° 40′	0.069 "	0.074 "

Als uitkomst der berekening vindt men:

volgens Coulomb $H = 0.110 h^2\gamma$
" Hagen $H = 0.069 h^2\gamma$
" de nieuwe theorie $H = 0.084 h^2\gamma$

Voor de verbetering wegens de wrijving langs de zijwanden (volgens de hieronder mede te deelen benaderingsformule) en ter berekening volgens de nieuwe theorie werd voor de wrijving langs de wanden $\varphi_1 = 0.9\,\varphi = 35° 40′$ genomen. Deze proeven komen dan het best met de nieuwe theorie overeen.

De overige proeven, gedeeltelijk met bovenbelasting (piramide-vormig) en deels met vast gestampte aarde gedaan, gaan wij voorbij. Alleen merken wij aan dat bij drie proeven met aangestampte aarde zonder bovenbelasting en drie met bovenbelasting de drukking $\frac{1}{5}$ tot $\frac{1}{6}$ gedeelte der drukking met losse onaangestampte aarde bedroeg.

Behalve deze proeven werden er nog eene reeks proeven met muren in plaats van den beweegbaren wand genomen, waarbij door achtervolgende bovenbelasting de muren omgeworpen werden. Doch deze proeven zijn niet geschikt om naauwkeurig de aarddrukking te leeren kennen, wegens de onzekerheid van den stand der omkantelingsas.

§ 4. *Proeven van Martony de Köszegh.* — Op dergelijke wijze, doch op ruimere schaal en zorgvuldiger, werden in Weenen in 1827 proeven genomen door Martony de Köszegh (*Versuche über den Seitendruck der Erde, verbunden mit einer theoretischen Abhandlung über diesen Gegenstand nach Coulomb und François; nebst einer Nachweisung älterer Versuche dieser Art von* C. Martony de Köszegh, Major, Wien, 1828). De in figuur 20 voorgestelde toestel heeft eene inrigting overeenkomstig die van Mayniel, doch is sterker en bruikbaarder. De bak is binnenswerks 1.90 M. hoog, 0.95 M. breed en 2.85 M. lang.

Het nederlaten en sluiten der klep geschiedde door twee koorden, die om eene rol met handspaken I voorzien achter den bak gewonden werden. Op den bak E, met stukken lood bezwaard, glijdende over eenen houten vloer, en waartegen eene ijzeren stang tegen de klep AB op een derde der hoogte werkte, rustte een tweede bak F met fijne hagel gevuld, die langzaam uit eene zijopening liep. De afstortende aarde viel in eenen bemetselden put G. De grootte der drukking werd even als bij de proeven van Mayniel gevonden door gewigten in eene schaal H geplaatst, daarbij werd de klep AB door het steunijzer CD met E verbonden, om den wederstand in rekening te brengen, door de klep AB, bij het in beweging komen, uitgeoefend.

De zamenhang werd hoofdzakelijk waargenomen door op de tafel een raam van 47 c.M. lengte en 32 c.M. breedte te plaatsen en daarop een ander raam, even breed, doch 40 c.M. langer en 13 c.M. hooger te stellen. Beide ramen werden met aarde gevuld en laagsgewijze aangestampt, waarbij de verdigting, dat is de vermindering van inhoud, gemeten werd. Aan het bovenste raam werd een koord bevestigd, over eene schijf gaande aan welks afhangend einde eene weegschaal werkte, die men zoo lang belastte tot dat er eene glijding van het bovenste raam over het onderste ontstond; hierbij werd dan de wrijving en zamenhang gemeten; het bovenste raam werd dan weder terug geschoven en op nieuw in beweging gebragt, waarbij nu alleen de wrijving was te overwinnen. Het verschil der beide gewigten gaf dan blijkbaar de grootte van den zamenhang.

De hoofduitkomsten der proeven zijn in hetgeen volgt medegedeeld; door H' wordt de waargenomen horizontale drukking aangewezen. Volgens een uit mijne proeven afgeleiden benaderingsregel is de horizontale drukking H

berekend voor het geval, waarin geene wrijving langs de zijwanden plaats heeft, zooals de gewone formulen voor de drukking onderstellen.

Bij de berekening der drukking volgens de nieuwe theorie is de wrijvingshoek φ_1 der aarde tegen de zijwanden, bij gebrek aan naauwkeurige opgaven gesteld op 0.9 φ of negen tiende deelen van den wrijvingshoek der aarddeeltjes onderling.

A. Proeven met losse aarde.

1. *Proeven met losse teelaarde zonder bovenbelasting.* — $\gamma = 1369$ tot 1417 K.G. per M³., $\varphi = 38° 53′$ cot $\varphi = 1{,}24$; 14 proeven (N°. 3 tot 16); $\varphi_1 = 34°$ aangenomen.

Gevonden drukking $H' = 0.057$ tot 0.099, gemiddeld $0.084\,h^2\gamma$;
Herleide drukking $H = 0.079$ tot 0.121 gemiddeld $0.099\,h^2\gamma$,

Berekend volgens Coulomb $H = 0.112\,h^2\gamma$
" " Hagen $H = 0.071\,h^2\gamma$
" " de nieuwe theorie $H = 0.066\,h^2\gamma$.

Eene geringe overeenstemming heeft hier plaats; de oude theorie geeft 13 ten honderd te veel en de nieuwe 33 ten honderd te weinig.

2. *Proeven met losse teelaarde en eene bovenbelasting* van 1.26 M. $= \frac{3}{2}\,h$; $\gamma = 1427$; $\varphi = 38° 53′$; cot $\varphi = 12.4$; 4 proeven (N°. 17 tot 20.)

Gevonden drukking $H' = 0.129$ tot 0.152, gemiddeld $0.139\,h^2\gamma$.

Herleide drukking $H = 0.142$ tot 0.179, gemiddeld $0.164\,h^2\gamma$.

Berekende drukking volgens Coulomb $H = 0.205\,h^2\gamma$,
" " " de nieuwe theorie $H = 0.169\,h^2\gamma$.

Hier geeft de nieuwe theorie eene goede overeenkomst; de oude theorie geeft 25 ten honderd te veel.

3. *Proeven met droog zand zonder bovenbelasting.* — $\gamma = 1748$ K.G. per M³.; $\varphi = 37° 0′$; cot $\varphi = 1.33$; 4 proeven (N°. 38 tot 41); ondersteld $\varphi_1 = 33°$.

Gevonden drukking $H' = 0.108$ tot 0.128, gemiddeld $0.121\,h^2\gamma$.

Herleide drukking $H = 0.129$ tot 0.149, gemiddeld $0.142\,h^2\gamma$.

Berekende drukking volgens Coulomb $H = 0.124\,h^2\gamma$,
" " " Hagen $H = 0.078\,h^2\gamma$,
" " " de nieuwe theorie $H = 0.098\,h^2\gamma$.

Hier geeft dus de oude theorie 12 ten honderd en de nieuwe 31 ten honderd te weinig.

4. *Proeven met grint*, korrels van 1 tot 3 c.M. middellijn, een weinig vochtig; $\gamma = 1687$ K.G. per M.³; $\varphi = 40° 45′$; cot $\varphi = 1.16$; 4 proeven (N°. 45 tot 48); aangenomen $\varphi_1 = 36° 40′$.

Gevonden drukking $H' = 0.094$ tot 0.097, gemiddeld $0.096\,h^2\gamma$,

Herleide drukking $H = 0.118$ tot 0.121, gemiddeld $0.120\,h^2\gamma$.

Berekende drukking volgens Coulomb $H = 0.105\,h^2\gamma$,
" " " Hagen $H = 0.066\,h^2\gamma$,
" " " de nieuwe theorie $H = 0.080\,h^2\gamma$.

Hier geeft de oude theorie 12 ten honderd en de nieuwe 33 ten honderd te weinig.

Derhalve geeft de nieuwe theorie uitkomsten, die ongeveer 33 ten honderd kleiner zijn dan de proeven zonder bovenbelasting.

B. Proeven met vaste aarde.

De proeven met vaste of aangestampte aarde veroorloven ter naauwernood eene vergelijking met de theorie, dewijl de wederstand langs de zijwanden bij de proeven niet in rekening kwam. Wij zien dus van eene nadere behandeling daarvan af.

§ 5. *Proeven van Hagen.* — Hagen gebruikte een zeer verschillenden toestel (*Handbuch der Wasserbaukunst*, II. Theil I. Band, 1853). De draaijingsas C (figuur 21) der beweegbare klep ligt hier merkelijk lager dan het gedrukte vlak, dewijl die klep als een slinger is opgehangen, zoodat de beweging der klep nagenoeg met eene evenwijdig voortgaande overeenkomt. Een koord boven over het zand heen gaande is aan het afhangend gedeelte met eene weegschaal verbonden, die behalve de gewigten een bak met zand draagt, dat men langzaam liet uitstroomen. Het hoofdzakelijk verschil met de overige proeven was gelegen in het niet bestaan van zijvlakken, dewijl die door zijtaluds vervangen waren, zoodat het gedrukte vlak een trapezium $ABDC$ (figuur 22) vormde. De drukkingen tegen de driehoeken ACH en BDJ werden gevonden door het gedrukte vlak de gedaante van eenen driehoek EFC te geven, zoodat de drukking tegen den regthoek $HJDC$ gevonden werd uit het verschil der drukkingen tegen het trapezium $ABDC$ en den driehoek EFC. Door deze inrigting verdienen deze proeven in allen geval meer vertrouwen dan de vroegere.

De wrijvingshoek φ werd op dezelfde wijze gemeten als de zamenhang door Martony. Hierbij werd het zand en het bovenste raam met een plankje bedekt en met

gewigten bezwaard, zoodat de wrijving bij verschillende drukkingen gemeten kon worden.

1. *Proeven met zwart strooizand* (*Streusande*), volkomen droog; $\gamma = 2304$ K.G. per M³; $h = 2.6$ tot 13.1 c.M. Door waarneming van het natuurlijk talud vond men $\varphi = 32° 30'$, door de over elkander glijdende ramen $\varphi = 23° 51'$ tot $26° 25'$, gemiddeld $\varphi = 25° 5'$ (dienovereenkomstig werd aangenomen $\varphi_1 = 29° 15'$ en $\varphi = 22° 34'$); 52 proeven.

Gemeten drukking $H = 0.123$ tot 0.131, gemid. $0.126\ h^2\gamma$, $\varphi = 32° 30'$, $\varphi = 25° 5'$,
Berekende drukking volgens Coulomb . . . . . $H = 0.150$ $0{,}202\ h^2\gamma$,
Berekende drukking volgens Hagen . . . . . $H = 0.096$ $0.134\ h^2\gamma$,
Berekende drukking volgens de nieuwe theorie . . . $H = 0.129$ $0.164\ h^2\gamma$.

Hieruit blijkt, dat bij het aannemen der waarde van φ, uit het natuurlijk talud afgeleid, *de nieuwe theorie eene zeer goede overeenkomst geeft.* Door het aannemen der waarde van φ uit de proeven met de over elkander glijdende ramen, hetgeen echter veel minder natuurlijk schijnt, geeft daarentegen de Hagen'sche theorie eene betere overeenkomst, hetgeen welligt Hagen heeft doen besluiten die waarde van φ als de meest juiste aan te nemen.

2. *Proeven met fijn stofachtig zand*, $\gamma = 1522$ K.G. per M³. Door het natuurlijk talud werd werd $\varphi = 31°$ tot 35° gevonden, alzoo gemiddeld $\varphi = 33°$. (Aangenomen werd $\varphi_1 = 29° 42'$.) $h = 5.2$ tot 10.5 c.M.; 14 proeven.

Gemeten drukking $H = 0{,}088$ tot $0{,}096$, gemid. $0.093\ h^2\gamma$,
Berekende drukking volgens Coulomb $H = 0.147\ h^2\gamma$,
" " " Hagen $H = 0.094\ h^2\gamma$,
" " " de nieuwe theorie $H = 0.115\ h^2\gamma$.

De uitkomst der Hagensche theorie komt hier vrij goed overeen. Wij merken echter op, dat bij onze proeven, alwaar φ nagenoeg juist zoo groot was, de proeven $0.114\ h^2\gamma$ gaven, alzoo merkelijk hooger dan Hagen opgeeft. Opmerkelijk is het groote verschil met de vorige proeven, alwaar φ wel is waar, volgens het natuurlijk talud, eenen halven graad kleiner was. In elk geval schijnt een besluit uit de genomen proeven zeer gewaagd.

3. *Proeven met hagel van 2 m.M. middellijn.* $\gamma = 6740$ K.G. per M³. Natuurlijk talud $\varphi = 27°$ (aangenomen $\varphi_1 = 24°$), $h = 2.6$ tot 6.5 c.M.; 13 proeven.

Gemeten drukking $H = 0.139$ tot 0.153, gem. $0.148\ h^2\gamma$,
Berekende drukking volgens Coulomb $H = 0.188\ h^2\gamma$,
" " " Hagen $H = 0.123\ h^2\gamma$,
" " " de nieuwe theorie $H = 0.151\ h^2\gamma$.

Hier geeft de nieuwe theorie eene voldoende overeenkomst.

§ 6. *Proeven van Audé.* (*Mémorial de l'officier du Génie*, 1848). — De proeven van den luit.-kolonel Audé zijn ouder dan die van Hagen, aan wien zij echter wel niet zijn bekend geweest. Zij hebben betrekking enkel tot losse aardsoorten, doch zijn voor deze in elk geval de volledigste en wetenschappelijkste der tot nu toe bekende proeven.

Ter bepaling der horizontale drukking, dat is van de horizontale zamenstellende kracht der aarddrukking, maakte Audé den wand beweegbaar in horizontale rigting, door hem op rollen te stellen (figuur 23). De beweeglijke wand was door eene stang in verbinding gebragt met een hefbalk, bestaande uit een draaibaren standaard en een horizontalen balk, welke laatste met verplaatsbare gewigten bezwaard was. De wrijving der rollen werd standvastig op 0.3 K.G. gesteld, hoewel juister, de veranderlijke drukking der aarde in rekening had moeten komen. Het moment der drukking werd gemeten door eenen wand, draaijende aan zijnen onderkant om eene as, gelegen in een horizontaal vlak door dien onderkant gaande. Die wand was eveneens in verbinding met eenen horizontalen balk door verschuifbare gewigten bezwaard. Dewijl zoowel het moment als de horizontale drukking zelve gemeten werd, bepaalde dit het aangrijpingspunt der drukking. Door de waarneming der drukking bij verschillende standen der draaingsas werd ook de rigting der aarddrukking bepaald.

De invloed der wrijving langs de zijwanden werd op dezelfde wijze als door Hagen ontweken, door de aarde zijdelingsche taluds te geven en het verschil der drukkingen op een trapezium en een driehoek te bepalen. Audé heeft echter ook houten zijwanden gebruikt en de wrijving bepaald door verschillende afstanden voor de zijwanden te nemen.

De hoogte der wanden was 25 of 50 c.M. en de breedte van den regthoek, waartegen de drukking gemeten werd, 50 c.M.

De uitkomsten der proeven in den door ons berekenden vorm en de daaruit afgeleide gevolgen zijn de navolgende:

I. *Proeven met horizontaal bovenvlak.* — Deze proeven toonden dat de drukking evenredig is met het vierkant der hoogte en dat het aangrijpingspunt der drukking werkelijk op een derde der hoogte van den wand is gelegen.

A. Vertikale wand.

1. Horizontale drukking.

a. Grof zand. Korrels 1.47 c.M. dik; $\gamma = 1470$ K.G. per M³; $\varphi = 33° 41'$; $\cot\varphi = 1.50$ ($\varphi_1 = 27° 29'$); 8 reeksen proeven, 4 met zijtaluds, 4 met zijwanden, 25 en 50 c.M. wandhoogte.

Gevonden horizontale drukking $H = 0.115$ tot 0.119, gemiddeld $0.118\ h^2\gamma$,
Berekende horizontale drukking volgens Coulomb $H = 0.143\ h^2\gamma$,
Berekende horizontale drukking volgens de nieuwe theorie $H = 0.114\ h^2\gamma$.

Hier geeft de nieuwe theorie eene bijna volkomen overeenkomst, terwijl de oude 21 ten honderd te veel geeft.

b. Fijn zand. $\gamma = 1350$ K.G. per M³; $\varphi = 33° 41'$; $\cot\varphi = 1.50$ ($\varphi_1 = 27° 29'$); 4 reeksen met zijtaluds bij 25 en 50 c.M. wandhoogte.

Gevonden horizontale drukking $H = 0.126$ tot 0.136, gemiddeld $H = 0.129\ h^2\gamma$.
Berekende drukking volgens Coulomb $H = 0.143\ h^2\gamma$.
" " " de nieuwe theorie $H = 0.114\ h^2\gamma$.

Hier geeft de oude theorie 11 ten honderd te veel en de nieuwe 12 ten honderd te weinig. Ongelukkig schijnt hier het natuurlijk talud niet zeer naauwkeurig bepaald te zijn, dewijl voor de beide zandsoorten juist $\cot\varphi = 1.5$ is opgegeven.

Als nevenuitkomsten bleek:

α. De drukking op eene driehoekige vlakte is 0.34 tot 0.35 (theoretisch $\frac{1}{3}$) der drukking op een regthoek van gelijke breedte en hoogte. Het aangrijpingspunt ligt daarbij op $\frac{1}{4}$ der hoogte.

β. Bij eene begrenzing door vertikale zijwanden op den afstand b van elkander is de gevondene horizontale drukking voor den afstand $= 1$ te vermenigvuldigen met

$$1 + 0.083\,\frac{h}{b} = 1 + 0.16\,\frac{h}{b}\,\text{tang}\,\varphi_1$$

om de horizontale drukking voor de breedte 1 zonder zijwanden te vinden.

2. *Rigting der drukking.* Stelt men, voor het geval dat de draaingsas op den afstand c van den gedrukten wand in het horizontale vlak door den onderkant van den wand is gelegen, de horizontale en vertikale drukking voor door H en V, het gevonden moment door M, de hoogte van het aangrijpingspunt der drukking boven den onderkant door y en den hoek der rigting van de aarddrukking met de normaal op de wandvlakte door δ, zoo is

$$M = H\,y - V\,c,$$

$$V = \frac{H\,y - M}{c}$$

en

$$\text{tang}\,\delta = \frac{V}{H} = \frac{H\,y - M}{H\,c}.$$

De proeven gaven:

c	= 0	0.05	0.10	0.13	0.15,	
M	= 0.910	0.650	0.300	0.080	0.080	K.G. × M.,
$\text{tang}\,\delta$ =		0.49	0.57	0.60	0.62	gemiddeld 0.57
δ =		26°16′	29°41′	30°23′	31°48′	" 29°41′

terwijl de regtstreeksche proeven voor de wrijving der aarde langs den wand gaven tang $\varphi_1 = 0.52$, $\varphi_1 = 27° 29'$; alzoo is de rigting der drukking zeer nabij die van den wrijvingshoek geweest.

B. Hellende wand.

Ten eerste werd de draaijingsas in de naar den aarde gekeerden (naar achteren overhangenden) wand zelven gesteld en daaruit het moment der drukking afgeleid. De uitkomsten waren, als β den hellinghoek van den wand met de loodlijn en N de loodregte zamenstellende kracht van de drukking voorstelt:

tang β	Waarneming.	Berekend.
0.0	$N = 0.1173\,.\,h^2\gamma$	$0.1142\,.\,h^2\gamma$
0.2	$= 0.0847$ "	0.0814 "
0.4	$= 0.0548$ "	0.0558 "
0.6	$= 0.0316$ "	0.0360 "
0.8	$= 0.0154$ "	0.0211 "
1.0	$= 0.0064$ "	0.0105 "
1.2	$= 0.0016$ "	0.0037 "

De overeenkomst is hier, met uitzondering van zeer groote waarden van β, vrij goed. De rigting der drukking is niet waargenomen.

De proeven met eenen vóórover hellenden wand, waarbij verschillende draaijingsassen, gelegen in het horizontale vlak, gaande door den onderkant van den wand, hebben grootere waarde. De hoogte van den wand was 0.25 M., de proeven werden genomen met grof zand. Zijn N en P de loodregte en evenwijdige zamenstellende drukkingen, β de hoek van den wand met eene vertikale lijn en c de afstand der draaijingsas van den onderkant van den wand; zoo heeft men voor het moment M der drukking

$$M = \tfrac{1}{3}\,N\,h\,\sec\beta - P\,c\,\cos\beta.$$

Er werden proeven genomen met verschillende waarden van c voor dezelfde waarden van β, waardoor

verschillende vergelijkingen ter bepaling van N en P verkregen werden. Voor den hoek δ van de drukking met de normaal van den wand heeft men dan tang $\delta = \frac{P}{N}$.

Als voorbeeld vond men voor tang $\beta = 0.2$ en voor $c = 0.05, 0.10, 0.15, 0.20$ M., tot moment $M = +0.750$, $+0.120$, -0.495, -1.094, zoodat, daar cos $\beta = 0.281$, sec $\beta = 1.020$ is, de volgende vier vergelijkingen ontstaan:

$$0.0850\ N - 0.0491\ P = +0.750,$$
$$0.0850\ N - 0.0981\ P = +0.120,$$
$$0.0850\ N - 0.1372\ P = -0.495,$$
$$0.0850\ N - 0.1962\ P = -1.094.$$

Die vergelijkingen van elkander aftrekkende heeft men

0.0491 P = 0.630 0.615 0.699 (*), alzoo gemiddeld
0.0491 P = 0.648 en P = 13.21.

De vergelijkingen zelve geven dan

0.0850 N = 1.398, 1.416, 1.449, 1.498,
gemiddeld 0.0850 P = 1.440,

alzoo N = 16.94. Men heeft alzoo

$$N = 16.94 = 0.184\ h^2\gamma,\ P = 13.21 = 0.144\ h^2\gamma,$$
$$\text{tang}\,\delta = 0.780,$$

$$E = \sqrt{N^2 + P^2} = 21.43 = 0.152\ h^2\gamma.$$

De door ons op deze wijze berekende uitkomsten, alsmede de daarbij behoorende theoretische uitkomsten zijn in de volgende tafel begrepen.

tang β	Proeven				Berekening			
	E	N	P	tang δ	E	N	P	tang δ
0	0.152	0.127	0.084	0.655	0.128	0.114	0.059	0.520
0.2	0.234	0.184	0.144	0.780	0.181	0.161	0.084	0.520
0.4	0.317	0.239	0.209	0.878	0.236	0.209	0.109	0.520
0.6	0.597	0.428	0.415	0.969	0.312	0.276	0.144	0.520
	$h^2\gamma$	$h^2\gamma$	$h^2\gamma$		$h^2\gamma$	$h^2\gamma$	$h^2\gamma$	

(*) Men vindt eigenlijk:
Voor het verschil der beide eersten: 0.049 P = 0.63
2de en 3de: 0.049 P = 0.615
3de en 4de: 0.049 P = 0.599
en alzoo gemiddeld 0.615 en niet 0.648.
Het is overigens blijkbaar dat men door andere combinatien deze vier vergelijkingen ook andere waarden voor P zou gevonden hebben. (Red.)

Diensvolgens bestaat er geene eenigzins bevredigende overeenkomst bij de groote hellingen. Het is onbegrijpelijk hoe door de waarnemingen voor tang δ grooter waarden gevonden worden dan 0.52, door de regtstreeksche proeven gevonden.

Voor den hoek $\beta = 14°\,25'$ of tang $\beta = 0.257$ moest de nieuwe theorie volgens § 19 (bladz.) volkomen juiste uitkomsten geven, maar ook voor deze waarde is overeenkomst maar gering.

II. *Proeven met niet horizontaal bovenvlak.* — Bij deze proeven is de gedrukte wand vertikaal aangenomen.

1. *Het bovenvlak naar achteren hellende.* — De helling hoek ε werden genomen $\frac{1}{8}.90°$, $\frac{2}{8}.90°$ enz. tot $\frac{7}{8}.90°$. Bij hellingen van $\frac{4}{8}.90°$ af werden de hellingen door eenen wand gesteund. De draaijingsas ging door den onderkant van den gedrukten wand. Het moment werd waargenomen en daaruit vond men voor de horizontale drukking

bij	$\varepsilon = .0$	$\frac{90°}{8}$	$\frac{2.90°}{8}$	$\frac{3.90°}{8}$
Waarneming	$H = 0.135$	0.114	0.099	$0.091\ h^2\gamma$.
Berekening	$H = 0.116$	0.101	0.092	$0.082\ h^2\gamma$.

2. *Het bovenvlak belast.* — Het talud beginnende aan den gedrukten wand was 9°, 18°, 27°, 36° en 45° en bij elke der hellingen werden verschillende hoogten der bovenbelasting beproefd. Voor elke helling werd de hoogte gezocht, waarbij het moment een maximum was. Bij nog grootere hoogten verandert het moment niet meer. Zij deze hoogte h_2; de verkregene en de theoretische uitkomsten geeft de volgende tafel:

Helling.	Proeven		Berekening			
	h_2 voor max. H	max. H	h_2 voor max. H	max. H	h_1	H
0	0	0.129	0	0.114	0	0.114
9°	0.090	0.138	0.122	0.129	0.090	0.128
18°	0.220	0 157	0.330	0.149	0.220	0.144
27°	0.416	0.186	0.861	0.187	0.416	0.172
43° 31′	0.598	0.213	∞	0.340	0.598	0.206
	h	$h^2\gamma$	h	$h^2\gamma$	h	$h^2\gamma$

Hier is de overeenkomst van de horizontale drukkingen bij gelijke waarden van h_1 voldoende. In de hoogten h_2, alwaar H een maximum wordt, vertoonen zich merkelijke verschillen. Dit is echter ligt te verklaren, doordien H bij groote bovenbelastingen weinig verandert bij veranderingen van h_2; zoo geeft bijv. de tafel dat

bij eene helling van 27° voor $h_1 = 0.861\ h$ en $0.416\ h$, H wordt $0.187\ h^2\gamma$ en $0.172\ h^2\gamma$ alzoo een gering verschil. Het is daarom bijna onmogelijk door proeven de waarde van h_1 te bepalen, waarbij H een maximum wordt.

§ 7. *Proeven van den schrijver.* — In 1863, toen mij de proeven van Audé bekend werden, nam ik eenige proeven (*Civilingenieur*, 1864). De aarde (fijn zand) was bevat in eenen bak met drie loodregte zijwanden, de vierde (25 c.M. hoog en 40 c.M. breed) draaide om eene as, gelegen in een horizontaal vlak, gaande door den onderkant van den gedrukten wand; een koord, gaande van de bovenzijde van den wand over eene schijf, droeg aan het andere afhangende einde eene weegschaal, waarop, behalve eenige gewigten, een bak met zand was geplaatst waaruit langzaam het zand stroomde, zoodat er een oogenblik kwam waarin de aarddrukking de overhand verkreeg.

Om de wrijving langs de zijwanden in rekening te brengen, werd eene tweede reeks van proeven genomen, waarbij in den bak nog een tusschenschot gesteld werd, waardoor blijkbaar de wrijving verdubbelde, zoodat uit het verschil der uitkomsten de grootte der wrijving was af te leiden.

Ten eerste werd de draaijingsas in het drukkende vlak zelf gesteld en, daar alsdan het moment der vertikale drukking nul werd, zoo was hieruit onmiddellijk de horizontale drukking af te leiden. Vervolgens werd de draaijingsas 5 c.M. verplaatst, zoodat men ook een vertikaal moment der drukking verkreeg. Dewijl de horizontale drukking uit de vorige proeven bekend was, zoo kon nu ook de vertikale drukking berekend worden.

De proeven werden enkel met eenen vertikalen wand en met horizontaal bovenvlak genomen.

De waarnemingen werden met de meeste zorgvuldigheid gedaan en daarbij het noodige in rekening gebragt, zooals het gewigt van den wand, de wrijving van de schijf enz.

De onderlinge wrijving van het zand werd door de natuurlijke helling, die zich bij het wegnemen van den wand vormde, gemeten. De coëfficiënt der wrijving langs den wand werd gemeten door den wand, met gewigten bezwaard, op eene horizontale zandlaag te leggen en de horizontale kracht te meten tot de voortbeweging noodig.

De uitkomsten waren:
$\gamma = 1368$ tot 1451, gemiddeld 1406 K.G. op den M³.
$\Phi = 33°\,16'$ tot $33°\,54'$ gemiddeld $33°\,45'$; tang $\Phi = 0.665$.
$\Phi_1 = 28°\,40'$ tot $30°\,43'$ gemiddeld $29°\,41'$; tang $\Phi_1 = 0.570$.

Gevonden horizontale
drukking H = 0.111 tot 0.119, gemiddeld $0.115\ h^2\gamma$.
Berekende horizontale drukking volgens Coulomb
$H = 0.142\ h^2\gamma$,
" " " " Hagen
$H = 0.086\ h^2\gamma$,
" " " " de nieuwe theorie
$H = 0.112\ h^2\gamma$,

waaruit eene voldoende overeenkomst met de nieuwe theorie blijkt. De proeven gaven voor de rigting der drukking gemiddeld

$$\delta = 24°\,39',\ \text{tang}\,\delta = 0.459,$$

alzoo δ iets kleiner dan de wrijvingshoek Φ_1.

Als bijkomende uitkomst bleek dat de drukking bij het gebruik van zijwanden, vermenigvuldigd met

$$1 + 0.067\,\frac{h}{b} = 1 + 0.116\,\frac{h}{b}\,\text{tang}\,\Phi_1$$

de drukking bij eene onbepaalde aardmassa geeft. Deze uitkomst wijkt weinig af van de door Audé (§ 6) gegevene.

§ 8. *Nieuwe proeven.* — Uit het medegedeelde blijkt, dat wel is waar de nieuwe theorie der drukking van aarde, die de wrijving langs den wand in rekening brengt, in het algemeen het beste met de uitkomst der proeven overeenkomt, doch dat er evenwel zeer aanmerkelijke afwijkingen bestaan, die het vertrouwen op de deugdelijkheid der waarnemingen beletten. De omstandigheid, dat, zelfs in de gevallen, waarbij volgens de door ons gegevene juiste theorie eene volkomene overeenkomst met de werkelijkheid moest plaats hebben, de proeven van Audé eene niet te verwaarloozen afwijking opleverden, doet vermoeden dat in de proeven van Audé grooter fouten schuilen. Het is alzoo voor zeker gewenscht, nieuwe proeven te nemen, waarbij al de bijzonderheden naauwkeuriger dan tot nu in rekening komen.

Naar aanleiding van deze beschouwingen stond het Oostenrijksche ministerie voor onderwijs de middelen toe tot het nemen van nieuwe proeven. Figuur 25 stelt den toestel voor tot het nemen dier proeven, voor het Polytechnicum in Weenen vervaardigd. De toestel is naar dezelfde beginselen ingerigt als de vorige van den schrijver, doch de toen verkregene ondervinding is tot het aanbrengen van verbeteringen ten nutte gemaakt. Te dien opzigte valt op te merken, dat het gebruik eener katrolschijf onpraktisch bleek; de wand begon met eene onmerkbare beweging tot dat de daardoor voortgebragte vermindering der drukking kleiner

werd dan het aangebragte gewigt; als daarna nog een weinig zand uit den bak op de weegschaal was afgevloeid, bewoog zich de wand weder een weinig en zoo vervolgens; daardoor kon men niet juist het punt bepalen, waarbij nog evenwigt bestond. Ook bij vroegere proeven moet dit bezwaar bestaan hebben, zonder dat er echter melding van werd gemaakt.

In plaats van de katrolschijf werd een gebroken hefboom genomen, waarvan de armen EF en EG eenen scherpen hoek vormden. Bij eene kleine beweging van den wand verandert (figuur 25 en 26) het moment van den vertikalen arm EF weinig in lengte, doch dat van den horizontalen arm EH in veel grooter mate. De hoek FEG is veranderlijk gemaakt en daardoor ontstaat de mogelijkheid, dien hoek zoo te nemen, dat er eene voortgaande beweging van den wand plaats heeft, en alzoo eene meer naauwkeurige bepaling van het oogenblik van evenwigt wordt verkregen.

Het uit de, op de weegschaal staande, bus vloeijende zand (*Schrot*) valt op een schuin plaatje. IK en vandaar in den bak M. Bij het sluiten van den wand wordt door eene zelfwerkende inrigting het plaatje K zoodanig gesteld, dat het zand in den bak N valt. Hierdoor wordt het mogelijk het gewigt op de weegschaal op het oogenblik van het omkantelen van den wand naauwkeurig te bepalen.

De toestel is ingerigt om gemakkelijk den vlakken wand te vervangen door hellende, gebogene, of door wanden met contreforten, die in de achterliggende aarde vatten, ook voor het aanbrengen van bovenbelastingen, enz.

Het aanvullen van den bak O met aarde is gemakkelijk gemaakt door in de verzamelkast P verscheiden bakjes te plaatsen, die zich bij het omkantelen van den wand vullen en dan gemakkelijk afzonderlijk geledigd worden.

Wij zullen niet nalaten de uitkomsten der proeven, zoodra die zijn afgeloopen, mede te deelen.

Aanteekening door het honorair lid dr. I. P. DELPRAT.

In het hier voorgaand opstel is, in plaats van de gewone theorie omtrent de aarddrukking tegen bekleedingsmuren, eene in vele opzigten meer juiste en vooral meer algemeene theorie dier drukking voorgesteld, en daarbij ontweken de eenigermate willekeurige onderstelling, dat de aardmassa, tegen eenig gebogen of plat vlak steunende, volgens een plat vlak afscheurt als het evenwigt verbroken wordt.

Bij de nieuwe theorie tracht men, meer algemeen, de drukkingen te bepalen, die in de aardmassa bestaan als die door uitwendig aangebragte krachten in evenwigt wordt gehouden. Op het voetspoor der beschouwingen door Poissson, Lamé, Cauchy en anderen ontwikkeld bij de behandeling van het evenwigt bij veerkrachtige ligchamen, heeft in het hier voorgaand opstel de heer Winkler getracht diezelfde beginselen op de berekening der drukking, door aardmassa's tegen steunende vlakken voortgebragt, toe te passen. Grootendeels is die poging goed geslaagd, doch in een enkel, maar belangrijk, punt is die schrijver vervallen in eene min juiste opvatting van hetgeen er bij het verbreken van het evenwigt plaats heeft, die niet zonder invloed op verscheidene van de verkregenene uitkomsten gebleven is. Het belang dier beschouwingen heeft mij doen besluiten mijn gevoelen dienaangaande hier mede te deelen. Ten einde den lezer beter in staat te stellen de al of niet gegrondheid mijner bedenkingen te overzien, volgt hier vooraf eene korte bijeentrekking van de door den heer Winkler voorgedragene theorie; eenvoudigheidshalve wordt hierbij de invloed van den zamenhang, die veelal tusschen de aarddeeltjes bestaat, doch aan vele wisselvalligheid is onderworpen, buiten beschouwing gelaten, en enkel als voorwaarde voor het evenwigt aangenomen dat de drukkingen tusschen de aarddeeltjes geenen grooteren hoek met de normaal van het gedrukte vlak mogen vormen dan den wrijvingshoek. Uit die voorwaarde wordt nu eene betrekking afgeleid tusschen de uitwendige krachten, die de aardmassa in evenwigt houden en de inwendige drukkingen tusschen de aarddeeltjes onderling.

Men kan de inwendige drukkingen, even als de uitwendige, op eenig punt als bekend aannemen, zoodra de drukking bekend is, die, gelijkmatig over eene vierkante eenheid verdeeld, in elk punt dezelfde drukking voortbrengt als de gezochte drukking.

De zoo even aangehaalde schrijvers hebben nu algemeen aangetoond, dat bij eene in evenwigt zijnde massa, zoodra men in eenig punt de grootte en rigting der drukking op drie niet evenwijdige vlakken uitgeoefend, bekend heeft, ook de drukking op elk ander vlak, door dat punt gerigt, te berekenen is, en ook wel door eene zeer eenvoudige meetkundige voorstelling kan worden aangewezen. Stelt men zich namelijk in een zelfde punt der massa kleine of elementaire vlakjes voor, in alle mogelijke rigtingen, dan ondergaan zij drukkingen, waarvan de grootte en de rigtingen door rigtlijnen van dat punt uitgaande zijn aan te wijzen; daarbij heeft nu de merkwaardige eigenschap plaats dat de uiteinden dier lijnen eene ellipsoïde vormen,

het gedrukte punt tot middelpunt hebbende; de voerstralen der ellipsoïde wijzen dan de grootte der drukkingen aan, terwijl het elementaire vlakje dat die drukking ondergaat evenwijdig is aan een rakend vlak eener tweede gelijkmiddenpuntige ellips met gelijk gerigte assen, wordende het raakpunt aangewezen door de snijding dier tweede ellipsoïde door den voerstraal van de eerste, die de grootte en de rigting dier drukking aanwijst. Laatsgenoemde ellipsoïde noemt men de drukkings-ellipsoïde en de andere de rigtings-ellipsoïde. Zij in figuur 27 M het gedrukte punt en AB MB de doorsnede der drukkings-ellipsoïde, waarvan de halve assen MA, MB door A en B worden voorgesteld, dan zijn de halve assen der rigtings-ellipsoïde $a = \surd$ A en $b = \surd$ B. Is nu Mm de doorsnede van een vlakje door M loodregt op het vlak der figuur, zoo bepaalt het raakpunt m' eener raaklijn evenwijdig aan Mm den voerstraal ME die de rigting en grootte der drukking op dit vlakje aanwijst gerekend op de vierkante eenheid. Daar men bij de behandeling der drukking tegen bekleedingsmuren enz. alleen te doen heeft met aardmassa's, als prisma's te beschouwen loodregt op het vlak der figuur gesteld, zoo heeft men ook maar alleen te doen met drukkingen in het vlak der figuur en alleen met ellipsen in dat vlak, die de doorsneden zijn der genoemde ellipsoïden; de derde as dier ellipsoïden, loodregt op het vlak der figuur, blijft hier dan buiten beschouwing.

Al dadelijk blijkt uit het hier aangewezene het bestaan van twee vlakjes in elk punt, loodregt op elkander volgens MA en MB, die loodregte drukkingen ondergaan, terwijl op elk ander vlakje door dat punt gerigt de drukkingen volgens schuine rigtingen werken.

Bij eene aardmassa ontstaan alleen drukkingen van de deeltjes op elkander en wordt alleen door de wrijving het glijden der deeltjes langs elkander belet, derhalve zal onder de werking der uitwendig aangebragte krachten bij het evenwigt, nergens de hoek der drukking EM met de loodlijn op het vlakje Mm den wrijvingshoek mogen overtreffen; of wel mag de hoek van twee toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips nergens kleiner zijn dan het complement van dien wrijvingshoek. Die kleinste hoek wordt gevormd door de diagonalen MG en MH van den omgeschreven regthoek; die toegevoegde middellijnen zijn dus even groot, en alzoo ook de drukkingen MJ en MH (*) op de vierkante eenheid der vlakjes Mh en Mg in M. Zal dus de aardmassa onder de werking van uitwendig aangebragte krachten in rust blijven, dan mag in geen punt dier massa de betrekking der halve assen van de drukkings- en der rigtings-ellips zekere grens te boven gaan. Is φ de wrijvingshoek, dan zal nergens $\frac{b}{a} = \frac{\surd B}{\surd A}$ de grens tang $\frac{1}{2}(90^\circ - \varphi)$ mogen overschrijden en in de punten alwaar het evenwigt op het punt staat verbroken te worden, zal men hebben

$$\frac{b^2}{a^2} = \frac{B}{A} = \text{tang}^2 \tfrac{1}{2}(90^\circ - \varphi) = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \quad . \quad (1)$$

terwijl in elk ander punt

$$\frac{B}{A} > \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}$$

moet zijn.

Voor een vlakje Mm, waarbij $a\,MD = \beta$ en $EMB = \alpha$ is zijnde Mh en Mg toegevoegde middellijnen van de rigtings-ellips, wier vergelijking is

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

heeft men

$$\cot\alpha \text{ tang } \beta = \frac{b^2}{a^2} = \frac{B}{A},$$

alzoo in de punten, alwaar het evenwigt op het punt staat verbroken te worden, of in het afscheuringsvlak, is dan altijd voor een willekeurig vlakje en de daarop uitgeoefende drukking

$$\cot\alpha \text{ tang } \beta = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

en alzoo ook

$$A \text{ tang } \beta = B \text{ tang } \alpha$$

en dus in de figuur

$$AL = BN.$$

De drukking $D\rho$ op de vierkante eenheid van eenig vlakje, makende eenen hoek β met de halve groote as, is dus te berekenen uit

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$$

waarin

$$B = A\frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}$$

is, en

$$y = x \cot\alpha,$$

zijnde, is

$$D\rho = x \text{ cosec } \alpha.$$

Nu is hieruit

$$x^2 B^2 + y^2 A^2 = A^2 B^2$$

of

$$x^2\left(\frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}\right)^2 + x^2 \cot^2\alpha = A^2\left(\frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}\right)^2$$

(*) In de figuur 27 moet het boogje α den hoek BME aanwijzen. Bij het snijpunt van de lijn MG met den boog ADB moet de letter I gesteld worden. Bij de figuur onder 27, behoort het cijfer 28.

alzoo $$x^2 = A^2 \frac{(1-\sin\varphi)^2}{(1-\sin\varphi)^2 + (1+\sin\varphi)^2\cot^2\alpha}$$
$$= A^2 \frac{(1-\sin\varphi)^2}{(1-\sin\varphi)^2 + (1-\sin\varphi)^2\cot^2\beta}$$
$$= \frac{A^2}{1+\cot^2\beta} = A^2\sin^2\beta$$

of $$x = A\sin\beta$$

en daaruit $$D_\beta = A\frac{\sin\beta}{\sin\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Voor een vlakje, makende eenen hoek $90-\alpha$ met de groote as en dus $90-\beta$ voor de drukking met de kleine as, heeft men eveneens

$$D_\alpha = A\frac{\cos\alpha}{\cos\beta};$$

alzoo $$D_\alpha D_\beta = A^2\cot\alpha\,\mathrm{tang}\,\beta = A^2\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$$
$$= AB \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

eene merkwaardige betrekking voor de drukking volgens twee toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips.

De hoek $90-\delta$ tusschen twee toegevoegde middellijnen, waartusschen de groote as gelegen is, wordt gevonden uit

$$90+\beta-\alpha = 90-\delta$$

en dus uit $$\delta = \alpha-\beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

alzoo $$\mathrm{tang}\,\delta = \mathrm{tang}\,(\alpha-\beta) = \frac{\mathrm{tang}\,\alpha - \mathrm{tang}\,\beta}{1+\mathrm{tang}\,\alpha\,\mathrm{tang}\,\beta},$$

en daaruit met (2)

$$\mathrm{tang}\,\delta = \frac{\sin\varphi\sin 2\beta}{1-\sin\varphi\cos 2\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

en omgekeerd als δ gegeven is

$$\cos 2\beta = \frac{1}{\sin\varphi}\left\{\sin^2\delta \pm \cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)}\right\} \quad (7)$$

Nog heeft men, uit (3) en (6) β verdrijvende,

$$\mathrm{tang}\,\delta = \frac{\sin\varphi\sin 2\alpha}{1+\sin\varphi\cos 2\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

en daaruit

$$\cos 2\alpha = \frac{1}{\sin\varphi}\left\{-\sin^2\delta \pm \cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)}\right\} \quad (9)$$

De vergelijkingen (7) en (9) geven voor de hoeken β en α twee waarden, zoo als te verwachten was; want de hoek δ, die den hoek tusschen de twee toegevoegde middellijnen bepaalt, gegeven zijnde, is de stand der beide toegevoegde middellijnen bekend; de vergelijking (7) geeft dus twee wortels β' en β'', die de beide middellijnen ME en MD bepalen, en derhalve moeten uit (9) beide middellijnen gevonden worden; dat is elke der hoeken α' en α'' uit (9) moet met een der hoeken β' en β'' uit (7) overeenkomen: nu is

$$\sin\varphi\cos 2\beta' = \sin^2\delta + \cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)},$$
$$\sin\varphi\cos 2\beta'' = \sin^2\delta - \cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)},$$
$$\sin\varphi\cos 2\alpha' = -\sin^2\delta + \cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)}$$
en $$\sin\varphi\cos 2\alpha'' = -\sin^2\delta - \cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)}$$

waaruit volgt

$$\cos 2\beta' = -\cos 2\alpha'' \text{ of } \beta' = 90-\alpha''$$
en $$\cos 2\beta'' = -\cos 2\alpha' \text{ of } \beta'' = 90-\alpha'$$

De hoeken α'' en β' kunnen niet met elkander overeenstemmen, dewijl dan altijd $\alpha''+\beta' = 90°$ zoude zijn, en nu kunnen twee toegevoegde middellijnen dan alleen loodregt op elkander zijn in het bijzonder geval, waarin zij langs de assen vallen, derhalve komen algemeen de hoeken β' met α', en β'' met α'' overeen; men moet dus bij het bepalen van die hoeken hetzelfde teeken aan de wortelgrootheid geven.

Ter berekening der drukking D_β op de vierkante eenheid van een vlakje, makende eenen hoek β met de groote as, heeft men

$$D_\beta = A\frac{\sin\beta}{\sin\alpha} = A\frac{\sqrt{(1-\cos 2\beta)}}{\sqrt{(1-\cos 2\alpha)}}$$
$$= A\frac{\sqrt{(\sin\varphi-\sin\varphi\cos 2\beta)}}{\sqrt{(\sin\varphi-\sin\varphi\cos 2\alpha)}};$$

en door (7) en (9)

$$D_\beta = A\frac{\sqrt{(\sin\varphi-\sin^2\delta\mp\cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)})}}{\sqrt{(\sin\varphi+\sin^2\delta\mp\cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)})}}.$$

Vermenigvuldigt men teller en noemer met

$$\sin\varphi+\sin^2\delta\pm\cos\delta\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)}$$

dan komt er

$$D_\beta = A\frac{\cos\delta\mp\sqrt{(\cos^2\delta-\cos^2\varphi)}}{1+\sin\varphi} \quad . \quad . \quad (10)$$

Uit (3) volgt ook

$$D_\beta = A\sin\beta\frac{\sqrt{(1+\mathrm{tang}^2\alpha)}}{\mathrm{tang}\,\alpha}$$
$$= A\frac{\sqrt{(1+\sin^2\varphi-2\sin\varphi\cos 2\beta)}}{1+\sin\varphi}. \quad . \quad (11)$$

of ook, als men α als bekend aanneemt,

$$D_\beta = A\frac{1-\sin\varphi}{\sqrt{(1+\sin^2\varphi+2\sin\varphi\cos 2\alpha)}} \quad . \quad (12)$$

Past men het hier ontwikkelde toe op eene aardmassa $A'A''B''B'$ (figuur 28) begrensd door een horizontaal vlak $B'B''$, rustende op een horizontaal vlak $A'A''$, door uitwendige krachten in rust gehouden, dan werkt nog daarenboven de zwaartekracht op elk aardeeltje; het zou er dan op aankomen om in elk punt der massa de grootte en rigting der aldaar bestaande drukking te bepalen of wel om den stand en de grootte

der rigtings- en drukkings-ellipsen te vinden. De algemeene oplossing van dit vraagstuk zou zeer ingewikkeld worden en zelfs welligt de tegenwoordige krachten der wiskunde te boven gaan. Doch men vindt gemakkelijk bruikbare uitkomsten door, omgekeerd, den stand en de grootte der ellipsen als bekend aan te nemen en daaruit de grootte en rigting der uitwendige krachten af te leiden die de massa in rust kunnen houden.

Men kan aannemen, dat elk punt eener willekeurige lijn MM' evenwijdig aan het bovenvlak BB' evengroote vertikale drukkingen ondergaat, overal voortgebragt door het gewigt der daarboven gelegene aarddeeltjes. De rigtings- en drukkings-ellipsen zullen dus in elk punt der lijn dezelfde grootte en denzelfden stand hebben. Elk vlakje in MM' ondergaat dan op de vierkante eenheid eene drukking, aangewezen door het gewigt der aardkolom, eene vierkante eenheid tot basis en de hoogte $BM = z$ tot hoogte hebbende, zoodat als het gewigt der teerling eenheid aarde gelijk g is, men voor die drukking heeft zg. Dewijl nu die drukking loodregt op het vlakje Mm staat, heeft men hierdoor de grootte A van de hoofddrukking of van de halve groote as der drukkingsellips in M, alzoo $A = gz$. Een vlakje loodregt op Mm of evenwijdig aan MB ondergaat dan eene drukking op de vierkante eenheid $B = A\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$, waarin $90°-\varphi$ den hoek der twee gelijke toegevoegde middellijnen der drukkings-ellips voorstelt. Is de drukking B gegeven dan is uit

$$B = gz\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

de waarde van φ af te leiden, welke waarde echter nooit de wrijvingshoek der aarddeeltjes mag overtreffen. Zal de geheele aardmassa in evenwigt zijn, dan moeten al de vlakjes Mm evenwijdig aan MB, en waarvan het midden in $M'M'$ is gelegen, dezelfde drukking ondergaan en, daar ook voor al die punten de waarde van A dezelfde is, zullen dan de drukkings- en rigtings-ellipsen overal in de lijn $M'M''$ gelijk, gelijkvormig en gelijkstandig zijn. Is dan voor een punt M de waarde van B bekend, zoo is dit ook het geval voor elk ander punt dier lijn, zullende, als φ den wrijvingshoek voorstelt, de waarde van B begrensd moeten blijven tusschen de waarden

$$B = gz\frac{1\mp\sin\varphi}{1\mp\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

en zal de waarde van φ voor elk der punten in $M'M''$ dezelfde moeten wezen, omdat overal B en A dezelfde zijn.

Voor elk punt M_1 in eene andere evenwijdige lijn $M_1'M_1''$ gelegen, neemt de waarde van A toe met het gewigt van het aardprisma tusschen M en M_1 gelegen; doet men nu ook B of de drukking op de vierkante eenheid tegen een vierkant vlakje in M_1 in dezelfde reden toenemen, zoodat altijd dezelfde betrekking door (a) aangewezen bestaan blijft, dan zal ook elk schuin vlakje Mm' in M in rust zijn, of ter weerzijde even groote drukking ondergaan. Neemt men namelijk in M twee schuine vlakjes, makende ter weerszijde van MB eenen zelfden hoek β met MB, dan kan men in het vertikaal onder M gelegen punt M_1 twee dergelijke vlakjes M_1m_1' en M_1m_1'' nemen, evenwijdig aan de beide eersten; de drukkingen D_β op de vlakjes in M maken met de lijn loodregt op MM_1 hoeken α, aangewezen door de vergelijking (2); de resultante dier drukkingen is dus $2D_\beta\sin\alpha$; in M_1 werkt eene resultante in tegengestelde rigting $2D_{1\beta}\sin\alpha$, indien namelijk die vlakjes eene vierkante eenheid oppervlakte hebben, en alzoo $MM_1 = 2\cos\beta$ is. Nu staan de drukkingen D_β en $D_{1\beta}$ tot elkander als

$$MB : M_1B = z : z_1 \text{ en } D_\beta : D_{1\beta} = z : z_1$$

waaruit volgt

$$D_\beta - D_{1\beta} = D_\beta\left(1-\frac{D_{1\beta}}{D_\beta}\right) = D_\beta\left(1-\frac{z_1}{z}\right).$$

Het verschil der beide resultanten volgens MM_1 is dan

$$2(D_\beta - D_{1\beta})\sin\alpha = 2D_\beta\left(1-\frac{z_1}{z}\right)\sin\alpha.$$

De inhoud van het aardprisma tusschen de vier hier beschouwde vlakjes is wegens $z_1 - z = 2\cos\beta$ gelijk aan $\sin 2\beta$ en daar nu

$$D\beta\left(1-\frac{z_1}{z}\right) = \frac{D\beta}{z}\left(\frac{z-z_1}{2}\right) = -\frac{2D\beta\cos\beta}{z}$$

is, zoo heeft men voor het verschil der resultanten

$$-\frac{2D_\beta}{z}\cos\beta\sin\alpha = -\frac{2D_\beta}{A}g\cos\beta\sin\alpha.$$

Maar nu is $D_\beta = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$, alzoo het verschil

$$-\frac{2D_\beta}{A}g\cos\beta\sin\alpha = -2g\cos\beta\sin\beta = -g\sin 2\beta$$

gelijk en tegengesteld aan het gewigt van het aardprisma tusschen de vlakjes begrepen; derhalve, indien de ellipsen in M_1 of ergens in $M_1'M_1''$ gelijk en gelijkvormig zijn met die in $M'M''$ en $A : A_1 = z : z_1$ dan is ook elk schuin vlakje in de aardmassa in rust.

Door het hier aangewezene stelsel van ellipsen en dus van de drukkingen in elk punt, zal dan de geheele aardmassa in rust zijn, en indien nu bij de eindvlakken in $A'B'$ en $A''B''$, die geheel willekeurige gedaanten

kunnen hebben, in elk punt de uitwendig aangebragte krachten gelijk en tegengesteld zijn aan de inwendige in die punten, door het hier aangenomene stelsel voortgebragt, dan blijft het geheel in rust.

Zijn bijv. de eind- of steunvlakken vertikale platte vlakken, evenwijdig aan AB, dan ondergaat elk punt ter hoogte van z onder het bovenvlak $B'B''$ eene loodregte drukking $B = g z \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$, moetende φ gelijk aan of kleiner zijn dan de wrijvingshoek. Het evenwigt blijft bestaan, zoolang B begrepen blijft tusschen de waarden

$$B = g z \frac{1 \mp \sin\varphi}{1 \pm \sin\varphi}$$

en φ gelijk aan den wrijvingshoek.

Een hellend vlak AD, waarbij hoek $BAD = \beta$, ondergaat eveneens in elk zijner punten eene drukking D_ϱ onder eenen hoek α met BB', aangewezen door de vergelijkingen (10) (11) of (12), naarmate de hoek β of α of ook δ, dat is de hoek met de loodlijn op AD gegeven is. Deze laatste hoek wordt door de vergelijking (5) gevonden, β gegeven zijnde. De drukkingen tegen het vlak AD zijn alle evenwijdig, makende denzelfden hoek δ met de loodlijn op het gedrukte vlak. Bestaat het eindvlak uit eene opvolging van bekende vlakken AH, HK, KL, hoeken β_1, β_2, enz. met de vertikale lijn AB makende, dan zullen de drukkingen of de uitwendige krachten op elk van die vlakken ook hoeken δ_1, δ_2 enz. met de loodlijnen op die vlakken vormen, door de vergelijkingen (6) aangewezen. De hoeken δ_1 enz. zijn de complementen der hoeken van twee toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips, en daar die complementen altijd kleiner zijn dan de wrijvingshoek φ, zoo zullen de uitwendige krachten D_ϱ met de loodlijnen op het gedrukte of steunvlak altijd hoeken vormen, kleiner dan de wrijvingshoek en juist gelijk aan de willekeurig gekozene waarde van $\mp\varphi$ binnen de bepaalde grens. Zou men dus om eene of andere reden verlangen, dat die drukking geen grooteren hoek dan den hoek ψ met de loodlijn op het gedrukte vlak mogt maken, dan moet men $\varphi = \psi$ stellen of ook wel $\varphi < \psi$ nemen.

Voor eene zelfde waarde van A, wordt B en bijgevolg al de voerstralen der drukkings-ellips kleiner naarmate φ of de wrijvingshoek toeneemt; men vindt dan de kleinste waarde der uitwendige krachten door φ gelijk aan dien wrijvingshoek te nemen; en, daar de halve kleine as eener ellips kleiner is dan eenige harer voerstralen, zoo zal de kleinste drukking, waarmede een vertikaal vlak in rust wordt gehouden, door de vergelijking

$$B = g z \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}$$

gevonden worden. Eveneens wordt de kleinste drukking tegen een hellend vlak, den hoek β met de loodlijn makende, gevonden door eene der vergelijkingen (10), (11) of (12), φ de wrijvingshoek zijnde, welke laatste drukking altijd grooter zal zijn dan de drukking tegen het vertikaal vlak, bij dezelfde waarde van z.

In het hier aangewezene omtrent de uitwendige krachten, waarmede bij de aangenomene inwendige drukkingen de aardmassa in rust blijft, is het niet noodig geweest afscheuringsvlakken aan te nemen, waarlangs de beweging zal plaats hebben bij het verbreken van het evenwigt. Het blijkt alleen, dat als de rigting der drukkingen op sommige vlakken den wrijvingshoek gaat overtreffen, in al die punten afscheuring ontstaat, en dit zal, bij de hier aangenomene stelling der rigtingsellipsen werkelijk overal in de aardmassa het geval zijn en wel volgens hoeken, die ter weerszijde van de vertikale lijn AB hoeken $\frac{1}{2}(90-\varphi)$ met die lijn vormen, of wel volgens de rigting der gelijke toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips.

De hier aangenomen vertikale stand der groote as van de rigtings-ellipsen is echter niet de eenige, die aan de voorwaarden van het evenwigt voldoet; een hellend vlakje Mm' volgens ME gerigt kan ook eene vertikale aardkolom MB dragen, mits slechts de hoek der rigting van ME met MB het complement van den wrijvingshoek overtreffe. Dewijl nu bij die onderstelling de rigtingen BM en EM toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips voorstellen, zoo zal de groote as der rigtings-ellips eenen zekeren hoek β met ME vormen, en dus niet vertikaal gerigt wezen. Is de hoek $EMB = 90-\delta$, dan zullen de hiervoren afgeleide betrekkingen tusschen β, δ en α bestaan, zijnde daarbij α de hoek tusschen de rigting der drukking volgens MB en de kleine as der rigtings-ellips; die drukking op de vierkante eenheid van ME is dan, $MB = z$ zijnde, $z g \cos\delta = D_\varrho$, kunnende men verder uit de formulen (10), (11) of (12) de waarde der halve groote as A der drukkings-ellips afleiden, de wrijvingshoek φ gegeven zijnde. Zoo zal men bijv. uit (10), de hoek δ gegeven zijnde, hebben

$$A = \frac{z g \cos\delta (1+\sin\varphi)}{\cos\delta + \sqrt{(\cos^2\delta - \cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (14)$$

welke vergelijking, zooals behoort, voor $\delta = 0$ geeft: $A = z g$.

Door het aannemen van een schuinen stand der ellipsen verkrijgt de drukking tegen een vertikaal vlak

eveneens eene rigting, afwijkende van de loodlijn op dat vlak; men kan dus een vertikaal eind of steunvlak in rust houden door uitwendige krachten niet loodregt op het steunvlak. Is bijv. hoek β van het schuine vlakje Mm met MB gelijk aan $90-\varphi$ (φ de wrijvingshoek zijnde), dan is MB een der gelijke toegevoegde middellijnen der rigting-ellips en alzoo de drukking D_ϱ tegen het vlak MB gelijk aan die op Mm volgens MB en alzoo gelijk aan $g z \cos\varphi$, en maakt met de loodlijn op MB eenen hoek $= \varphi$. Bij eene vertikale stelling der ellipsen, is de loodregte drukking op het vertikale vlak

$$B = g z \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi},$$

welke waarde altijd kleiner is dan $g z \cos\varphi$. Het aannemen van eenen schuinen stand voor de rigtings- of drukkings-ellipsen brengt dus tot grootere drukkingen in schuine rigting op de steunvlakken; wil men dus de kleinste krachten vinden, waarbij een vertikaal steunvlak in rust blijft, dan moeten de genoemde ellipsen vertikale assen hebben en de uitwendige krachten loodregt op het steunvlak gesteld worden. Bij een hellend steunvlak kan ook de rigting der drukking loodregt op dit vlak zijn; men heeft daartoe slechts de groote as der rigtings-ellips evenwijdig aan dat vlak te nemen, alsdan wijst de rigting der kleine as de loodregte drukking op het hellend vlak aan; doch, daar de hoek der vertikale drukking $z g$ met het toegevoegde hellend vlak geen grooteren hoek dan $90-\varphi$ kan maken en dus de groote as der rigtings-ellips met eene vertikale lijn geen grooteren hoek dan $\frac{1}{2}(90-\varphi)$, zoo mag dan ook het hellende vlak geen grooteren hoek dan $\frac{1}{2}(90-\varphi)$ met eene vertikale lijn vormen. Bij grootere hellingen moet de drukking afwijken van de loodlijn op het vlak.

De heer Winkler beweert in het hiervoor gaand opstel, dat er slechts twee afscheuringsvlakken ontstaan bij het verbreken van het evenwigt en wel volgens de twee gelijke toegevoegde middellijnen der rigtings-ellips, uitgaande van den voet of het ondereinde van het steun- of eindvlak, als zijnde de rigting, alwaar, bij het verminderen der uitwendige krachten, de rigting der inwendige krachten afwijkt van den wrijvingshoek; en wil zelfs het steunvlak gerigt hebben volgens een dier afglijdingsvlakken. Doch als bij het verminderen der uitwendige krachten de wrijvingshoek bij de inwendige krachten ergens overschreden wordt, zal dit blijkbaar in elk punt der aardmassa plaats hebben en er ontstaat dan, even als bij de vloeistoffen, alwaar beweging ontstaat, eene beweging in elk punt der massa, en men kan zoovele afscheuringsvlakken aannemen als men goedvindt, namelijk twee in elk punt.

Het is dan ook onjuist te gewagen van wrijving langs de steunvlakken. Bij een vertikaal eind- of steunvlak alwaar de uitwendige krachten loodregt op dat vlak gerigt zijn, zal bij het verminderen der uitwendige krachten beneden de grens van het evenwigt alleen eene loodregte drukking werken, die, de uitwendige kracht overtreffende, het steunvlak in de rigting dier drukking achteruit drijft; bij het ontstaan der beweging, en daarmede heeft men hier slechts te doen, is de rigting loodregt op het vlak en kan aldaar geene wrijving voortbrengen; ook dan niet indien de rigting der drukking niet loodregt op het steun- of eindvlak staat; bij het begin der beweging wijkt het steunvlak achterwaarts in de rigting der drukking terug; zoodra men echter de uitwendige krachten niet loodregt op het steunvlak, vertikaal of hellend, doet werken, onderstelt men stilzwijgend dat de werking dier krachten door het vlak op de aardmassa wordt overgedragen, nu kan dit geen plaats hebben ten zij er wrijving tusschen het vlak en de aarddeeltjes wordt aangenomen; en wel eene zoodanige die eene afwijking δ van de loodlijn toelaat, gelijk aan de rigting der drukking, door de aarddeeltjes voortgebragt. Is daarbij juist deze hoek gelijk aan den wrijvingshoek der aarddeeltjes langs het eind- of steunvlak, dan ontstaat er bij het verbreken van het evenwigt ook eene afglijding langs het steunvlak, maar dan ook alleen.

Meermalen heeft men, ook reeds in vroeger tijd, getracht door proeven de meerdere of mindere juistheid der voorgestelde theorie te onderzoeken, meestal op zeer kleine schaal; alleen in later tijd is dit op eenigzins grootere schaal gedaan, doch nog altijd klein in vergelijking met de werkelijkheid. Bij sommige dier proeven, zooals uit het hier voorgaande opstel blijkt, was de afwijking der theorie vrij aanzienlijk, gedeeltelijk althans, toe te schrijven aan de onvolkomenheid der bepaling van de wrijvingshoeken, en van het soortelijk gewigt, ook wegens de moeijelijkheid om den zamenhang van de aarddeeltjes weg te nemen, maar niet minder de moeijelijkheid om het juiste oogenblik van het verbreken des evenwigts waar te nemen. Zoo is onder anderen bij de nieuwste proeven van den schrijver door een bijzonderen toestel gezorgd, dat de eens begonnen beweging van het steunvlak niet ophield, meenende de schrijver, dat, als er na eene aanvankelijke beweging een nieuw evenwigt ontstaat, dit laatste en niet het eerste behoort in rekening te komen; terwijl toch eigenlijk de allereerste beweging dient te worden belet, en de daarvoor noodige

kracht als de ware schijnt te moeten aangenomen worden. In het tijdschrift van den *Ingenieur- und Architecten-Verein zu Hannover*, Band XVIII, erstes Heft, S. 67 (1872), vindt men eene zeer juiste kritiek van den heer Baurath Mohre, op deze proeven omtrent aarddrukking, wel geschikt om het vertrouwen op dergelijke proeven te doen wankelen.

HET GYMNASIUM ANDREANUM TE HILDESHEIM.

Medegedeeld door den Landbau-Conducteur FISCHER te Hannover.

(*Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover*, Band XVI (1870), Heft 2 und 3, S. 172.)

(Platen 9, 10 en 11.)

Beschrijving van de verwarming- en ventilatie-toestellen.

a. *Algemeene inrigting.*

Bij de uitwerking van het ontwerp was oorspronkelijk verwarming der kamers door kagchels, verbonden met eenvoudige luchttrek-ventilatie, beoogd, doch wegens de overwegende voordeelen eener centrale verwarming besloot men daartoe en wel tot de inrigting eener heetwaterverwarming, daar andere verwarmingstelsels, eene lucht- of stoomverwarming, zeer lange leidingen zouden gevorderd hebben en bij den aanleg van eene warmwaterverwarming bij meerdere moeijelijkheid in het aanbrengen en verbergen der buisleidingen, zich bezorgdheid voor digtheid dezer laatsten voegde.

De vertrekken, die door de heetwaterinrigting verwarmd moeten worden, bestaan in achttien schoollokalen, de kamers voor de natuurkunde, de bibliotheek, die voor vergaderingen en die van den directeur, verder in de beide kamers voor de leeraars en in de gehoorzaal en bevatten te zamen eene luchtruimte van 6736 M³.

Daarentegen werden de kamers van den concierge en voor de arrestanten van de centrale verwarming uitgesloten en ingerigt voor verwarming door gewone kagchels, om die lokalen bij voorkomende herstelling of reiniging, onafhankelijk van de eerstgenoemde, te kunnen verwarmen.

De uitgebreidheid van het gebouw gaf aanleiding om de verwarmingtoestellen in twee van elkander gescheidene groepen aan te leggen, elke bestemd tot verwarming van omtrent de halve ruimte. Elke groep is weder verdeeld in drie stelsels, overeenkomende met de drie verdiepingen, zoodat elke verdieping onafhankelijk van de andere kan verwarmd worden.

De beide haarden op geschikte plaatsen in de kelderverdieping aangebragt, bevatten, behalve den met Chamottesteen bekleeden oven, smalle spiraalkamers, die door vuurbruggen met den eerstgenoemden in verbinding staan en boven het onder den haard liggende gemeenschappelijke rookkanaal door kleppen afgesloten kunnen worden.

Binnen deze spiraalkamers zijn de haardspiralen aangebragt, zoodat deze door de over de vuurbrug neerslaande vlammen verhit worden, zonder onmiddellijk aan den kolengloed blootgesteld te zijn.

Voor de eerste verdieping, die betrekkelijk slechts weinige te verwarmen kamers bevat, zijn enkele stookplaatsen, elke met slechts een spiraalkamer, aangelegd; daarentegen zijn de stookplaatsen voor de tweede en derde verdiepingen derwijze onderling verbonden, dat tegen elke stookplaats twee spiraalkamers liggen, die met de noodige stelkleppen tot regeling van den trek voorzien zijn.

Aan de spiralen sluiten onmiddellijk de verwarmingsbuizen aan, die door de te verwarmen kamers loopen en weder in de spiralen terugkeeren, zoodat het water onafgebroken kan rondloopen.

Daar de verwarmingbuizen in de tweede en derde verdiepingen veel langer dan in de eerste verdieping moesten genomen worden, en bij die lengte afkoeling van het water te vreezen was, zijn deze, nadat zij een deel der te verwarmen kamers hebben doorloopen, naar den haard teruggeleid, daar tot eene tweede spiraal opgerold en doorloopen zij, van deze uitgaande, het overige deel der te verwarmen ruimte, van welke zij regtstreeks tot den haard terugkeeren.

Om het springen der buizen te voorkomen is de leiding in elk stelsel van een expansietoestel en, tot waarneming van den warmtegraad, van een pyrometer voorzien. Elke der beide groepen heeft eene voedingpomp tot het vullen der buizen, die naar behoefte met elke der spiralen afzonderlijk in verbinding kan worden gebragt.

De verwarmingbuizen zijn langs den kortsten weg naar de te verwarmen kamers geleid en daarbinnen boven den vloer, langs de muren, bij voorkeur langs de venstermuren aangebragt, deels omdat daar de verwarming voornamelijk noodig is, deels om overbruggingen te vermijden, welke de plaatsing langs deurmuren onmiddellijk ten gevolge heeft.

Waar overbruggingen onvermijdelijk waren, zijn de buizen in kanalen gelegd, die met opengewerkte gegoten ijzeren platen bedekt zijn; op gelijke wijze is de buisleiding over de gangen aangebragt, doch worden de leidingen hier in leem gelegd om de afkoeling zooveel mogelijk tegen te gaan.

Gangen en vestibulen worden niet verwarmd.

Om de gehoorzaal, die niet doorgaande gebruikt zal worden, niet voortdurend ten volle mede te moeten verwarmen, zijn in de leidingen afsluittoestellen gevoegd; daardoor kan een niet onbelangrijk deel der waterbuizen van de doorloopende leiding afgesloten worden, terwijl het in gebruik blijvende gedeelte nog zooveel warmte zal mededeelen, dat voor bevriezen van het water geen vrees behoeft te bestaan.

Met deze uitzondering is op doorgaand gebruik van den verwarmingtoestel gerekend, daar het bijzonder moeijelijk is om het water volkomen uit de buizen te verwijderen en dit zorgvuldig voor bevriezen bewaard moet worden.

Regulateurs, tot het matigen of verhoogen van de temperatuur in de kamers, zijn, behalve de reeds genoemde afsluittoestellen, niet aan de buisleidingen aangebragt, omdat zulke toestellen door de sterke drukking, die bij het stoken in de leidingen ontstaat, zeer ligt lekken doen geboren worden; om die reden voornamelijk is ook afgezien van de anders gebruikelijke kamerspiralen, die naar behoefte in de hoofdleiding gevoegd of daarvan afgesloten kunnen worden, maar die overigens geene gelijkmatige warmte in de kamers te weeg brengen.

De gezamenlijke leidingen, spiralen en aansluitbuizen zijn zamengesteld uit gesmeed ijzeren 22 m.M. wijde buizen van 8 m.M. ijzerdikte. Ter onderlinge verbinding werden de beide buiseinden, waarvan het eene gladgevijld en het andere ringvormig aangescherpt was, door een mof met linkschen en regtschen schroefdraad stevig vastgeschroefd. Deze verbinding was volkomen toereikend om aan eene drukking van 150 atmospheren, waarop de leidingen beproefd werden, weerstand te bieden.

De plaatsing der verwarmingbuizen geschiedt op gegoten ijzeren stoelen, die grootendeels op voetlijsten gesteld of aan de muren aangebragt worden; waar zij digt bij houtwerk gebragt moesten worden, is eene ruimte van minstens ½ c.M. behouden, welke afstand toereikend mag geacht worden, dewijl het water in de buisleidingen geen hoogere temperatuur dan 150° R. zal bereiken.

Alle buisleidingen in de kamers worden met opengewerkte ijzeren platen bedekt.

In de volgende tabel is de luchtruimte, door elk stelsel verwarmd, alsmede de lengte der betrekkelijke verwarmingbuizen aangegeven; de verdere kolommen bevatten de lengte der doode (met klei of metselwerk omkleede) buizen, de lengte der haardspiralen, zoo ook de lengte van voor het monteren van de haarden, pomp- en expansietoestellen gebezigde buizen.

Tabel *van de door de afzonderlijke stelsels te verwarmen luchtruimte en van de daarbij behoorende verwarming- en andere buisleidingen.*

Groep.	Stelsel voor de	Luchtruimte.	Verwarming-buizen.	Doode buizen.	Haard-buizen.	Haard-spiralen.	Expansie- en pompbuizen.
		M.³	M.	M.	M.	M.	M.
Westelijk	1ste verdieping	526.537	94.13	9.06	14.61	29.21	
»	2de »	1089.809	193.30	29.04	13.14	47.10	
»	3de »	1665.642	259.82	21.32	11.68	52.725	19.72
Oostelijk	1ste »	600.504	105.01	9.06	14.61	29.21	6.86
»	2de »	1092.800	195.56	29.60	13.14	47.10	
»	3de »	1760.941	270.85	20.15	11.68	52.725	
	Totaal . .	6736.233	1118.67	118.23	78.86	258.07	26.58

Derhalve bedraagt:

de lengte der verwarmingbuizen	1118.67 M. of 69.9	percent der gezamenlijke leidingen.
» » » doode (omkleede) buizen	118.23 » » 7.4	
» » » buizen voor het monteren der haarden	78.86 » » 4.9	
» » » buizen voor het monteren der expansie- en pomptoestellen .	26.58 » » 1.7	
» » » haardspiralen	258.07 » » 16.1	
te zamen . . .	1600.41 M. of 100.0	

En komt op 100 M.³ luchtruimte:

bij het 1ste stelsel der westelijke groep 17.86 M. verwarmingbuis met 1.95 M.² oppervlak en 0.59 M. spiralen.
» » 2de » » » » 17.73 » » » 1.94 » » » 4.34 » »
» » 3de » » » » 15.6 » » » 1.71 » » » 3.16 » »

bij het 1ste stelsel der oostelijke groep 17.43 M. verwarmingsbuis met 1.91 M.² oppervlak en 4.92 M. spiralen.
» » 2de » » » » 17.91 » » » 1.97 » » » 4.34 » »
» » 30e » » » » 15.38 » » » 1.68 » » » 3.05 » »

Of gemiddeld op 100 M.³ luchtruimte:

16.90 M. verwarmingbuis met 1.86 M.² oppervlakte.
1.75 » buisleiding die verpakt in kanalen ligt of ommetseld is.
3.83 » haardspiralen met 0.42 M.² oppervlakte.
1.57 » buisleiding voor het monteren der haarden, der vulpompen en der expansietoestellen.

Ten aanzien van het vermogen der verwarmingstoestellen werd verlangd, dat bij doorgaande werking eene hoeveelheid van 400 K.G. goede westphaalsche steenkolen gemiddeld per dag voldoende moet zijn, om de gezamenlijke ruimten, bij elke temperatuur der buitenlucht, tot 16° R. te verwarmen.

De ventilatie der leerkamers wordt verkregen, in elke kamer door twee in de scheidingmuren liggende afvoerbuizen van 14.5 bij 29 c.M. wijdte, die onder de zoldering in de kamer uitmonden en boven het dak uitgeleid zijn, en door twee toevoerkanalen, van gelijke afmetingen, die boven den vloer in de gangmuren aangebragt zijn en versche lucht uit de gangen in de kamers voeren. Zoowel de afvoer- als de toevoerkanalen zijn met naar verkiezing geplaatste regelkleppen voorzien.

Kunstmatige ventilatie is alzoo niet toegepast en zou, wegens de groote uitgebreidheid van het gebouw, bezwaarlijk en niet dan met groote kosten uitvoerbaar zijn.

In den zomer kan van de beschreven ventilatie-inrigting geen nuttige werking verwacht worden; men zal zich er dan toe moeten bepalen, om voor het luchten der kamers de vensters te openen, tot welk einde niet alleen de onderste, maar ook de bovenste gedeelten beweegbaar gemaakt zijn.

b. *De vuurhaarden met toebehooren.*

(Plaat 9.)

In de grondteekening van het stookvertrek, figuur 1, stelt *A* den vuurhaard voor; onder dezen ligt het 44 c.M. wijde rookkanaal *a*, dat door de gaten *b* met de schoorsteenen *c* verbonden en door den ingang *a* tot reiniging toegankelijk is.

Voor den haard bevindt zich een overdekt kanaal *d*, dat het daarin af te laten water uit de buisleidingen naar een gemetselden verzamelkuil *B* voert. Tot het vullen van de buisleidingen dient de met het verwarmingsstelsel verbondene perspomp *C*. De haarden zijn in de figuren 5, 6, 7, 8, 9 in grondteekening, opstand en in verschillende doorsneden afgebeeld. In die figuren stelt *a* de roosters voor, *b* de vuurbruggen, *c* de spiraalkamers, *d* de tot regeling van het vuur dienende rookkleppen en *e* de uit het gemeenschappelijk rookkanaal naar de schoorsteenen *f* leidende gaten. De haarden zijn van baksteen in kleimortel en op de het meest aan het vuur blootgestelde deelen van vuurvaste steen gemaakt, doeltreffend verankerd en in het bovendeel hol gemetseld, om de keldergewelven zooveel mogelijk tegen de warmte te beschermen.

De in de spiraalkamers op sterke gesmeed ijzeren liggers aangebragte spiralen I, II, III, die tot verwarming der overeenkomstige verdiepingen dienen, vullen die kamers geheel, eindigen aan de bovenzijde in stijgbuizen *g*, die de te verwarmen kamers doorloopen en sluiten als buizen voor het terugstroomend water *h* weder aan het benedendeel der spiralen aan. In figuur 9 is duidelijkheidshalve het bovendeel der spiralen weggelaten. Tot behoud van de warmte en tot reiniging zijn de kamers vooraan met baksteen *i* digtgestapeld en bovendien met sterke plaatijzeren deuren gesloten.

De verbinding der spiralen met de perspomp geschiedt door de buisleiding *k*, waarin op geschikte plaatsen de gevorderde afsluitkleppen aangebragt zijn. Laatstgenoemde zijn in de figuren 2, 3 en 4 in onderscheidene standgezigten afgebeeld en bestaan uit draaibare brandspuitkleppen, die, om aan de bij het stoken ontwikkelde groote spanning wederstand te kunnen bieden, met eene kegelvormige klep verbonden zijn.

In de figuren 10 en 11 zijn eene sluit- en eene verbindingmoer voorgesteld; de eerste wordt gedigt door de ingegoten looden prop *a*, de laatste door krachtig zamendrukken der beide buiseinden, door middel van de schroefmof, gelijk boven beschreven is.

Tot waarneming van den warmtegraad, dien het water, of beter gezegd de buisleiding bij het stoken aanneemt, wordt aan de stijgbuis van elk stelsel, bij het verlaten van den haard, een pyrometer *m* aangebragt, figuur 9.

Deze is in figuur 12 afgebeeld en bestaat uit eene opene huls, van onder ringvormig uitgesneden, met een schroefbeugel op de stijgbuis geklemd en die tot plaatsing van een thermometer dient, welks glazen bol in een kwikbad gedompeld is.

c. *De leidingen in de kamers.*

(Plaat 10.)

De van de haarden opwaarts gaande buisleidingen worden, voor zoo ver zij niet in de kamers der eerste verdieping vertakken, naar de bovenste verdiepingen geleid door afzonderlijke stijgbuis-kanalen, die in de muren ingelaten en met opengewerkte platen gedekt zijn.

In de figuren 1 en 2 zijn twee van deze kanalen met de daarin geplaatste buisleidingen afgebeeld, zoo als zij op de eerste verdieping uitgevoerd zijn; de dekplaten zijn duidelijkheidshalve weggelaten.

De bevestiging van de buisleidingen in de kamers is, naar gelang van de lokaliteit, op onderscheidene wijzen uitgevoerd, grootendeels met gegoten ijzeren stoelen, die, met het oog op latere vernieuwing van den vloer, op afzonderlijke voetlijsten geplaatst zijn; waar, gelijk in de gehoorzaal, eene viervoudige buisleiding bevestigd moest worden en de stoelen eene aanzienlijke hoogte zouden moeten bekomen, zijn aan den muur gegoten ijzeren steunders aangebragt. De figuren 3 en 7 wijzen de bevestiging der buisleidingen in de gehoorzaal aan, de figuren 4 en 6 die in de school- en werkkamers. In de bibliotheekkamer konden de leidingen, wegens de plaatsing der kasten, niet onmiddellijk tegen de muren gelegd worden; daarom werden, op de daaronder liggende gewelven voor de boekenrekken, gemetselde voetbanken gemaakt, waartegen de leidingen zijn aangebragt, op de wijze als in figuur 5 is voorgesteld.

Om te voorkomen dat de opengewerkte dekplaten, waarmede de buisleidingen bekleed zijn, moedwillig door de scholieren worden weggenomen, zijn zij met houtschroeven aan de er over liggende muurlijsten duurzaam bevestigd; het reinigen der buizen van ingedrongen stof kan derhalve niet wel geschieden, tenzij men zich wil vergenoegen zulks met een blaasbalg te verrigten.

Het geheele door de plaat ingesloten kanaal is, even als de buisleiding, met caput mortuum en zwartsel zwartgemaakt; de dekplaten konden, daar zij genoegzaam van de verwarmingsbuizen verwijderd zijn, met olieverw geschilderd worden.

Bij de deurovergangen, waar de verwarmingbuizen onder den vloer geleid moesten worden, liggen de leidingen, gelijk in de figuren 13, 14, 15 en 16 te zien is, in vlakke kanalen, die in den vloer gezonken en met opengewerkte gegoten ijzeren platen bedekt zijn.

De kanalen voor de buisleiding op de gangen zijn op gelijke wijze, maar dieper, tot 12 c.M., gemaakt en, ten einde de afkoeling zooveel mogelijk tegen te gaan, met klei gevuld.

In de figuren 8 en 9 is een van de beide afsluittoestellen der gehoorzaal afgebeeld, die tot tijdelijke buitenwerkingstelling van de daar aanwezige verwarmingbuizen dienen. Deze zijn op gelijke wijze als de boven beschrevene afsluittoestellen van de haarden ingerigt, bestaan dus uit eene vereeniging van brandspuit- en kegelkleppen en zijn in muurnissen aangebragt, die met opengewerkte plaatijzeren deuren afgesloten worden.

In geopenden stand stroomt het verwarmde water door de buizen *a*, *b*, *c* en *d*, terwijl bij gesloten kleppen de buizen *b* en *c* buiten werking zijn en alleen de buizen *a* en *d* doorstroomd worden. De lengte der af te scheiden buisleidingen bedraagt 46.74 M., bij eene gezamenlijke lengte der verwarmingbuizen in de gehoorzaal van 213.53 M.

Gelijk boven reeds werd gemeld, is ieder stelsel van een expansie-toestel voorzien; deze bestaat, bij de buizen van geringe lengte der eerste verdieping, uit eene enkele, en bij de langere leidingen van de tweede en derde verdiepingen uit eene gekoppelde buis van gesmeed ijzer, die met de verwarmingbuizen stevig verbonden is en van onder tot aanvulling met water van eene valbuis en van boven, voor het ontwijken der lucht, van eene tweede nevenbuis is voorzien. Tot aan de lijn *W W* moet de buis steeds met water gevuld zijn. De beide nevenbuizen zijn door moeren met looddigting, gelijk boven beschreven is, afgesloten.

De expansie-toestellen zijn te bekwamer hoogte aan de muren bevestigd met ingemetselde houten klossen en gegoten ijzeren stoelen; zij zijn niet bedekt, om het aanvullen der buizen, dat om de 8 tot 14 dagen gevorderd wordt, niet te bemoeijelijken.

d. *De ventilatie-inrigtingen.*

(Plaat 11.)

Gelijk reeds is medegedeeld zijn tot ventilatie van elke schoolkamer 2 luchtaanvoerkanalen van 14.5 bij 29 c.M. wijdte en 2 luchtafvoerbuizen van gelijke afmetingen, die boven het dak uitmonden, gemaakt.

In de afvoerbuizen, waarvan een in platte grond, opstand en doorsnede in de figuren 1, 2, 3 en 4 is afgebeeld, zijn, op 29 c.M. van den vloer en op 58 c.M. van de zoldering, instrooming-openingen $a\,a^1$, die beneden met opengewerkte en boven met digte deuren gesloten kunnen worden. Boven deze deuren bevinden zich in de gemeenschappelijke afvoerbuizen de draaikleppen $b\,b^1$, van welke de onderste met een sleutel en de bovenste, die zich door het overwigt van een der vleugels opent, door middel van een hefboom met koord naar verkiezing gesteld kan worden. Het openen en

sluiten van de bovenste instroomingsdeur geschiedt met eene staaf.

In de figuren 5, 6, 7 is de deur voor de bovenste instroomings-opening en in de figuren 6, 8 en 9 de daarboven liggende draaiklep, op eene grootere schaal, in platten grond, opstand en doorsnede voorgesteld.

Hoewel de beide laatstgenoemde afsluitingen door éene klep te vervangen waren geweest, werd de beschrevene inrigting toegepast, omdat deze, ten tijde dat niet geventileerd wordt, eene dubbele sluiting tegen wegstrooming der warme lucht geeft en omdat zij eenvoudiger en goedkooper is, dan eene klep met hefboom, rol en toebehooren, die buitendien, uit hoofde van de zamengestelde inrigting, gemakkelijk onklaar kan worden.

De groepsgewijze aangelegde afvoerbuizen sluiten zoo digt aan elkander als het metselverband toelaat en loopen boven het dak in schoorsteenvormige bemetselingen uit, die met sterk afgeschuinde randen van gehouwen steen afgedekt zijn, om de windstooten af te leiden en zuigend te doen werken.

Figuur 14 stelt het bovenste gedeelte van zulk eene afvoerbuis in doorsnede voor. De op de vliering aangebragte klep *C* dient voor de reiniging, welke met een borstel en ketting geschiedt.

De toevoerkanalen, welker inrigting uit de figuren 10, 11, 12 en 13 blijkt, liggen 29 c.M. boven den vloer en zijn op de gangen met opengewerkte en in de kamers met digte deuren gesloten. Enkele uitgezonderd zijn zij zoo aangebragt, dat de instroomende lucht over de verwarmingbuizen strijkt en dus bij het binnenkomen in de kamer eene gematigde temperatuur bekomt.

De behandeling der ventilatie-inrigtingen vereischt geene verklaring: de gezamenlijke toevoer- en afvoerdeuren, zoomede de draaikleppen, behalve de bovenste, die op de reeds aangegeven wijze te stellen zijn, kunnen met een sleutel gesloten worden.

e. *Beproeving van de verwarmingtoestellen en ventilatie-inrigtingen.*

De beproeving der verwarmingtoestellen moest tweeledig geschieden; eerst moest onderzocht worden of de gezamenlijke leidingen, spiralen en expansiebuizen digt waren en in de tweede plaats of de gezamenlijke kamers door den toestel voldoende verwarmd konden worden.

Ten aanzien van het eerste punt was als vereischte gesteld, dat de leidingbuizen gevuld aan eene drukking van 150 atmospheren weerstand moesten bieden, zonder water door te laten.

Het weerstandsvermogen van alle deelen der buisleidingen was vóór de levering door den fabrikant reeds beproefd; het was derhalve voldoende de leidingen enz. te beproeven, nadat zij ineen gezet waren, dewijl lekken in de buizen dan tevens aan den dag moesten komen.

Eerst werd de leiding van elk stelsel afzonderlijk door de perspomp met water gevuld tot de expansiebuis overliep, en, na opening van de onderste aflaatkraan, door aanhoudend pompen de nog in de leiding aanwezige lucht uitgedreven. Na sluiting der leiding, werd vervolgens met eene kleine hydraulische pomp de vereischte drukking uitgeoefend. Openbaarden zich lekken zoo werd de leiding door het aanschroeven der verbindingmoeren, zoo noodig door het inzetten van nieuwe buizen, hersteld en de proef herhaald. Tot verwijdering van de smeermaterialen, gebruikt bij het aanbrengen der verbindingschroeven, werd de geheele verwarmingstoestel in werking gebragt, waarbij de vetdeelen afdropen, en eindelijk de bepaalde drukking nogmaals op de leidingen uitgeoefend.

Aangaande het tweede punt, het verwarmingsvermogen, was de eisch gesteld dat, bij regelmatige werking, de kamers, met elke temperatuur der buitenlucht en gesloten ventilatie-inrigtingen, na 1½ uur stoken een warmte van 16 graden Reaumur moesten bekomen, voorts dat deze warmte in de kamers, bij eene temperatuur der buitenlucht van 0 graad Reaumur met verbruik van 400 K.G. goede Westphaalsche steenkolen moest verkregen en gedurende 8 uur onderhouden kunnen worden, zonder het verwarmingwater hooger dan tot 150° te verhitten.

Ten einde eene regelmatige werking, zoowel als het uitdroogen en verwarmen der kamers te bevorderen, werden deze eerst onder behoorlijk luchten door ventilatie-inrigtingen, later met afsluiting van die inrigtingen, gedurende geruimen tijd, dagelijks van 's morgens 6½ tot 's avonds 5 uur, verwarmd en gedurende dien tijd binnen- zoowel als buitendeuren en kamer-, kelder- en zoldervensters zooveel mogelijk gesloten gehouden ten einde ongelijkmatige afkoeling te beletten.

De eerste waarnemingen — de temperatuur werd in iedere kamer ten 6, 8, 11, 2 en 5 ure aangeteekend — gaven geene bevredigende uitkomst, daar de digst bij de haarden gelegen kamers eene te hooge, de meer verwijderde eene te lage temperatuur aanwezen, en dewijl de eerste verwarming des morgens te langzaam geschiedde.

De oorzaken hiervan waren in de volgende omstandigheden te vinden:

1°. dat één schoorsteen, als aanvankelijk voor iedere groep gebezigd werd, niet toereikend was tot afvoer van de gassen der beide vuren;

2°. dat deze schoorsteen de aanliggende kamers in niet geringe mate verwarmde;

3°. dat de hooge temperatuur in de stookkamers een merkbaren invloed op de daarboven liggende kamers uitoefende; en

4°. dat door de in de voorste kamers gelegen stijgbuizen te veel warmte afgegeven werd.

Tot wegneming van deze bezwaren werden de voor elke groep aangelegde hulpschoorsteenen mede in gebruik gesteld, 't geen door het optrekken van een scheidingmuur in het rookkanaal van den haard en door het aanbrengen van eene tweede opening tot reiniging kon geschieden. Verder werden de boven de haarden vrijliggende stijgbuizen ommetseld en de in de voorste kamers aanwezige stijg- en afvoerbuizen ten deele met klei omkleed, om uitstraling van warmte te beletten, en die warmte voor meer verwijderde vertrekken te behouden.

De uitwerking was, blijkens latere proeven, gunstig, daar niet alleen eene bijna gelijke temperatuur in de verschillende lokalen, maar ook des morgens spoedige verwarming verkregen was.

Daar, gelijk reeds gemeld werd, op een doorgaand gebruik der verwarmingtoestellen, d. i. op eene dagelijksche stoking gedurende eenige uren gerekend is, zoo vindt, als de kamermuren eenmaal goed doorwarmd zijn, zelfs bij strenge koude, des nachts geene aanmerkelijke afkoeling plaats. De nachtelijke afkoeling bedraagt bij eene temperatuur der buitenlucht van 0°, omstreeks 3 tot 4° R. en zal volgens opgaaf der fabrikanten (*), 't geen echter door de sedert voorgekomen zachte weersgesteldheid nog niet is kunnen waargenomen worden, zelfs bij strenge koude, niet meer dan 6° R. bedragen, een warmteverlies, dat door stoken gedurende 1 tot 1½ uur vóór den aanvang van het onderwijs, zonder veel inspanning van de verwarmingtoestellen te vorderen, gemakkelijk hersteld kan worden.

De volgende tabel bevat opgaaf der temperatuur van onderscheidene kamers, gelijk die vóór de laatste regeling gedurende geruimen tijd werd waargenomen, alsmede van den stooktijd en van het kolenverbruik.

Tabel *van de temperatuur der door de heetwaterinrigting verwarmde kamers en van die der buitenlucht.*

Volgnummer.	Human- en Real-klassen.	Temperatuur der kamers in graden R. 6 uur.	8 uur.	11 uur.	2 uur.	5 uur.	Aanmerkingen. Stookdag: 24 Februarij 1869.
	Buitenlucht	+ 1°	+ 1½°	+ 3°	+ 4°	+ 4°	1) Stooktijd: van 7—8 uur des morgens; van 1—2 uur des namiddags. 2. Temperatuur van het verwarmingwater: 6 uur 's morgens gemidd. 35° R. 8 » » » 125° R. 12 » 's middags » 70° R. 2 » 's namidd. » 125° R. 3) Verbruik van steenkolen: van 7—8 uur 's morgens 225 K.G. stukkolen, van 1—2 uur 's namiddags 125 K.G. stukkolen, per dag 350 K.G. steenkolen. 4) Na verloop van elken stooktijd werden de overblijvende kolen met asch bedekt en de rookkleppen gesloten. 5) De ventilatie-inrigtingen waren gedurende het stoken gesloten. 6) De tot waarneming der warmte gebezigde thermometers waren, ver van de verwarmingbuizen, ter hoogte van 1.75 M. vrij opgehangen.
1	Real-Quinta	13	15	15	16	15	
2	Sexta *b*	13	15½	15	16	14½	
3	Opsluit-lokaal (Carcer.)	—	—	—	—	—	
4	Septima	13	15	15	16	14½	
5	Human-Quarta	13	15½	16	16	15½	
6	Octava	12½	15½	14¾	16	14½	
7	Human-Quinta	12½	14½	14	15½	14½	
8	Sexta *a*	12½	15½	15	16	14½	
9	Real-Ober-Tertia	12	15	14½	16	14½	
10	Real-Unter-Tertia	12	15	14	15½	14½	
11	Kamer voor leeraars	13	16	15	16	15	
12	Real-Quarta	12½	15	14½	15	15	
13	Vergaderingkamer	13	15½	15	16½	15½	
14	Kamer voor den directeur	13	15½	14½	15½	15	
15	Bibliotheekkamer	12	14	14	15	14	
16	Human-Ober-Tertia	12	14½	15	16	15½	
17	Human-Unter-Tertia	12½	15	15	16	15	
18	Human-Ober-Secunda	12½	15	15	16	15	
19	Human-Unter-Secunda	12¼	15	15	16	15	
20	Teekenkamer	11	14½	14	16	14½	
21	Real-Prima	11½	14½	14	15½	14	
22	Kamer voor leeraars	11	15½	14	16	14½	
23	Real-Secunda	11½	14½	14½	15	14½	
24	Gehoorzaal	10	15	14	16	14	
25	Human-Ober-Prima	12½	14½	15	15	14	
26	Human-Unter-Prima	11½	15	14½	15	14	
27	Kamer voor natuurkunde	11	14½	14	15	13½	

(*) De ingenieurs Ahl en Prensgen, te Dusseldorf.

Uit de tabel blijkt, dat de bovenkamers door de mindere dikte der muren en den boven de derde verdieping liggenden zolder, des nachts aanmerkelijk meer afkoelen dan de door zwaardere muren omsloten benedenkamers; bij de slechts met eene beschieting van planken gedekte gehoorzaal is dit het duidelijkst merkbaar.

De nuttige door het stoken teweeggebragte uitwerking is, door de uitgebreide indeeling van het gebouw en door de dientengevolge vereischte lange leidingen, gering.

Neemt men tot grondslag de in de *Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für Hannover*, jaargang 1864, in het opstel *„neue Hebammen-Lehranstalte zu Hannover"* medegedeelde opgaven, volgens welke 1 K.G. lucht tot verhooging der temperatuur met 1° Celsius 0.476 warmteeenheid opneemt en dat 1 K.G. goede Westphaalsche steenkool bij verbranding 14 000 warmteeenheden voortbrengt, zoo verkrijgt men, aannemende dat de temperatuur van den gezamenlijken luchtinhoud der kamers, groot 6736.234 M³., met 225 K.G. steenkool van 16° tot 19° Celsius, alzoo met 3° Celsius (ongeveer $2\frac{1}{2}$° Reaumur) verhoogd wordt, de volgende berekening:

Het gewigt van een M³. lucht bedraagt 1.2987 K.G. en daar 1 M³. lucht van 19° Celsius zich tot $1 + 0.00376 \times 19 = 1.07144$ M³. uitzet,

zoo weegt 1 M³ lucht van 19° Celsius $\frac{1.2987}{1.07144} =$ 1.2122 K.G., gevolgelijk 0.82495 M³. lucht van 19° Celsius 1 K.G.

en 6736.234 M³. lucht van 19° Celsius $\frac{6736.234}{0.82495} =$ 8165.63 K.G.

Daar nu 1 K.G. lucht bij verhooging der temperatuur met 3° Celsius, $3 \times 0.476 = 1.428$ warmteëenheid opneemt, zoo nemen deze 8165.63 K.G. lucht $8165.63 \times 1.428 = 11661$ warmteëenheden op.

Voor de verwarming der beide haarden wordt 225 K.G. Westphaalsche steenkolen verbruikt, die, per K.G. 14 000 of te zamen 3 150 000 warmteëenheden voortbrengen.

Derhalve worden van de in de haarden ontwikkelde 3 150 000 warmteëenheden slechts 11 661 benuttigd, d. i. $\frac{1}{270}$ van de door de brandstof ontwikkelde warmte of ongeveer 0.4 percent.

Tot vergelijking van de heetwater-verwarming, met de gewone verwarming door kagchels, werd de kamer van den concierge, die een inhoud van 87.4225 M³. heeft, en van een gewonen porceleinen kagchel met ijzeren onderstuk voorzien is, onder zooveel mogelijk gelijke omstandigheden, als bij de centraal-verwarming, verwarmd en bij verbruik van 6 K.G. Westphaalsche stukkolen de temperatuur van $11\frac{1}{4}$° Celsius (9° Reaumur) gedurende 2 uren tot $18\frac{3}{4}$° Celsius verhoogd.

Dezelfde wijze van berekening volgende verkrijgt men dat van de in den kagchel ontwikkelde warmte $\frac{1}{2\,2\,3}$ d. i. 0.45 nuttig gebruikt is.

Worden, tot verdere vergelijking ten opzigte van het kolenverbruik, de proefnemingen in laatstgenoemde kamer, die gelijktijdig met die der centraal-verwarming, 24 Februarij 1869, en onder gelijke omstandigheden werden verrigt, tot grondslag genomen, dan zou, daar de verwarming van deze kamer gedurende 8 uur tot $18\frac{3}{4}$° Celsius (15° Reaumur) met 10 K.G. steenkolen verkregen werd, de verwarming van het geheele gebouw met kagchels

$\frac{6736.234}{87.425} \times 10 = 775$ K.G. kolen gevorderd hebben, of omtrent het dubbele van de hoeveelheid kolen, die tot verwarming der gezamenlijke vertrekken door de heetwaterinrigting noodig bleek te zijn.

Hoezeer nu eene berekening, gelijk de voorgaande, niet op naauwkeurigheid aanspraak kan maken, daar uit de verwarming van eene kleine kamer geene juiste gevolgtrekking kan gemaakt worden voor die van een grooter vertrek, zoo toont zij toch voldoende aan, dat het gebruik van eene heetwaterinrigting veel goedkooper is dan eene verwarming met kagchels.

Aanmerking. — Eene naar gelijke regels gemaakte berekening van de werking der verwarming in de kweekschool voor vroedvrouwen te Hannover geeft soortgelijke uitkomst, want, worden de opgaven tot grondslag genomen, die in het XIde deel van de *Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Verreins für Hannover* (1865) op bladz. 250 zijn medegedeeld, volgens welke op 1 Februarij 1865 8 kamers van 977 M³. inhoud, met ongeveer 13.5 K.G. kolen in den tijd van $6\frac{1}{2}$ tot 8 uur, alzoo in ongeveer 1 uur 1 graad verwarmd werden, dan vindt men, dat slechts ongeveer eén 336ste deel van de ontwikkelde warmte voor de kamers benuttigd is, welke uitwerking, door het feit, dat de gangen mede verwarmd zijn — op welke temperatuur is niet aangegeven — dienovereenkomstig hooger te stellen is. Daarbij moet echter niet buiten rekening worden gelaten, dat genoemde verwarming geheel op voorstuwing van verwarmde lucht berust en dat eene aanmerkelijke hoeveelheid warmte bij de spoedige luchtverplaatsing verloren gaat. —

De proeven omtrent de ventilatie in de schoolkamers zijn alleen op de door de afvoerkanalen wegstroomende lucht genomen, dewijl meting van de door de toevoerkanalen instroomende lucht, uithoofde van de ondigtheid der deuren en vensters, niet dan hoogst onzekere uitkomsten zou geven.

De proeven, waartoe een windmeter van Neumann werd gebezigd, werden in 3 boven elkander liggende kamers verrigt, eensdeels om onregelmatigheden, door de ligging der kamers veroorzaakt, te vermijden, ten andere om de mate van ventilatie in de kamers der verschillende verdiepingen nader te bepalen.

In de volgende tabel zijn de uitkomsten der proeven, door de gemiddelden van drie metingen, met de daaruit volgende berekeningen verzameld. Ten einde de berekening gemakkelijk te maken, is de meter daarbij als maat aangenomen.

Tabel *betreffende de ventilatieproeven in de door de heetwaterinrigting verwarmde kamers.*

Aanduiding der kamers.	De waarneming geschiedde in de	De toevoer van lucht had plaats door	De afvoer van lucht had plaats door	Omwentelingen van den windmeter per seconde.	Snelheid der afstroomende lucht. M.	Afgevoerde lucht per uur door 2 buizen. M³.	Inhoud der kamers. M³.	Verhouding van	Aanmerkingen.
				n	$c = a + bn$	Q	V	$\frac{Q}{V}$	
Zuidwestelijke hoekkamer der eerste verdieping	bovenste afvoerbuis	geen klep	2 bovenste kleppen	17.27	2.13	313.8	222	1.41	Temperatuur graden R.
		2 kleppen	2 » »	26.33	3.18	468.5		2.11	buitenlucht — 9°
	onderste afvoerbuis	geen klep	2 onderste kleppen	14.13	1.76	259.2		1.17	gang + 4°
		2 kleppen	2 » »	18.87	2.31	340.3		1.53	kamer + 15°
Zuidwestelijke hoekkamer der tweede verdieping	bovenste afvoerbuis	geen klep	2 bovenste kleppen	12.27	1.55	228.3	228	1.00	Temperatuur graden R.
		2 kleppen	2 » »	24.53	2.97	437.5		1.92	buitenlucht — 9°
	onderste afvoerbuis	geen klep	2 onderste kleppen	9.33	1.20	176.7		0.78	gang + 4°
		2 kleppen	2 » »	19.07	2.34	344.7		1.52	kamer + $15\frac{1}{2}$°
Zuidwestelijke hoekkamer der derde verdieping	bovenste afvoerbuis	geen klep	2 bovenste kleppen	7.87	1.04	153.2	236	0.65	Temperatuur graden R.
		2 kleppen	2 » »	17.40	2.14	315.2		1.34	buitenlucht — 9°
	onderste afvoerbuis	geen klep	2 onderste kleppen	6.60	0.89	131.1		0.55	gang + $4\frac{1}{4}$°
		2 kleppen	2 » »	16.80	2.07	304.9		1.29	kamer + 15°

Uit de met tusschentijden van 15 seconden waargenomen en op 1 seconde herleide metingen (omwentelingen van den windmeter) werd de snelheid der afgevoerde lucht berekend volgens de formule voor metermaat van Neumann $c = 0.125 + 0.126\,n$, waarin n het aantal omwentelingen per seconde beteekent. De per seconde afgevoerde hoeveelheid lucht volgde uit de formule $Q = c \,.\, F \,.\, 60 \,.\, 60 \,.\, \mu$, waarin F de doorsnede der beide afvoerbuizen, in de draaiklep gemeten = 0.062 M², en μ den correctie-coëfficiënt (op 0.66 aangenomen) beteekent, en die bij inplaatsstelling dezer waarden $Q = 147.3 \,.\, c$ geeft.

Ter beoordeeling van de hoeveelheid afgevoerde lucht is in de tabel de inhoud (V) der betrekkelijke kamers en tevens de verhouding $\frac{Q}{V}$ berekend. Hoewel de berekende getallen, bij vergelijking, niet onaanzienlijke verschillen aantoonen, zoo kan dit geenszins bevreemden, daar van eene eenvoudige ventilatie-inrigting, gelijk de hier behandelde, geen meer overeenstemmende uitkomsten kunnen verwacht worden.

In het algemeen bleek uit de talrijke proeven en metingen dat:

1°. de benedenkamers, ten gevolge van de grootere lengte der afvoerbuizen, krachtiger geventileerd werden dan de bovenkamers;

2°. de luchtafvoer door de bovenste kleppen, als een gevolg van de grootere warmte der hoogere luchtlagen, met aanmerkelijk grootere snelheid geschiedde dan door de onderste;

3°. ook bij gesloten toevoerkleppen, ten gevolge van de ondigtheid der vensters en deuren, eene betrekkelijk groote hoeveelheid lucht werd afgevoerd;

4°. bij geringer verschil in de temperatuur van de binnen- en buitenlucht eene daarmede overeenkomende mindere ventilatie plaats vond, en

5°. de afvoerbuizen slechts zelden (en wel ten gevolge van krachtige windstooten, die tegengestelde stroomen veroorzaakten) dienst weigerden en dus, in plaats van af te voeren, lucht deden instroomen.

De door de ventilatie der kamers veroorzaakte afkoeling, inzonderheid wanneer de gezamenlijke toevoer- en afvoerkleppen geopend zijn, is, gelijk van zelf spreekt, niet geheel onbeduidend; in werkelijkheid wordt zij echter zeer getemperd doordien bij doorgaand gebruik

van den verwarmingtoestel de lucht in de gangen eene gematigde temperatuur aanneemt en zich bovendien bij het inkomen der kamers dadelijk met de van de verwarmingbuizen opstijgende warme lucht vermengt, waardoor hare temperatuur verder niet onaanzienlijk verhoogd wordt.

De proeven omtrent de afkoeling der kamers door de ventilatie werden, bij gewone verwarming, in twee naast elkander gelegene kamers van den achtersten westelijken vleugel genomen, van welke kamers de eene door 2 toevoer- en 2 bovenste afvoerkleppen geventileerd werd, terwijl in de andere de ventilatie-inrigtingen gedurende den waarnemingstijd gesloten werden gehouden.

De uitkomsten zijn in de volgende tabel vereenigd, waarin mede de temperatuur op de betrekkelijke plaatsen, de stooktijd, enz. is opgeteekend.

Tabel *betreffende de afkoeling der schoolkamers door de ventilatie, met aanwijzing der temperatuur van de buitenlucht.*

De proefkamer ligt op de eerste verdieping van den achtersten westelijken vleugel.

Volgnummer.	Plaats der waarneming.	Temperatuur in graden Reaumur ten ure 9	10	11	12	1	2	3	4	Aanmerkingen.
1	Temperatuur der buitenlucht . . . . . +	1½	2	2½	3	3¼	3	3½	1½	
2	Id. in den gang. . . . . +	6	6	6¼	6½	6½	6¼	6	6	
3	Id. in de proefkamer met ventilatie . . .	12	11½	12	12	12	11¾	11¼	12	2 toevoerkleppen, 2 bovenste afvoerkleppen } open
4	Id. in de naastgelegen kamer, zonder ventilatie	12	12¾	13	13	13	12¾	12½	13¼	2 toevoer- en 2 afvoerkleppen } gesloten.
5	Id. der van den gang instroomende lucht .	8½	8½	9½	9½	9¼	9¼	9	9	73 c.M. van het toevoerkanaal.
	Het stoken duurde van 7—8 uur 's morgens. . .									
	» » » » 3—4 » 's namiddags .									
	De ventilatie duurde van 9 uur 's morg. tot 4 uur 's nam.									

Uit de tabel blijkt dat de afkoeling door de ventilatie bij de zachte temperatuur der buitenlucht 1 tot 1¼ graden Reaumur bedraagt; in koudere jaargetijden zal zij overeenkomstig hooger moeten gesteld worden; intusschen behoeft men niet te vreezen, dat het warmteverlies te groot zal zijn, aangezien bij ondervinding is gebleken, dat bij gebruik der schoollokalen de temperatuur der lucht in de kamers door de aanwezigheid der scholieren verscheidene graden stijgt.

Kosten.

De kosten van den bouw, in ronde cijfers opgegeven, blijken uit het volgend overzigt:

Nummer.	Overzigt der kosten.	Bedrag. Gulden.	Percent der gezamenlijke kosten.
1	Hoofdgebouw met 1080.99 M². grondvlak (voor 822 scholieren.)		
	A. Grondwerk	346	0.3
	B. Arbeidsloon voor metselwerk	15 625	14.0
	C. Metselmaterialen	41 317	37.0
	D. Verwarming- en ventilatie-inrigtingen (heetwater-verwarming en kagchels)	11 773	10.5
	E. Timmermaterialen.	8 573	7.6
	F. Arbeidsloon voor timmerwerk.	3 374	3.0
	Over te brengen . .	81 008	72.4

Nummer.	Overzigt der kosten.	Bedrag Gulden.	Percent der gezamenlijke kosten.
	Overgebragt . .	81 008	72.4
	G. Arbeidsloon voor dakbedekking	409	0.4
	H. Materialen voor dakbedekking	2 519	2.2
	I. Schrijnwerk met inbegrip van materialen.	11 367	10.0
	K. Sluitwerk met inbegrip van materialen en gegoten ijzerwaren. . .	7 022	6.2
	L. Blikslagerswerk met inbegrip van materialen	1 156	1.0
	M. Glazenmakerswerk met inbegrip van materialen	1 320	1.2
	N. Schilders- en behangerswerk, met inbegrip van materialen. . . .	2 958	2.6
	O. Algemeene kosten, met inbegrip van de kosten van toezigt . . .	4 464	4.0
	te zamen . . .	112 223	100.0
	Kosten per M² grondvlak . . . . . 103.81 gulden		
	" " scholier (bij voltallige school) . . . . . 136.52 "		
2	Nevengebouw met 75.08 M². grondvlak	2 972	
	Kosten per M². grondvlak . . . . . 39.59 "		
3	Bijkomende werken (waterputten, afsluitingmuren, aschkuilen, riolen, effenen van terrein, bestrating en begrinding der pleinen)	4 404	
4	Gasinrigting met 2 kroonen, elke van 24 vlammen en 54 gewone branders.	940	
	Kosten per vlam (102 vlammen) . . . . . 9.21 "		
	" " " zonder de kroonen (gewone gasinrigting) 11.18 "		
5	Meubilair en gereedschappen, met benuttiging van een groot aantal oude inventarisstukken	9 142	
	Totaal . . .	129 681	

Tot overzigt van de kosten, voor de heetwaterverwarming en de ventilatie-inrigtingen besteed, zijn deze in de volgende tabel groepsgewijze vereenigd en voor de eenheid van 100 M³. berekend.

Tabel *van de kosten der heetwaterinrigting en der ventilatietoestellen met alle toebehooren.*

Nummer.		Gezamenlijke kosten. Gulden.	Kosten per 100 M³. luchtruimte. Gulden.	Percent der gezamenlijke kosten.
	A. Heetwaterinrigting.			
1	Voor 26 kamers van te zamen 6 736.234 M³. luchtruimte. Aanleg van de beide stookhaarden met de rookkanalen, de schoorsteenen, de waterkuilen met toebehoorende kanalen in de stookkamers, de kanalen voor de buisleidingen op de verdiepingen, verder de ommetseling en bekleeding der leidingbuizen in de scheidingmuren en kanalen, met inbegrip van de materialen, echter zonder de metselmaterialen voor de schoorsteenen, die in de muren der verdiepingen liggen.	811	12.04	7.2
	Over te brengen . . .	811	12.04	7.2

Nummer.		Gezamenlijke kosten. Gulden.	Kosten per 100 M³ luchtruimte. Gulden.	Percent der gezamenlijke kosten.
	Overgebragt . . .	811	12.04	7.2
2	Aanleg van de eigenlijke verwarminginrigting, bestaande uit de buisleidingen in de kamers met de haardspiralen, het beslag der beide haarden, de twee vulpompen, de expansie-inrigtingen en de beide afsluittoestellen in de gehoorzaal, met inbegrip van het opstellen	8 303	123.26	73.6
3	Levering van bijkomende zaken, bestaande in de opengewerkte bekleedingplaten en deuren, met de voet- en muurlijsten, de voeringlijsten en de opengewerkte gegoten ijzeren dekplaten van de in den vloer gezonken kanalen, met inbegrip van het aanbrengen	2 153	31.95	19.2
	Te zamen	11 267	167.25	100.0
	B. Ventilatie-inrigtingen.			
	Voor 20 schoolkamers met 426.155 M³. luchtruimte.			
1	Aanleg van de toevoerkanalen en afvoerbuizen, met de toevoer- en afvoerdeuren benevens sluitkleppen, met inbegrip van alle bijkomende voorwerpen, als haken, koorden, sleutels voor het openen en sluiten der deuren; echter met uitzondering van de metselmaterialen voor de kanalen en buizen, die in de muren der verdiepingen liggen.	1 075	25.23	
	Te zamen	1 075	25.23	

PRAKTISCHE BEPALING VAN DE AFMETINGEN EN VAN HET VERMOGEN DER LOCOMOTIEVEN.

(*Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins*, XXII. Jahrgang, XI. Heft.)

Uitkomsten der ervaring betrekkelijk de verdamping.

Uit een groot aantal proeftogten, gedurende de gewone spoorwegdienst met verschillende locomotieven gedaan, is gebleken, dat locomotiefketels, met volle kracht werkende, en bij goed bestuur, per M². verwarming-oppervlak en per uur 27.5 tot 32.5 K.G. water in stoom doen overgaan en 3.5 tot 4 K.G. coke verbruiken, zoodat 1 K.G. coke gemiddeld 8 K.G. water doet verdampen.

De verdamping per M². hangt echter in de werkelijkheid af van de verhouding van de rooster- of vuurhaard-oppervlakte tot het geheele verwarmingsoppervlak, zoodat de grootere waarden gelden bij eene verhouding van de rooster- tot de verwarming-oppervlakte van $\frac{1}{7\,0}$ tot $\frac{1}{8\,0}$; de kleinere bij eene verhouding van $\frac{1}{9\,0}$ tot $\frac{1}{1\,0\,0}$.

De ondervinding leert verder, dat eene locomotief bij goed onderhoud en zuinig beheer per uur en per paardekracht 14 tot 16 K.G. stoom en 1.75 tot 2 K.G. coke verbruikt, hetgeen wederom overeenstemt met 8 K.G. stoom per K.G. coke.

Het stoomverbruik per paardekracht hangt bij de locomotief, steeds met volle kracht werkende, voornamelijk af van de spanning in den ketel en wordt gunstiger, naarmate die spanning hooger is; het kleinste verbruik heeft bij ongeveer 10 atmospheren, en het grootere bij ongeveer 8 atmospheren absolute spanning in den ketel plaats. Het nuttig effect bedraagt bij halve vulling of dubbele expansie van den stoom omstreeks 55 tot 60 pct. van het arbeidsvermogen, dat de stoom theoretisch bezit.

Al deze opgaven zijn slechts van toepassing op normale gevallen en het is gemakkelijk te begrijpen dat, bij geforceerde werking, als de zuinigheid niet wordt betracht, en met de beste brandstoffen, nog meer water per M². verwarming-oppervlak verdampt kan worden, bij onvoldoende werking daarentegen ook elke kleinere hoeveelheid. Van den anderen kant zal men, bij gebruik van meer of min natten stoom alle mogelijke resultaten betrekkelijk de verdamping en het arbeids-vermogen der locomotieven zien ontstaan en vandaar de zoo dikwijls voorkomende onzekerheid in de betrekkelijke gegevens.

Uitkomsten der ondervinding met betrekking tot den wederstand van treinen.

Er zijn vele proefnemingen gedaan betrekkelijk den wederstand, dien een trein ondervindt en verschillende formulen aangegeven tot de berekening daarvan, welke meestal uitkomsten opleveren, niet veel afwijkende van de gemiddelde aanname van $\frac{1}{2\,0\,0}$ tot $\frac{1}{3\,0\,0}$ als tegenstands-coëfficiënt op eene regte horizontale spoorbaan en bij eene gemiddelde snelheid van 34 K.M.

Alle proefnemingen toonen echter aan, dat de tegenstand van een trein afhangt van de weersgesteldheid, van de kromming des wegs, van de constructie, het smeren en de belasting der wagens en eindelijk voornamelijk van de snelheid van den trein; deze omstandigheden zijn echter naar tijd en plaats zoo verschillend, dat het niet te verwonderen is, dat de uitkomsten van de verschillende vroeger en later gedane onderzoekingen weinig overeenstemmen, ja zelfs beduidend van elkander afwijken. Om deze reden is er tot heden nog geene algemeen geldige formule gevonden; maar zelfs zoude een zoodanige formule, ook al waren al deze invloeden volkomen bekend en al konden zij in formulen worden uitgedrukt, toch slechts hoogst moeijelijk bruikbaar zijn, ter bepaling van den gemiddelden tegenstand van een trein, die over een langen weg en gedurende geruimen tijd loopt, en dan nog zou een schatting der bijomstandigheden volstrekt noodzakelijk zijn.

Deze zaak wordt in de praktijk daardoor vereenvoudigd, dat men nooit mag aannemen dat alle gunstige of ongunstige onderstellingen gelijktijdig plaats hebben en dat men alzoo slechts met gemiddeld gunstige of ongunstige gevallen te doen heeft, als gemiddelde waarvan men het best eenvoudig praktische formulen aanneemt.

De eenigste invloed, die zich steeds onder alle omstandigheden doet gevoelan, is de snelheid, die voor bepaalde treinen door elkander dezelfde en meer of min constant blijft. Aan de snelheid is daarom teregt steeds een bijzondere opmerkzaamheid gewijd en is deze in alle formulen uitgedrukt, daar men in het algemeen den tegenstand van een trein $z = a + b\,v + c\,v^2$ stelt. Eene vergelijking der uitkomsten van een groot aantal proefnemingen bewijst echter, dat de door Clark aangegeven formule, namelijk $z = a + c\,v^2$, onder alle omstandigheden voldoende is.

Bepaalt men zich slechts tot den tegenstand van een trein zonder machine of tender op een horizontalen weg, dan kan men overeenkomstig de tot heden opgedane ondervinding, en voor de tegenwoordige toestanden van weg en verkeer, per ton gewigt van den trein stellen:

1°. bij gemiddeld gunstige omstandigheden (weinig bogten met meer dan 500 M. straal, zwakken wind, temperatuur van meer dan 5°, met olie als smeermiddel, goed geladen treinen met meer dan 100 ton bruto gewigt)

in K.G. en K.M. $z = 2.5 + 0.001\,v^2$;

2°. bij gemiddeld ongunstige omstandigheden (menigvuldige bogten met minder dan 500 M. straal, veel wind, temperatuur beneden 5°, met wagensmeer als smeermiddel, slecht geladen treinen met minder dan 100 ton bruto gewigt)

$$z' = 1.5\,z = 3.75 + 0.0015\,v^2.$$

Deze formulen geven bij de gemaakte onderstellingen uitkomsten, die goed overeenstemmen met de ondervinding; het verdient echter opmerking, dat men naar gelang van omstandigheden gunstiger, maar ook nog ongunstiger waarden kan verkrijgen; zoo kan namelijk bij storm of bij gelijktijdige aanwezigheid van meerdere der bovengenoemde ongunstige omstandigheden de tegenstand tot $2\,z$ stijgen; het beoordeelen hiervan is eene zaak van praktischen blik en geene nog zoo bedachtzaam zamengestelde formule kan dit oordeel vervangen.

Bij hellingen vermeerdert de wederstand des treins met zijn relatief gewigt en neemt dus per ton bij eene helling van $\frac{n}{1000}$ met n K.G. toe.

De uitkomsten dezer formulen zijn hieronder voor praktisch gebruik voor verschillende snelheden en hellingen in tabellen opgenomen.

Arbeidsvermogen der locomotieven en grootte der ketels.

Het arbeidsvermogen eener locomotief wordt bijna uitsluitend bepaald door de groote des ketels, terwijl de overige verhoudingen van ketel en machine, zooals nader blijken zal, bij even goed bestuur slechts eene ondergeschikte rol spelen.

Volgens de bovenaangehaalde ervaringsresultaten volgt onder gunstige omstandigheden

(stoomspanning 8 atmospheren, $\frac{\text{rooster-oppervlakte}}{\text{verwarming-oppervlak}} = \frac{1}{7\,0}$ tot $\frac{1}{8\,0}$)

per paardekracht der locomotief een verwarming-oppervlak van $\frac{14}{32.5} = 0.43$ M². en onder minder gunstige omstandigheden

(stoomspanning 8 atmospheren, $\frac{\text{rooster-oppervlak}}{\text{verwarming-oppervlak}} = \frac{1}{9\,0}$ tot $\frac{1}{1\,0\,0}$)

$\frac{16}{2.75} = 0.58$ M².; gemiddeld kan men dus bij locomotieven 0.5 M². verwarming-oppervlak per paardekracht

Tabel I. *De tegenstand van een trein op verschillende hellingen en bij verschillende snelheden.*

	Gemiddeld gunstige omstandigheden. Weinig bogten van meer dan 500 M. straal, zwakke wind, temperatuur van meer dan 5°, bij gebruik van olie als smeermiddel, goed geladen treinen met meer dan 100 ton bruto gewigt.										Gemiddeld ongunstige omstandigheden. Menigvuldige bogten van minder dan 500 M. straal, harde wind, temperatuur beneden 5°, gebruik van wagensmeer, slecht geladen treinen met minder dan 100 ton bruto gewigt.										
Helling $\frac{n}{1000}$	Snelheid in K.M. per uur.										Snelheid in K.M. per uur.										Helling $\frac{n}{1000}$
	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	
	Tegenstand in K.G. per ton (1000 K.G.) $Z = 2.5 + 0.001\,v^2 + n$.										Tegenstand in K.G. per ton (1000 K.G.) $Z_1 = 3.75 + 0.0015\,v^2 + n$.										
Horizontaal	2.65	2.73	2.90	3.13	3.40	3.72	4.10	5.00	6.10	7.40	4.00	4.09	4.35	4.70	5.10	5.58	6.15	7.50	9.15	11.10	Horizontaal
0.0010	3.65	3.73	3.90	4.13	4.40	4.72	5.10	6.00	7.10	8.40	5.00	5.09	5.35	5.70	6.10	6.58	7.15	8.50	10.15	12.10	0.0010
0.0012	3.85	3.93	4.10	4.33	4.60	4.92	5.30	6.20	7.30	8.60	5.20	5.29	5.55	5.90	6.30	6.78	7.35	8.70	10.35	12.30	0.0012
0.0016	4.25	4.33	4.50	4.73	5.00	5.32	5.70	6.60	7.70	9.00	5.60	5.69	5.95	6.30	6.70	7.18	7.75	9.10	10.75	12.70	0.0016
0.0020	4.65	4.73	4.90	5.13	5.40	5.72	6.10	7.00	8.10	9.40	6.00	6.09	6.35	6.70	7.10	7.58	8.15	9.50	11.15	13.10	0.0020
0.0025	5.15	5.23	5.40	5.63	5.90	6.22	6.60	7.50	8.60	9.90	6.50	6.59	6.85	7.20	7.60	8.08	8.65	10.00	11.65	13.60	0.0025
0.0030	5.65	5.73	5.90	6.13	6.40	6.72	7.10	8.00	9.10	10.40	7.00	7.09	7.35	7.70	8.10	8.58	9.15	10.50	12.15	14.10	0.0030
0.0040	6.65	6.73	6.90	7.13	7.40	7.72	8.10	9.00	10.10	11.40	8.00	8.09	8.35	8.70	9.10	9.58	10.15	11.50	13.15	15.10	0.0040
0.0050	7.65	7.73	7.90	8.13	8.40	8.72	9.10	10.00	11.10	12.40	9.00	9.09	9.35	9.70	10.10	10.58	11.15	12.50	14.15	16.10	0.0050
0.0060	8.65	8.73	8.90	9.13	9.40	9.72	10.10	11.00	12.10	13.40	10.00	10.09	10.35	10.70	11.10	11.58	12.15	13.50	15.15	17.10	0.0060
0.0080	10.65	10.73	10.90	11.13	11.40	11.72	12.10	13.00	14.10	15.40	12.00	12.09	12.35	12.70	13.10	13.58	14.15	15.50	17.15	19.10	0.0080
0.0100	12.65	12.73	12.90	13.13	13.40	13.72	14.10	15.00	16.10	17.40	14.00	14.09	14.35	14.70	15.10	15.58	16.15	17.50	19.15	21.10	0.0100
0.0120	14.65	14.73	14.90	15.13	15.40	15.72	16.10	17.00	18.10	19.40	16.00	16.09	16.35	16.70	17.10	17.58	18.15	19.50	21.15	23.10	0.0120
0.0160	18.65	18.73	18.90	19.13	19.40	19.72	20.10	21.00	22.10	23.40	20.00	20.09	20.35	20.70	21.10	21.58	22.15	23.50	25.15	27.10	0.0160
0.0200	22.65	22.73	22.90	23.13	23.40	23.72	24.10	25.00	26.10	27.40	24.00	24.09	24.35	24.70	25.10	25.58	26.15	27.50	29.15	31.10	0.0200
0.0250	27.65	27.73	27.90	28.13	28.40	28.72	29.10	30.00	31.10	32.40	29.00	29.09	29.35	29.70	30.10	30.58	31.15	32.50	34.15	36.10	0.0250
	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	

rekenen, of omgekeerd het aantal paardekrachten $N = 2\,H$ stellen.

Drukt men echter het arbeidsvermogen, zoo als in een oogenblik te berekenen is, in de gebruikelijke gewigts- en afstandseenheden uit, dus in K.M. tonnen per uur en duidt men deze eenheden, ter onderscheiding van de overgebragte gelijke eenheden, als effectieve aan, zoo is het benoodigde verwarming-oppervlak per effectieve K.M. ton $= 1.85$ M^2., en de arbeid, dat is het product van de trekkracht Z tonnen en de snelheid v K.M.

$$Z\,v\,\frac{H}{1.85} = 0.54\,H \text{ effectieve K.M. tonnen.}$$

Tegenstand van de treinen en afmetingen der machines.

Tot heden wordt er dikwijls onderscheid gemaakt tusschen de tegenstandscoëfficiënten, naarmate de trein zonder machine, dan wel met de machine beschouwd wordt. Dit geeft eensdeels aanleiding tot vergissingen en anderdeels is de wijze van berekening van den wederstand eens treins met inbegrip der machine, door de invoering van een doorgaand hoogeren wederstandscoëfficiënt voor het geheele gewigt des treins, niet logisch, omdat b. v. op hellingen, waar het gewigt van den trein en de snelheid betrekkelijk gering zijn, de tegenstand der machine veel kleiner wordt berekend, dan op een horizontalen weg, waar het gewigt van den trein, zelfs bij grooter snelheid, veel aanzienlijker kan zijn.

Het schijnt dus beter het gewigt van machine en trein te scheiden en voor beiden een verschillenden wederstandscoëfficiënt in rekening te brengen, maar ook deze handelwijze voert in de praktijk tot noodeloozen omslag.

Beschouwt men de locomotief als een op eene wagen opgestelde stoommachine en rekent men den tegenstand van het mechanismus, evenals bij de bepaling van het nuttig effect van elke andere stoommachine, tot deze te behooren, en de wederstand des wagens als voertuig tot den wederstand des treins, d. i. meet men den arbeid der machine, alsof de locomotief in de lucht ware opgehangen, aan den omtrek der drijfraderen en ook den

tegenstand van de locomotief tegen voortbeweging bij geheel uiteengenomen mechanismus, dan verkrijgt men de logische verdeeling van den geheelen wederstand eener locomotief.

Het voordeel, dat uit deze verdeeling geboren wordt, is tweeledig; ten eerste kan men hierdoor het vermogen der machine bepalen even als dat eener gewone stoommachine, en ten tweede kan men zonder merkelijke fout den tegenstand tegen het voortbewegen van locomotief en tender even als dien der wagens berekenen, omdat de tegenstand der tenders en der personentrein-locomotieven bij gemiddelde snelheid slechts weinig van dien der wagens afwijkt, terwijl die der goederentrein-locomotieven, hoewel grooter toch, daar deze steeds met zware treinen zijn verbonden, weinig invloed op den totalen wederstand der treinen uitoefent.

Deze handelwijze beveelt zich te meer aan, omdat daardoor alle dubbelzinnigheid en verwikkeling bij de bepaling van den tegenstand der treinen en van den arbeid der locomotieven vervallen.

Dit aangenomen is de geheele wederstand tegen het voortbewegen Z van een trein, waarvan de machine en tender M tonnen, en de wagens T tonnen wegen $Z = z\,(T + M)$.

De waarden van z, dat is van de tegenstanden van treinen per ton bruto gewigt kunnen dan voor de verschillende hellingen en snelheden in bovenstaande tabel gevonden worden.

Uit de grootte der trekkracht $Z = z\,(M + T)$ kan verder de afmeting en de wrijving der locomotief bepaald worden. De wrijvingscoëfficiënt verschilt naar den toestand van de rails en de weersgesteldheid van $\frac{1}{4}$ tot $\frac{1}{10}$, zoodat men gemiddeld de grootste trekkracht rekent overeen te komen met $\frac{1}{7}$ van het wrijvingsgewigt, waarbij men eenerzijds geen te zware machinen verkrijgt en anderzijds toch voor gemiddelde weersgesteldheid nog genoegzame wrijving behoudt. Duidt men diensvolgens het wrijvingsgewigt der locomotief aan door A, dan is $A = 7\,Z$ of $Z = \frac{1}{7}\,A$.

De middellijn van een stoomcilinder wordt gevonden, wanneer, na aftrek van alle wrijvingswederstanden van het mechanismus, en zoo p^1 de gemiddelde stoomspanning in den cilinder, d de middellijn des cilinders, l de lengte van den zuigerslag en D de middellijn der drijfwielen aanduidt, de door den stoom verrigte arbeid gelijk wordt gesteld aan den wederstand van den trein, gemeten aan den omtrek der drijfwielen, per 4 zuigerslagen of 1 omwenteling der drijfwielen.

Hierdoor wordt $4\,l\,d^2\,\frac{\pi}{4}\,p^1 = D\,\pi\,Z$, waaruit

$$d = \sqrt{\frac{D}{l} \cdot \frac{Z}{p^1}} \text{ volgt.}$$

Deze formule toont aan, dat, bij gelijke doorsnede des cilinders, de trekkracht evenredig aan de gemiddelde stoomspanning verandert en daar men de laatste door verschillende snelheden van zuiger of vervoer en door verschillenden graad van expansie tusschen tamelijk ruime grenzen kan doen veranderen, verandert de trekkracht eveneens bij gelijke cilindermiddellijn en regelt zich naar het verschillend gewigt der treinen of der wederstanden; het is echter noodzakelijk om, ten einde de grootste trekkracht te verkrijgen, den stoom in den cilinder de hoogst mogelijke spanning te geven, welke voorwaarde vervuld wordt, door bij geringe zuigersnelheid de grootst mogelijke vulling des cilinders te gebruiken.

De grootste vulling, welke men bij de gebruikelijke inrigting der locomotieven geven kan, bedraagt 70 pct. der zuigerslaglengte; daar men echter in de praktijk met de trekkracht ook niet tot het uiterste gaat van $\frac{1}{4}$ van het wrijvingsgewigt en zich eene zekere speelruimte voorbehoudt, zoo is aan te raden tot grondslag der berekening eene vulling van den stoomcilinder van 50 pct. aan te nemen.

Bij deze regeling der expansie komt naar gelang van de grootere of kleinere zuigersnelheid 45 tot 50 pct. der absolute ketelspanning als gemiddelde nuttige stoomspanning in den cilinder, wat met den vroeger aangegeven arbeid van den stoom van 55 tot 60 pct. overeenstemt; omdat bij dubhele expansie de theoretische gemiddelde drukking in den cilinder $p\left(\frac{1 + l\,g\,2}{2}\right) = 0.85\,p$ en de praktische dus door

$$0.55 \times 0.85\,p = 0.467\,p \text{ tot } 0.6 \times 0.85\,p = 0.51\,p$$

wordt aangewezen, zoodat met volle zekerheid

$$p^1 = 0.45\,p \text{ en dus}$$

$$d'' = 1.5\sqrt{\frac{D}{l} \cdot \frac{Z}{p}} \text{ is,}$$

waarbij de trekkracht Z in K.G. en de absolute stoomspanning in den ketel p in K.G. op den M^2. moet worden uitgedrukt.

Heeft men de afmetingen eener locomotief te bepalen, dan moet het gevorderde arbeidsvermogen bekend zijn, d. i. dan zijn de treinlast T in tonnen en de snelheid v in K.M., bij eene bepaalde helling, als gegeven aan te merken. Door nu het gewigt van locomotief en tender op M tonnen te schatten, heeft men de volgende praktische formulen tot berekening der hoofdafmetingen van locomotieven

$$Z^{\text{ton}} = (M + T)\,\frac{z}{1000}$$

$$H^{M^2} = 1.85\, Z\, v$$

$$A^{ton} = 7\, Z$$

$$d^{M} = 47.5 \sqrt{\frac{D}{l} \cdot \frac{Z}{p}}.$$

Is echter omgekeerd het verwarmingsoppervlak gegeven en moet men het arbeidsvermogen berekenen, dan heeft men de formulen

$$(M + T)^{ton} = 540\, \frac{H}{v\, z}$$

$$Z^{ton} = \frac{H}{1.85\, v}$$

$$A^{ton} = 4\, \frac{H}{v}$$

$$d^{M} = 34.5 \sqrt{\frac{D}{l} \cdot \frac{H}{v\, p}}$$

Bij het gebruik van deze formulen moet men indachtig zijn, dat de kleinste snelheid, overeenkomende met de grootste trekkracht op de grootste helling, bij goederentreinen op 15, bij gemengde treinen op 21, bij personentreinen op 30 en bij sneltreinen op 37 K.M. moet worden aangenomen, om tot de tegenwoordig gebruikelijke treinlasten en afmetingen der locomotieven te geraken.

Bepaling der treinbelastingen bij verschillende snelheden.

Bij eene gegeven constante stoomspanning in den ketel is het nuttig effect per K.G. stoom in de locomotiefmachinen voor elke vulling van den cilinder tusschen 60 pct. en 30 pct. van de zuigerslaglengte in de praktijk constant.

Sterkere expansie heeft namelijk eene slechtere stoomverdeeling en bij volle werking der locomotief eene grootere snelheid van den zuiger ten gevolge, welke beide omstandigheden ongunstig werken op het nuttig effect en de wederstanden dermate vermeerderen, dat de voordeelen van sterkere expansie daardoor meer dan opgewogen worden, indien namelijk de cilinder slechts weinig tegen afkoeling beschut is.

Het vermogen der locomotiefketels om stoom te leveren is van den anderen kant bij goed bestuur, eveneens voor elke snelheid van rijden, binnen de gewone grenzen van 70 tot 180 omwentelingen der drijfwielen per minuut, bijna constant, daar de werking der afblaaspijp grootendeels afhankelijk is van de hoeveelheid uitgeblazen stoom en in mindere mate van de eindspanning des stooms in den cilinder en van het aantal der uitblazingen. Bij volle werking der locomotief blijft echter, zooals zoo even werd aangetoond, de hoeveelheid stoom bijna constant, dus evenzoo de werking der afblaaspijp en de stoomontwikkeling.

In de onderstelling van gelijke ketelspanning en van volle krachtsaanwending der locomotief, blijft dus, zoo wel het nuttig effect, als de arbeid daarvan, voor de gebruikelijke maten van expansie en snelheid in de praktijk constant, d. i. de snelheid van vervoer verandert in omgekeerde reden tot de trekkracht of den wederstand van den trein.

Vele proefnemingen hebben overigens aangetoond, dat de locomotieven, naar gelang van de hoogte der stoomspanning in den ketel, het grootste nuttig effect en de minst kostbare uitkomsten geven bij eene vulling des cilinders van 40 tot 50 pct.; ofschoon bij andere regeling der expansie, doch bij even goede besturing der locomotief, deze slechts weinig veranderen.

De zaak wijzigt zich echter, zoodra de krachtsontwikkeling der locomotief minder wordt, d. i. wanneer het product van trekkracht en snelheid $Z\, v$ afneemt; in dit geval is sterkere expansie voordeelig, doch ook slechts betrekkelijk, daar de arbeid per K.G. stoom of per K.G. brandstof steeds achterblijft bij dien bij volle krachtsontwikkeling der locomotief.

Het schijnt dus, dat bij volle werking der locomotief de wederkeerige verschillen in snelheid en in trekkracht even goed zouden kunnen in rekening gebragt worden door het verschillend openen van den regulator, als door het geven van een verschiilenden graad van expansie; het is echter zeker, dat voor eene mindere werking der locomotief eene kleinere cilindervulling of eene sterkere expansie voordeeliger is.

In de praktijk zijn de tijden van overtogt gegeven, of ook de snelheid van rijden, en daar deze met de toestanden des wegs in overeenstemming moeten gebragt worden, zoo blijft het arbeidsvermogen der locomotief nog slechts van de treinbelasting afhankelijk; voor de rationele behandeling der locomotief kan men dus dezen regel stellen: het verschil in belasting der treinen moet door eene daarmede in overeenstemming zijnde vulling van den stoomcilinder of graad van expansie, dat in de snelheden moet door eene overeenkomstige opening van de smoorklep in rekening worden gebragt.

Voor het vaststellen der treinbelastingen bij verschillende snelheden, kan men volgens het bovenstaande het arbeidsvermogen der locomotieven constant beschouwen en dit is in K.M.-tonnen $Z\, v = \frac{H}{1.85}$,

waaruit, omdat $Z = (T + M)\, \frac{Z}{1000}$ is, volgt

$$T + M = 540\, \frac{H}{v\, z}.$$

Deze formulen gelden voor het gewone maximale vermogen der locomotieven en de gevonden belasting kan dus regelmatig vervoerd worden onder alle omstandigheden, waaronder de in deze formule voorkomende z geldig is. Indien nu de normale last in gemiddeld ongunstige omstandigheden moet vervoerd worden, zoo moet men ter bepaling daarvan de waarden van z, en voor de bepaling van den normaallast, onder gunstige omstandigheden, de waarden z uit bovenstaande tabellen gebruiken.

Voor deze beide gevallen zijn in onderstaande tabel de treinbelastingen, voor een verwarmingsoppervlak van 100 M².., te zamen gevat en men verkrijgt dus die eener bepaalde locomotief, bij verschillende snelheden en hellingen, en met inachtneming van den invloed van locomotief en tender, als men de overeenkomstige waarden uit de tabellen met $\frac{H}{100}$ vermenigvuldigt.

Tabel II. *Belasting der treinen met inbegrip van locomotieven en tenders bij verschillende hellingen en bij verschillende snelheden in tonnen, voor elke* 100 M.² *verwarmingsoppervlak.*

Gemiddeld gunstige omstandigheden. Weinig bogten, van meer dan 500 M. straal, zwakke wind, temperatuur van meer dan 5°, olie als smeermiddel, goed geladen treinen met meer dan 100 ton bruto gewigt.										Gemiddeld ongunstige omstandigheden. Vele bogten, van minder dan 500 M. straal, sterke wind, temperatuur beneden 5°, wagensmeer als smeermiddel, slecht geladen treinen met minder dan 100 ton bruto gewigt.										
Helling $\frac{n}{1000}$.	Snelheid in K.M. per uur.										Snelheid in K.M. per uur.										Helling $\frac{n}{1000}$.
	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	
	Treinbelasttng in tonnen $M + T = 540\, \frac{100}{v\, Z}$.										Treinbelasting in tonnen $M + T = 540\, \frac{100}{v\, Z}$.										
Horizontaal	1700	1320	930	690	530	410	330	220	150	100	1120	820	620	460	350	280	220	140	100	—	Horizontaal
1.001	1230	960	690	530	410	330	260	180	130	90	900	710	500	380	290	230	190	130	90	—	0.001
0.0012	1170	920	660	500	390	310	250	170	120	90	860	680	490	370	280	230	180	120	85	—	0.0012
0.0016	1060	830	600	460	360	290	240	160	120	85	800	630	450	340	270	210	170	120	85	—	0.0016
0.002	970	760	550	420	330	270	220	150	110	—	750	590	420	320	250	200	160	110	—	—	0.002
0.0025	870	990	500	380	300	250	200	140	100	—	690	550	390	300	240	190	160	110	—	—	0.0025
0.003	810	630	460	350	280	230	190	130	100	—	640	510	370	280	220	180	150	100	—	—	0.003
0.004	685	540	390	300	230	200	170	120	90	—	560	440	320	250	200	160	130	90	—	—	0.004
0.005	590	460	340	260	210	180	150	110	—	—	500	400	290	220	180	150	120	85	—	—	0.005
0.006	520	410	300	240	190	160	130	100	—	—	450	360	260	200	160	130	110	—	—	—	0.006
0.008	420	340	250	190	160	130	110	85	—	—	370	300	220	170	140	110	95	—	—	—	0.008
0.010	350	280	210	160	130	110	95	—	—	—	320	250	190	150	120	100	—	—	—	—	0.010
0.012	310	250	180	140	120	100	—	—	—	—	280	220	160	130	100	90	—	—	—	—	0.012
0.016	240	190	150	110	90	—	—	—	—	—	220	180	130	100	85	—	—	—	—	—	0.016
0.020	200	160	120	95	—	—	—	—	—	—	190	150	110	90	—	—	—	—	—	—	0.020
0.025	160	130	100	—	—	—	—	—	—	—	150	120	90	—	—	—	—	—	—	—	0.025
	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	

Deze treinbelastingen gelden voor de gebruikelijke ketelspanning van 8 atmospheren ahsoluut en de gewone verhouding van rooster- tot verwarmings-oppervlak van $\frac{1}{80}$. Wil men echter hiervoor andere waarden stellen, dan moet de waarde uit de tabellen met een coëfficiënt vermenigvuldigd worden, die voor verschillende stoomspanningen en verschillende verhoudingen van roostertot verwarmingsoppervlak in de volgende tabel kan gevonden worden:

Absolute stoomspanning in atmospheren.	Verhouding van rooster- tot verwarmingsoppervlak.			
	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{100}$
8	1.—	0.96	0.93	0.90
9	1.03	1.—	0.96	0.93
10	1.06	1.03	1.—	0.96
11	1.10	1.06	1.03	1.—

Bij het gebruik van deze tabel moet men echter in het oog houden, dat de trekkracht Z en de snelheid v, ofschoon het product $Z\,v$ in het algemeen constant blijft, niet naar willekeur kan worden veranderd; de trekkracht wordt toch door de voorhanden wrijving en door de afmetingen en verhoudingen van het mechanismus begrensd, zoodat voor kleinere snelheden, dan die, welke met deze maximale kracht overeenkomen, de trekkracht als constant moet worden aangenomen.

Dit maximum van trekkracht is bij vochtig weder door de wrijving tot $Z_{max} = \frac{A}{9}$ en bij gunstig weder door de verhouding van den cilinder tot $Z_{max} = \frac{p}{2000} \cdot \frac{l}{D} \cdot d^2$ bepaald en kan ook voor de kleinste snelheden niet hooger worden aangenomen.

Omgekeerd van de snelheid uitgaande gelden deze tabellen slechts tot het minimum van snelheid, hetwelk uit de formule $Z_{max}\,v = \frac{H}{1.8}$ wordt gevonden d. i. tot $v = \frac{H}{1.8\,Z_{max}}$ K.M. Door elkander kan men eene snelheid van:

14 K.M. voor goederentrein-machinen
19 " " gemengde trein-machinen
27 " " personentrein-machinen
34 " " sneltrein-machinen

d. i. ongeveer 90 pct. van die bij de berekening der afmetingen aangenomen, als laagste grens aanmerken.

Bovenstaande formulen en tabellen tot bepaling der treinbelastingen voor verschillende hellingen en snelheden kunnen ook omgekeerd dienen ter bepaling van de te verkrijgen snelheid bij eene gegevene treinbelasting op verschillende hellingen.

Dit vraagstuk zal in de praktijk zelfs menigvuldiger voorkomen; zijne oplossing biedt echter met behulp van de bovenstaande tabellen geene moeijelijkheid aan, daar men voor eene gegevene helling in de betrekkelijke horizontale rij de gegevene treinbelasting opzoekt en de gevraagde snelheid aan het hoofd der vertikale kolom vindt aangewezen. Is de treinbelasting, zoo als te onderstellen is, niet juist ter gegeven grootte te vinden, dan behelpt men zich door interpolatie. Het is aan te raden om ten dienste van de bureaux de gegeven tabellen uit te breiden, en de waarden voor kleinere onderdeelen van snelheid en helling te berekenen.

Verbruik van brandstof en water.

Zoo als reeds in het begin is opgemerkt, is het verbruik van coke per uur en per paardekracht gemiddeld 1.75 K.G. of, daar het aantal paardekrachten eener locomotief = 2 H kan worden gesteld, is het verbruik bij volle werking der locomotief per uur $1.75 \times 2\,H = 3.5\,H$ of per K.M. $3.5\,\frac{H}{v}$.

Brengt men nu den wederstand en de treinbelasting in rekening, zoo volgt, omdat $M + T = 540\frac{H}{v\,z}$ is, voor het kolenverbruik per K.M. $(M + T)\frac{z}{150}$.

Daar echter het nuttig effect der locomotief en dus het verbruik van brandstof ongunstiger wordt, naar mate de arbeid kleiner is, omdat dan het gewigt en de wederstand der machine zooveel meer invloed uitoefent, zoo is het aanbevelenswaardig het gewigt van machine en tender tot een drievoudig bedrag in rekening te brengen.

Het coke-verbruik is dan per K.M. in de praktijk met voldoende naauwkeurigheid aan te nemen op

$$(3\,M + T)\frac{z}{150}\ \text{K.G.},$$

waarin z den wederstand des treins per ton bruto gewigt voor de gemiddelde snelheid en voor de gemiddelde helling van de betrokken spoorweg-sectie aanduidt.

In het algemeen moet men in de formule voor z de waarde onder gemiddeld gunstige omstandigheden overbrengen, omdat de invloed der onvoldoende belasting reeds in aanmerking is genomen en verder, omdat de dalende gedeelten van den weg als horizontaal worden aangemerkt, en alzoo ruimschoots de sterke bogten, die meestal tegelijk met menigvuldige veranderingen in helling voorkomen, in rekening zijn gebragt.

Onder gemiddelde klimming moet de som verstaan worden der verschillende klimmingen, gedeeld door de gezamenlijke lengte der hellende gedeelten of $\frac{\Sigma(h)}{L}$ en voor den heen- en terugtogt $\frac{1}{2}\left\{\frac{\Sigma(h) + \Sigma(+h_1)}{L}\right\} = \frac{\Sigma(\pm h)}{2\,L}$, dat is de som der gezamenlijke klimmingen en dalingen gedeeld door de dubbele lengte der hellende lijn.

Het coke-verbruik gedurende een uur rangeren verkrijgt men bij benadering door het verwarming-oppervlak in M². te deelen door 1.8 of wel $\frac{H}{1.8}$ K.G.

Voor een uur stoom-ophouden kan men 10 K.G. per M². rooster-oppervlak rekenen,

De hoeveelheid tot stoom gebragt water is in het algemeen gelijk 8 maal het coke-verbruik; het waterverbruik uit den tender is echter, wegens verschillende verliezen, ongeveer het tienvoud van het coke-verbruik.

Het bovenstaande maakt geen aanspraak op eene streng wetenschappelijke behandeling en is, zoo als reeds het opschrift aanduidt, slechts tot praktische doeleinden bestemd; waarom in de zamenstelling der formulen zooveel vereenvoudiging is gebragt, als met betrekking tot de weinige overeenkomst der in het dagelijksch verkeer voorkomende gevallen, slechts eenigzins scheen toegelaten te kunnen worden. De aangegeven formulen leveren, ingevolge deze handelwijze, slechts ruwe middelwaarden, die voor den prakticus echter in het algemeen wel zullen volstaan, doch voor den theoreticus slechts tot een gemakkelijk overzigt dienstbaar zullen zijn.

OVER DEN AANLEG DER VERBINDINGSBOGEN TUSSCHEN WISSEL EN PUNTSTUK.

MEDEGEDEELD DOOR F. FÖRDERREUTHER,
hoofdingenieur bij de Kön. General-Direction der Verkehrsanstalten te Munchen.

(*Zeitschrift des Bayerischen Architecten- und Ingenieur-Vereins*, Band II (1870), Heft 5, S. 76.)

(Platen 13 en 14.)

Niettegenstaande de gestadige en aanmerkelijke verbeteringen op het gebied van spoorwegbouw is het tot heden niet gelukt en zal het bezwaarlijk ooit gelukken, de wissels en puntstukken en de tusschenliggende verbindingsporen zoo aan te leggen, dat zij bij elken stand van den wissel met onverminderde snelheid en even veilig als de gewone spoorbaan bereden kunnen worden, hoewel de wissels, inzonderheid op de Beijersche staatsspoorwegen, zoo voortreffelijk gemaakt zijn, dat eene wezenlijke verbetering naauwelijks mogelijk kan geacht worden.

De voorname oorzaak van dit gebrek ligt, gelijk bekend is, in het niet te vermijden bezwaar, dat, om treinen uit het eene spoor in een ander te kunnen overbrengen, beweegbare deelen noodig zijn en de spoorstaaflijn moet doorsneden worden, zoodat bij wissel en kruispunt geen onafgebroken stevige verbinding der zamenstellende deelen van den bovenbouw, gelijk op de gewone baan, bestaat.

Eene tweede oorzaak is kennelijk de thans op de meeste spoorwegen gebruikelijke ligging der sporen tusschen wissel en puntstuk, van welke, in den regel, het eene, het hoofdspoor, regts, en het andere, het zijspoor, in eenen S-vormigen boog van het eerstgenoemde uitgaande gelegd wordt.

Bij deze wijze van aanleg kan aan den naar het zijspoor leidenden boog slechts een zeer kleine straal gegeven en bovendien de anders noodige hoogere ligging der buitenspoorstaaf niet toegepast worden, terwijl eindelijk, in weerwil van den kleinen straal, het tangentpunt van den boog niet in het hoofdspoor kan gelegd worden, uithoofde bij het draaipunt van de tong reeds een afstand van 131 m.M. tusschen de sporen gevorderd wordt, maar moet van dit spoor onder een standvastigen hoek van 1° 26′ 47″ uitgaan.

Dat het voor het rollend materieel en ook voor het spoor niet dienstig zijn kan, wanneer een snel rijdende trein plotseling uit een regt spoor, onder genoemden hoek, afgeleid wordt en dan een zeer scherpen boog, zonder verhoogde buitenspoorstaaf, moet inrijden, behoeft geen betoog en zal wel waargenomen zijn door ieder, die door de best aangelegde en zamengestelde wissels en puntstukken met groote snelheid in een uitwijkspoor gereden heeft.

Op de Beijersche staatsspoorwegen is tegenwoordig de grootste lengte van den straal, die in de as van het spoor tusschen wissel en puntstuk toegepast wordt, 288 M.

Vergrooting van den straal, met behoud van de regte rigting in het hoofdspoor, zou niet geraden zijn, daar reeds bij dezen straal de kruisinghoek slechts 5° 11′ 40″ en de tangent $\frac{1}{11}$ bedraagt.

Wordt echter afgezien van den grondregel, om het hoofdspoor tusschen wissel en puntstuk regt door te trekken, dan is het mogelijk, gelijk hierna wordt toegelicht, om voor de verbindingsporen zulke gunstige verhoudingen te verkrijgen, dat te dien opzigte geen beletsel meer kan zijn, om een wissel, in elken stand, snel door te rijden.

Of deze verbetering groot genoeg is om er het voordeel van een regt hoofdspoor voor te laten varen is eene vraag, die wel niet anders dan door praktisch onderzoek kan worden opgelost.

Vooraf zij opgemerkt, dat hier alleen de uiterste wissels der tusschenstations beoogd worden; de ligging der overige wissels en sporen, die geene verandering vorderen, blijft vooreerst buiten aanmerking.

Bij de bedoelde veranderde ligging tusschen wissel en puntstuk der verbindingsporen is aangenomen, gelijk op plaat 13, figuur 3, te zien is, dat uitgaande van het punt x, 7.588 M. voor het draaipunt van de tong, de as van het hoofdspoor A gelijkmatig naar beide zijden met een straal van 437.79 M. afbuigt.

Voor den afstand van 0.61 M. tusschen het midden der spoorbanen op het station, zal dan het eene spoor B, dat aan de voor het tweede spoor bestemde zijde ligt, 3.356 M. voorbij het wiskunstige kruispunt in eene 25 M. lange regte rigting en uit deze in een tegengestelden boog van 437.79 M. straal in de as, het andere spoor C op gelijken afstand van het kruispunt in eene 11.67 M. lange regte rigting en uit deze even-

eens in een tegengestelden boog van 437.79 M. straal, overgaan.

De hierdoor verkregen voordeelen zijn duidelijk. De straal voor de as der verbindingsporen wordt tot 437.79 M. vergroot; doordien zoowel de tong als het puntstuk gelijken stand hebben ten opzigte van de buitenspoorstaaf der beide bogen, kan aan deze spoorstaven de overeenkomstig hoogere ligging gegeven worden; verder wordt de kruisinghoek grooter (6° 37′ 10″), dan bij de thans gebruikelijke kruisingen (5° 11′ 40″) en hierdoor de slijting aan de punt geringer, en, daar de hoek, welken de tong met de aansluitende spoorstaaf maakt (1° 26′ 47″), voor elken van de beide bogen slechts voor de helft in aanmerking komt, kan het tangentpunt in het hoofdspoor bij het punt x gelegd worden, want de niet noemenswaardige onnaauwkeurigheid, die hierbij ten opzigte van de ligging van de punt der tong ontstaat, kan veilig buiten aanmerking blijven.

Daar het wiskunstige kruispunt op een afstand van slechts 17.8 M. van het draaipunt der tong komt te liggen en vandaar de afstand tusschen de sporen snel toeneemt, zoo wordt bij vergelijking met den thans gebruikelijken aanleg van wissels en kruisingen eene aanmerkelijke verkorting op de geheele lengte van het uitwijkspoor verkregen (23.35 M.), terwijl de bruikbare lengte onverminderd blijft.

Behalve besparing van kosten heeft dit nog een ander voordeel; want met de verkorting van het uitwijkspoor vermindert de snelheid bij het berijden der in- en uitgangwissels voor alle treinen, die op het station stilhouden of ook slechts langzamer rijden moeten.

Doordat de beide stationssporen gelijkmatig uit de regte as van het hoofdspoor afbuigen, wordt het niet gering te achten voordeel verkregen, dat van den inrijdenden trein, uit welke rigting die ook komt, een vrij uitzigt over het station bestaat, ook wanneer daar reeds een trein van de tegengestelde zijde is ingereden, waardoor de machinist van eerstgenoemden trein in staat is op betrekkelijk grooten afstand te onderkennen of de uitgangwissel vrij en goed gesteld is.

Dat deze aldus aangelegde verbindingsporen, met een straal voor de as van 437.79 M., met verhoogde buitenspoorstaaf en met overeenkomstig lange regte gedeelten, zonder eenig nadeel voor het rollend en spoormaterieel, even zoo snel moeten bereden kunnen worden als het thans tusschen wissel en puntstuk gebezigd wordende regte verbinding-hoofdspoor, kan naauwelijks aan twijfel onderhevig zijn; vermindering der snelheid wordt hier, niet wegens het verbindingspoor, maar wegens den wissel en het puntstuk, en zeker met volle regt als stellig ondersteld. Dit aangenomen, zou niets meer voor behoud van het regte spoor pleiten, terwijl de hier beoogde aanleg, behalve alle reeds aangetoonde, nog dit voordeel voor de reizigers en voor de bagagedienst oplevert, dat elke personentrein, tenzij kruising met een gelijksoortigen trein plaats vinde, op het naast bij het hoofdgebouw liggende spoor kan gelaten worden, hetgeen thans, gelijk bekend is, nu men zooveel mogelijk vermijden moet om snelrijdende treinen door de ongunstig gelegen verbinding in het zijspoor te leiden, alleen dan het geval is, wanneer het hoofdgebouw niet aan de zijde van het ontworpen breede spoor staat.

Zooals uit plaat 13, figuur 1, te zien is vereenigt zich bij de hier ontworpen ligging, ingeval het tweede spoor wordt uitgevoerd — wanneer gelijk bij de Beijersche staatsspoorwegen de afstand tusschen de as der enkele spoorbaan en die van het tweede spoor 3.5 M. bedraagt — het spoor BB in regte rigting met het tweede spoor.

In dit geval kan, daar in het tweede spoor de thans gebruikelijke ligging van wissel en puntstuk moet behouden worden, de boog, die uit het hoofdspoor A naar het spoor B leidt, eenvoudig zooveel verlengd worden, dat de tangent van dien boog met de as van het tweede spoor een hoek van 5° 11′ 40″ maakt.

Het verbindingspoor van deze, volgens het tot dusverre gevolgde stelsel, aangelegde wissel en kruising wordt nogtans bij regelmatig gebruik van het tweede spoor nimmermeer met geheele treinen bereden.

Dit geldt voor den ingangwissel. Bij den uitgangwissel moet, gelijk tot dusverre steeds bij uitvoering van het tweede spoor geschiedde, buitendien een andere stand voor de wissels en puntstukken aangenomen worden, om het rijden tegen de wisseltongen te vermijden.

De nieuw te leggen wissels en puntstukken zouden hier, volgens het thans gebruikelijke stelsel, achter het tangentpunt x gelegd en de in den boog van 437.79 M. straal liggende wissel en puntstuk eenvoudig uitgenomen worden (zie plaat 13, figuur 1).

Ook voor deze beide volgens het tegenwoordige stelsel gelegde wissels en puntstukken geldt de bovengemaakte opmerking, dat zij namelijk niet meer door geheele spoorstaven bereden worden.

Ten opzigte van de hoogere ligging der buitenspoorstaven van de uit het spoor A naar de beide sporen BB en CC leidende bogen zij nog het volgende opgemerkt.

Daar, gelijk reeds boven werd aangetoond, de beide wisseltongen gelijken stand hebben ten opzigte van de buitenspoorstaaf der beide bogen en derhalve in één vlak liggen, zoo kunnen zij, uitgaande van de punt der tong in de rigting naar het draaipunt zeer goed klimmen, mits op laatstgenoemd punt de verhooging niet meer dan 14.5 m.M. bedrage, daar reeds dan, gelijk op plaat 14, figuur 2 VIII te zien is, de twee in het midden der lasch aangebragte doorgaande bouten niet meer ter halver hoogte van de spoorstaaf komen.

Bij de ongemeen sterke verbinding aan het draaipunt van tong en inlaatspoorstaaf, kan zonder gevaar tot deze hoogte gegaan worden en daar zij naar de puut der tong snel afneemt, verhindert zij in geenen deele de aansluiting van de tong tegen de spoorstaaf.

De verhooging van de buitenspoorstaaf over de geheele lengte der beide verbindingbogen, tot het in elk geval voldoende maximum van 58 m.M., is uit de detailteekening op plaat 14, figuur 1, zigtbaar.

Voor zoover bij de wissels en puntstukken stoelen of onderlegplaten gebruikt zijn, moeten deze dienovereenkomstig vervaardigd, maar bovendien tusschen spoorstaaf en dwarsligger platen gelegd worden, waarvan de dikte voor elken dwarsligger afzonderlijk te berekenen is.

De verhooging van de buitenspoorstaven der tegengestelde bogen kan, even als bij de bogen op de gewone baan, geschieden, doch ook hier is de boven aangegeven grootste hoogte van 58 m.M. in ieder geval volkomen voldoende.

ELEKTROMAGNETISCHE AFSTANDSEINEN, VOLGENS HET STELSEL VAN W. HOHENEGGER, *ingenieur*.

(*Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins*, XXII. Jahrgang (1870), VII. Heft, S. 131.)

(Plaat 15.)

Omschrijving en doel van de afstandseinen. — Afstandseinen zijn draaibare groote seinschijven, die bij vertakkingen en kruisingen, alsook aan de uiteinden van elk station geplaatst worden, om aan naderende treinen te allen tijde het sein van veilig „in- of doorrijden" of wel van „halt" te kunnen geven; de afstandseinen hebben ten doel zekere punten van den spoorweg tegen aankomende treinen te dekken.

Vereischte om het sein op groote afstanden te kunnen stellen. — Opdat voor een trein, met volle snelheid in de rigting naar het afstandsein rijdende, onmiddellijk na de waarneming van het sein, de snelheid zoo te regelen zij, dat hij des noods vóór het te dekken punt tot stilstand gebragt kan worden, moeten deze seinen op grooten afstand van dat punt opgerigt worden; volgens de laatste waarnemingen mag die afstand niet minder dan 500 M. bedragen. Ten andere moeten deze afstandseinen uit het te dekken punt van den spoorweg gesteld, en dus op een afstand van minstens 500 M. bewogen kunnen worden, hetgeen op tweederlei wijze geschieden kan:

a. werktuigelijk, door middel van eene trekdraadinrigting;

b. door middel van het elektromagnetisme.

Nadeelen van de beweging met een trekdraad. — Het stellen van het afstandsein door middel van trekdraad heeft het nadeel, dat de lengte der kabels door uitzetting bij warmte aanzienlijk en gestadig verandert, uit welken hoofde kostbare en onzeker werkende compensatie-inrigtingen gevorderd worden; voorts dat men dikwerf genoodzaakt is, ten einde de gemeenschap op den spoorweg niet te verhinderen, de kabels onder den grond te leiden, waardoor zij des winters aan vastvriezen bloot staan; eindelijk dat zij, zelfs bij de eenvoudigste inrigting, groote kosten van aanleg en gestadig onderhoud vorderen.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat in sommige streken de ijzeren deelen der trektoestellen, inzonderheid de kettingen, dikwijls gestolen of beschadigd worden. Deze wezenlijke nadeelen der trekdraadtoestellen leiden tot beweging der dekkingseinen door middel van elektromagnetisme.

Het stellen der afstandseinen door middel van elektromagnetisme. — Nadat het beginsel van beweging langs den elektromagnetischen weg aangenomen was, had steller dezes ter beoordeeling de drie volgende elektromagnetische afstandseinen:

a. De eenvoudige ronde, om eene verticale as beweegbare schijf, stelsel Schönbach;

b. de halfcirkelvormige, om eene horizontale as beweegbare schijf, stelsel Leopolder, die, wanneer de as 180 graden omgedraaid wordt, eene volle cirkelronde schijf vormt; en eindelijk

c. de gewone telegraafarm, die om eene horizontale as beweegt.

a. Het eerste stelsel heeft het nadeel, dat de schijf, wegens den vertikalen stand der as, aan de volle kracht van den wind blootstaat, die gestadig tracht haar te doen draaijen; voor de beweging dezer schijven wordt een zeer sterk drijfwerk gevorderd, om bij storm aan den tegendruk van den wind weêrstand te kunnen bieden.

b. Het tweede stelsel heeft het nadeel, dat de eene helft der schijf steeds zigtbaar blijft, hetgeen bij donker weder tot hoogst gevaarlijke vergissingen aanleiding kan geven.

c. Aan het derde stelsel eindelijk is het nadeel verbonden, dat de seinarm, aan een uiteinde van de

draaias bevestigd, eveneens aan de volle drukking van den wind blootgesteld is, die gestadig den arm om zijne as tracht te doen draaijen, waardoor eveneens het gebruik van zeer sterk drijfwerk gevorderd wordt.

Beschrijving van de afstandseinen van den oostenrijkschen Noordwesterspoorweg. — Bij deze seinen wordt eene regthoekige schijf of plaat gedraaid om eene horizontale as, die door het zwaartepunt der schijf gaat. Die as wordt door een uur- of drijfwerk bewogen, dat in eene achter de schijf aangebragte gegoten ijzeren kast opgesteld is; het geheel staat op eene ijzeren kolom met ijzeren voetstuk. Het drijfwerk wordt langs den elektromagnetischen weg vrij gemaakt; het gewigt van het drijfwerk beweegt zich in de schacht der kolom. Het drijfwerk is zoo ingerigt, dat het de schijf, gelijk een uurwijzer, telkens 90 graden doet omdraaijen, zoodat haar lengteas opvolgend bij afwisseling in een horizontalen of vertikalen stand komt.

In vertikalen stand verdwijnt de schijf achter een grijs geverwd plaatijzeren scherm en wordt dus aan de waarneming van den aankomenden trein onttrokken, terwijl in horizontalen stand de geheele rood geschilderde oppervlakte zigtbaar is; laatstbedoeld sein beteekent „halt", het eerste „veilig".

Des nachts vertoont het sein den aankomenden trein, voor „halt" een rood licht en tegelijk aan de zijde van het station wit licht, terwijl voor „veilig", zoowel voor den aankomenden trein als aan de zijde van het station een groen licht zigtbaar is.

Deze afwisseling van licht wordt verkregen door eene groote lantaarn met holle spiegels, achter den eenen arm (de helft) der schijf aangebragt, en die zoowel in de rigting van den spoorweg als naar de zijde van het station een schitterend wit licht verspreidt. Tegenover de lantaarn is in den seinarm eene met rood glas bedekte cirkelvormige opening, terwijl symmetrisch met dezen rooden bril in den anderen arm (helft) van de seinschijf eveneens een roode bril aangebragt is. Onder een hoek van 90° met deze dubbele roode bril is aan de schijf een dubbele groene bril en in gelijken stand als deze aan het andere einde van de drijfas mede een dubbele groene bril aangebragt, zoodat, naar gelang van den stand der schijf, een roode bril vóór de lantaarn of een groene bril vóór en achter de lantaarn geschoven en dus het verlangde licht verkregen wordt. De lantaarn kan met een over twee rollen loopenden ketting neergelaten worden ten einde ze te kunnen schoonmaken en vullen. De opwindtoestel van het uur- of drijfwerk bevindt zich in het voetstuk der kolom; het drijfwerk behoeft slechts eens opgewonden te worden om 80 seinen te kunnen geven, namelijk 40 voor „halt" en 40 voor „veilig."

De elektromagnetische toestel. — Het uur- of drijfwerk wordt vrij gemaakt door een anker, dat door een hoef-elektromagneet aangetrokken en in beweging gebragt wordt. Tot dat doel loopt van het station, of van het te dekken punt, een geleiddraad boven den grond naar de elektromagneet van het drijfwerk, door welken draad een constante zoogenaamde rust-stroom geleid wordt, zoodat het bovenbedoelde anker gestadig door den magneet aangetrokken en, eerst na afbreking van den stroom, door eene veer van den magneet verwijderd wordt, en het drijfwerk in beweging komt.

Nadeelen van een enkelen geleiddraad boven den grond. — De enkele van het station naar het afstandsein loopende geleiding boven den grond staat aan alle invloeden der lucht-elektriciteit bloot, waardoor het ligt gebeuren kan, dat de constante stroom in den draad plotseling vernietigd of gestoord en daardoor willekeurige bewegingen van het dekkingsein veroorzaakt worden.

Nu zou men geneigd zijn, om, in plaats van de bovengronds-geleiding, een kabel onder den grond te leggen, maar de jongste ondervindingen, zoo wetenschappelijk als praktisch, hebben geleerd, dat een kabel, die niet op aanmerkelijke diepte is ingegraven, evenzeer als de eenvoudige geleiddraad boven den grond, blootgesteld blijft aan den invloed der luchtelektriciteit, die er inductiestroomen in opwekt; dit is geheel anders bij kabels op groote diepte in zee gelegd; hier heeft de luchtelektriciteit geen invloed op den kabel, dewijl de elektrische spanningen alleen aan het oppervlak der zee ontstaan en niet in de diepte doordringen, volgens de wet, dat de elektriciteit zich bij goedgeleidende ligchamen alleen aan de oppervlakte ophoopt. Het leggen van een onderaardschen kabel zou slechts de kosten van aanleg doen toenemen zonder eenig voordeel op te leveren.

Het is steller dezes gelukt een zeer eenvoudig middel te bedenken en, met medewerking van den ingenieur der telegraphen Fr. Bechtold, in praktisch bruikbaren vorm te brengen, door hetwelk de invloed van de luchtelektriciteit op het stellen der afstandseinen onschadelijk gemaakt wordt. Dit middel bestaat in de

Toepassing van eene dubbele geleiding boven den grond met twee tegengestelde constante stroomen. — De beweging van het anker, tot vrijmaking van het drijfwerk, wordt onafhankelijk van den invloed der luchtelektriciteit gemaakt, door in plaats van een enkelen geleiddraad met een stroom in ééne rigting, twee geleiddraden met twee stroomen in tegengestelde rigting,

die gelijktijdig op twee half elektro-magneten werken, te bezigen.

Op de as *o* (plaat 15, figuur 1) van den toestel tot vrijmaking van het drijfwerk is een metalen stuk *m* bevestigd, waaraan twee ankers *r*, die elk tegenover eene magneet *E* gesteld zijn, zoodat de magneten de beide ankers gelijktijdig aantrekken, en deze door het sluiten van de keten magnetisch gemaakt worden. Naar elken elektromagneet is van twee onderscheidene batterijen *k z* een geleiddraad *l* en *l'* gespannen, waarvan de eene met de zinkpool *z* der eene batterij, de andere met de koperpool *k* der tweede batterij verbonden is, waartegen de koperpool van de eerste en de zinkpool van de tweede batterij door eene geleiding met de aarde verbonden zijn.

Aangenomen nu, dat beide batterijen gesloten zijn, zoodat in de geleidingen twee constante stroomen in tegengestelde rigting gevoerd worden, zoo zal ieder anker door den overeenkomstigen magneet aangetrokken zijn; worden nu beide stroomen door eene werktuigelijke inrigting gelijktijdig afgebroken, zoo zullen de beide ankers, gelijktijdig losgelaten, door de veer *f* afgetrokken, hierdoor eene beweging van de vork *G* naar de linkerzijde bewerkt en het uur- of drijfwerk vrijgemaakt worden.

Gesteld nu, dat eene sterk elektrische wolk, met b. v. negatieve elektriciteit, boven de geladen geleiddraden zweeft, zoo zal deze wel in staat zijn den negatieven stroom in de eene geleiding af te breken, maar daarentegen den positieven stroom in de andere geleiding versterken; wanneer nu al het door den negatieven stroom aangetrokken anker mogt worden losgelaten, zoo zal toch het door den positieven stroom aangetrokken anker des te vaster gehouden worden en vrijwording van het uurwerk niet te vreezen zijn.

Door den stand van de beide beweegbare tongen *b* en *c* ten opzigte van het prisma *a* is het mogelijk den arm van het afstandsein onbewegelijk in zijnen oorspronkelijken stand te behouden, zelfs wanneer de beide geleidingen, ten gevolge van eene hevige ontlading van luchtelektriciteit, afgebrand of gestoord mogten zijn.

Bij regelmatig gebruik van het sein wordt namelijk de arm gesteld door de beide stroomen in de geleidingen gelijktijdig af te breken, hetgeen een gelijktijdig loslaten van het dubbele anker *r r* door de twee elektromagneten ten gevolge heeft, waardoor de veer *f* de vork *G* naar de linkerzijde draait en dus ook eene verschuiving van de tong *b* naar de linkerzijde te weeg brengt, zoodat het prisma *a* op de tong *c* valt; daar nu de beide stroomen slechts een oogenblik zijn afgebroken, zoo zullen de beide magneten terstond het dubbele anker weder aantrekken; de vork *G* wordt daardoor naar de regterzijde bewogen, de tong *c* zal onder het prisma *a* naar de regterzijde heen schuiven en het prisma *a* zal in de ledige ruimte van de vork *G* vallen, hierdoor ook het drijfwerk van het sein door den hefboom *h* vrij maken, om den seinarm in den verlangden stand te brengen.

Aangenomen nu, dat beide geleiddraden door atmospherische of andere oorzaken afgebroken of afgebrand werden, zoo zou de tong *b*, door het loslaten van het dubbele anker, onder het prisma *a* naar de linkerzijde getrokken worden; het prisma *a* valt op de tong *c* en blijft daarop zoo lang liggen, tot dat eene of beide geleidingen weder hersteld en de stroomen door de omwindingen der elektro-magneten gevoerd worden, in welk geval de tong *c* weder onder het prisma *a* in de ruimte *G* valt, het drijfwerk vrijgemaakt en de seinarm omgedraaid zal worden.

Gelijke zekerheid tegen de invloeden van lucht-elektriciteit zal verkregen worden, wanneer slechts eene van de beide draadgeleidingen met de batterij en de andere met de aarde verbonden is, en dus slechts in den eenen draad een constante stroom behouden wordt, terwijl de andere draad zonder stroom blijft; zoodra nu de luchtelektriciteit op deze beide draadgeleidingen begint te werken, zal zij in het ongunstigste geval den stroom in de eene geleiding vernietigen en daarentegen in de andere draadgeleiding een inductiestroom opwekken, dus door dezen het eene anker al lang aangetrokken houden, voor dat zij het loslaten van het andere anker bewerken kon.

Inschakeling van het afstandsein. — De inrigtingen tot het stellen van de afstandseinen van elk station bevinden zich in het telegraafbureau van het station en bestaan uit eene dubbele „Tasterboussole" (twee stroomverbrekers, in verbinding met een galvanoskoop) voor elk sein. Eveneens zijn de batterijen tot opwekking van de beide ruststroomen van elk afstandsein in dat bureau geplaatst.

De beide geleidingen boven den grond *l* en *l'* zijn alzoo in het bureau met de „Tasterboussole" en door middel van deze met de batterij, en bij het afstandsein met de omwindingen der elektro-magneten en, door tusschenkomst van deze, met den grond verbonden.

Controle voor de juiste stelling van het afstandsein. — Tot controle voor de juiste werking van het afstandsein dienen de controlewekkers en optische toestellen; eerstgenoemde zijn aan de buitenzijde der gebouwen, de laatste in het telegraafbureau aangebragt. Beide worden door eene zoogenaamde controle-telegraaf-ge-

leiding (figuur 2, *l''*) in beweging gebragt, die van het afstandsein uitgaat en op arbeidstroom, dat is het telkens zenden van een stroom in den draad, is ingerigt. Wordt nu het afstandsein op „halt" (verboden inrijden) gesteld, zoo wordt de controle-geleiding bij het afstandsein door middel van een Morseseingever met de batterij in verbinding gebragt, waardoor de stroom de controleteekens in beweging kan brengen.

De controlewekkers, waarvan een aan den buitenmuur van het telegraafbureau, een bij den uitersten wisselwachter en een bij den eersten wegwachter aangebragt is, beginnen te luiden, terwijl het optische sein in het telegraafbureau eene roode schijf op zwarten grond vertoont. Dit optische controlesein is bijzonder nuttig, daar het nimmer hapert, maar bij de zwakste stroomen teekens geeft, terwijl, gelijk bekend is, de controlewekkers uit verschillende oorzaken zeer dikwijls in gebreke blijven.

Het aanbrengen van den controlewekker bij den eersten wegwachter geschiedt om de volgende reden:

Deze wegwachter moet eenerzijds voor onderhoud en verlichting van het afstandsein zorgen, ten andere elken vóór het afstandsein stilhoudenden trein, die verlangt binnen te rijden, tegen opvolgende treinen dekken; tot dat einde moet hij op het geluid van den controlewekker, en zoolang dit aanhoudt, den eerstkomenden trein voorbij laten gaan, maar den volgenden doen stilhouden, en dezen kenbaar maken, dat reeds een vorige trein op de vergunning tot inrijden wachtte. Om nu den dienstdoenden beambten de zekerheid te geven, dat de wegwachter het sein gehoord en begrepen, of wel dat hij voor het behoorlijk branden der afstandseinlantaarns zorg gedragen heeft, wordt voor den wegwachter een stroomverbreker in de controlegeleiding aangebragt, waarmede hij telkens als de wekker zich laat hooren het gelui driemaal met gelijke korte tusschenpozen moet afbreken.

Controle voor het opwinden van het drijfwerk. — Eindelijk is aan het drijfwerk van het afstandsein eene inrigting gemaakt, waardoor in de controlegeleiding contact ontstaat, wanneer het drijfwerk zoover afgeloopen is, dat nog slechts 8 seinen kunnen gegeven worden. Dan beginnen alle controlewekkers te luiden en gaan daarmede door, tot de stationsbeambte het drijfwerk opwindt of wel den wegwachter ter verantwoording roept.

Kosten van een sein. — De werktuigkundige Johann Leopolder te Weenen, Erdbergstrasse n°. 40, levert deze seinen, onder garantie, voor de volgende prijzen:

Compleet sein met lantaarn, aan de fabriek	*f*	388
2 wekkers	„	38
1 dubbele „Tasterboussole"	„	15
1 optische toestel	„	12
batterijen compleet	„	14
opstellen ter plaatse van bestemming, vracht enz.	„	57
kosten van een volledig opgesteld sein, te zamen	*f*	524

Weenen, April 1870.

VERSCHEIDENHEDEN.

DE WERKTUIGEN, GEBRUIKT TOT DE DROOGMAKING VAN DE STADIL FJORD, DOOR GWYNNE EN CIE. (Plaat 11, fig. 15.) — In de meeste, zoo niet in alle landen vindt men uitgebreide oppervlakten laag en drassig land, die drooggelegd kunnen worden, en waarvan het water hooger opgevoerd met voordeel tot het besproeijen van hooger gelegen streken te gebruiken zou zijn. Aldus zouden moeras en heuvel vóór Februarij geschikt en zeer produktief te maken zijn. In eenige landen, als Nederland en Denemarken, treft men deze laag gelegen landen en moerassen in den vorm van meren en polders aan. De droogmaking van een uitgebreid terrein in dit laatste land zullen wij hier behandelen. Wij bedoelen de Stadil Fjord, meer dan 10 000 A. groot, die drooggemaakt is door werktuigen van 100 paardekrachten, ontworpen en vervaardigd door Gwynne en Cie. van de Essex-street Works, Strand, te Londen. De algemeene inrigting van die werktuigen blijkt uit figuur 15 van plaat 11. Het bestaat uit twee centrifugaalpompen, gedreven door een paar horizontale werktuigen van hooge drukking

met condensatie, tusschen de pompen geplaatst, terwijl de stoom geleverd wordt door twee Cornishketels met dubbele rookgangen. De afvoerbuizen hebben een hevelvorm, waardoor de werktuigen en pompen hooger en boven water te plaatsen zijn. Door de hevelwerking veroorzaakt deze inrigting geen verlies van kracht. Beide buizen zijn aan het eene einde voorzien van eene voetklep en aan het andere einde van eene zelfwerkende gewone valklep van dezelfde afmetingen. Hierdoor wordt het water belet, om, als de pomp niet werkt, naar het land terug te vloeijen.

De verbindingstangen zijn verbonden met eene krukas, in hetzelfde vlak geplaatst met de middelpunten der pompen, zoodat de pompkasten er het verlengde van zijn; tusschen-werkingen van tandraderen en drijfriemen worden daardoor vermeden. De expansiekleppen zijn zoo ingerigt, dat zij den stoom op een achtste ot de helft van den slag kunnen afsluiten. De expansie wordt geregeld door den gouverneur, die zoo gesteld is, dat hij door een van de werktuigen of door beide kan bewogen worden. De luchtpompen zijn van geel koper en hebben geel koperen zuigers; zij staan in ééne lijn met de cilinders en worden bewogen door den door het achterste cilinderdeksel verlengden zuigerstang. De ketels worden gevoed door eene doukey pomp. De aannemers Gwynne en Cie. waarborgden, dat de pompen te zamen 22 000 d.M³. per minuut zouden opvoeren tot eene hoogte van 1.8 M. Het verbruik van brandstof zou niet meer bedragen dan omstreeks 1.5 K.G. in het uur per aangewezen paardekracht. Bij de beproeving der werktuigen was de opgepompte hoeveelheid water veel grooter dan in het contract was bepaald. De gemiddelde afvoer werd bij de proeven 270 000 d.M³. per minuut bevonden.

Soortgelijke werktuigen hebben de heeren Gwynne en Cie. tot het droogmaken van nog andere meren in Denemarken geleverd. Het meer Hadessen, het Bygholm en andere uitgebreide streken worden nu of zullen door dezelfde werktuigen worden drooggemaakt. In Nederland zijn vele uitgebreide meren en polders door dezelfde werktuigen drooggemalen, onder anderen de Lutkemeerpolder, door middel van pompen en werktuigen van 40 paardekrachten, het Oosten van Aalsmeer, met 50 paardekrachten, de polder Grootslag met 40 paardekrachten, de Wieldrechtsche polder, met 40 paardekrachten en meer andere van groote uitgestrektheid.

In stede van de oude groote pompen, die weinig slagen per minuut maken, kostbare funderingen vereischen, en den grond bij elken slag doen dreunen, hebben wij hier een klein werktuig, dat met veel spoed zonder geraas werkt. Vergelijking van Gwynnes centrifugaalpompen met de zware werktuigen, eenige jaren geleden in Engeland vervaardigd, tot droogmaking van het Haarlemmermeer, valt zeer ten voordeele van de eerste uit. Het gewigt der pompen en kleppen, behoorende bij een van de werktuigen bij Haarlem, bedroeg tusschen de 100 000 en 200 000 K.G. en zij waren in staat om 70 000 K.G. water per minuut 4.8 M. hoog op te heffen, als zij met hun gewonen spoed van 8 of 10 slagen per minuut werkten. Wij hebben een van de werktuigen van Gwynne denzelfden arbeid zien verrigten, doch dit weegt slechts 1100 K.G. De eenvoudigheid van deze werktuigen blijkt uit de afbeelding, die verdere omschrijving onnoodig maakt. Spoedig zullen zij de oudere stelsels van pompwerktuigen vervangen en het gebruik zal toenemen, naarmate de doelmatigheid en voordeeligheid door de praktijk meer bekend wordt.

(*The Mechanics' magazine.*)

OVER VEERENDE WIELEN, door de leden J. G. VAN DEN BERGH en J. M. TELDERS. (Plaat 12.) — Bij de vervaardiging der eerste straat-locomotieven is al dadelijk begrepen, dat naar middelen moest worden omgezien, waardoor de aanhechting tusschen de wielen van het voertuig en den weg kon vermeerderd worden. Gewone gesmeed of gegoten ijzeren en stalen wielbanden werden door de ruwe oppervlakte der straatwegen als gepolijst, en de locomotieven waren in dezen toestand geheel ongeschikt om lasten te bewegen over de aardebaan met hare steile hellingen en hare door regen en vorst dikwerf buitengewoon gladde oppervlakten.

Verschillende constructeurs hebben een menigte middelen aan de hand gedaan om tot de gevorderde, meerdere aanhechting te geraken.

Wij zullen een kort overzigt geven van eenige, ons bekende constructiën, die op plaat 12 zijn afgebeeld.

In hoofdzaak heeft men langs tweederlei weg naar de oplossing van het vraagstuk gestreefd.

Eenigen vervangen den harden, stijven wielband van de gewone voertuigen door eene veerende bekleeding van den radkrans. Zij stellen zich voor, op die wijze het vlak van aanraking tusschen wiel en band te vergrooten en de schokken, welke het voertuig te doorstaan heeft, te verminderen. Wordt voor de veerende zelfstandigheid eene zachte stof, als india-rubber, genomen, dan verkrijgt men bovendien twee belangrijke voordeelen.

Vooreerst wordt de aanhechting zeer bevorderd, doordien de ongelijkheden van de baan-oppervlakte in den zachten wielband gedrukt worden, zonder hem te schaden. Ten tweede wordt het hinderlijk geraas bij vervoer over de gewone bestrating in steden en dorpen verminderd.

De tweede categorie van constructeurs bewerkt de buitenzijde der wielbanden in den een of anderen ruwen vorm, of bekleedt den metalen wielband met zachte, ijzeren repen, die wel voorzien zijn van stalen boutkoppen. Deze worden meer of min in den grond gedrukt en de aanhechting wordt alzoo vermeerderd.

In figuur 1 is het algemeen bekende wiel van Thomson geschetst. Het wiel bestaat uit een getrokken ijzeren trommel met gegoten naaf. Om den buitenomtrek is een ring van india-rubber geslagen, van ongeveer 125 bij 300 m.M. dikte en breedte. Twee zoodanige banden voor een stel wielen van 6 voet of 1.83 M. middellijn kosten 2400 gulden.

Al spoedig bleek, dat ook de india-rubber op vochtige of natte wegen te glad is. Ook de tonrondte der wegen gaf aanleiding tot afglijden. Thomson omkleedt daarom zijn wielbanden met dunne stalen plaatjes, die op de in figuur 11 aangegeven wijze tot een buigzamen ketting verbonden zijn.

Volgens proeven, in Engeland en Schotland genomen, wordt de adhesie van eene straatlocomotief met onbuigzamen, ijzeren wielband op een gewonen straatweg ongeveer een en twee derde maal vergroot, wanneer de ijzeren velg door een band van india-rubber wordt vervangen.

Omtrent de duurzaamheid in slijtage van de india-rubber worden verrassend gunstige berigten medegedeeld. Het zeer kostbare van deze wielbanden heeft echter naar middelen doen uitzien tot vermeerdering van hunne duurzaamheid. De reeds genoemde, buigzame ketting van Thomson bewijst als zoodanig goede diensten.

De firma Fowler & C°., te Leeds, tracht hetzelfde doel te bereiken, door 24 stuks U-vormig gebogen stalen plaatjes om radkrans en india-rubber wielband heen te slaan; deze plaatjes worden door eene schroefbout aan de binnenzijde van den radkrans op hare plaats gehouden. Bovendien wordt de india-rubber in segmenten aangebragt, die tusschen hoekijzers zijn opgesloten, zooals in figuur 2 te zien is. Hierdoor wordt het voordeel bereikt, dat eenige beschadiging niet den geheelen wielband onbruikbaar maakt. In figuur 3 is een getrokken ijzeren wiel met india-rubber band en daarover heen geschoven ijzeren velg afgebeeld. De velg bestaat uit eene getrokken ijzeren plaat, waarop twee hoekijzers zijn geklonken, waartusschen de india-rubber is geplaatst. Dit wiel is vervaardigd door de firma Aveling and Porter te Rochester. De vorm is bekend onder den naam van „Adam's patent."

De figuren 4 en 5 stellen soortgelijke wielen met Thomson's wielbanden voor, zooals die door C. Burrell te Thetford vervaardigd worden.

In het wiel van Markinder, dat in figuur 8 voorgesteld is, wordt de india-rubber door 28 stuks wagen-veeren vervangen. Het wiel is van eenvoudige, sterke zamenstelling. Alleen de vervaardiging van den wielband met de daarvoor noodige ombuigingen en uitsnijdingen van de ijzeren plaat schijnt niet zonder bezwaar. Ook dit wiel is door het groot aantal veeren kostbaar.

Figuur 9 stelt een gesmeed ijzeren wiel voor van de firma Tannett Walker & C°., te Leeds. Ook hier wordt de elasticiteit van het wiel door wagenveeren verkregen, die ten getale van twaalf zijn aangebragt.

Het wiel heeft eene middellijn van 1.56 M. De wielband bestaat uit eene plaat van 16 m.M. dikte, waarop zachte, ijzeren repen van 45 m.M. breedte en 12.5 m.M. dikte zijn aangebragt. Een paar van deze wielen kost 1800 gulden.

Een wiel van straat-locomotieven zonder veerkrachtigen wielband, vervaardigd door de firma Fowler & Co. te Leeds, is in figuur 10 geschetst. Een beslag met spiraalsgewijze aangebragte zachte ijzeren reepen en stalen nagels met konischen kop is op den ijzeren wielband aangebragt.

De figuren 6 en 7 geven andere vormen aan van het ijzeren beslag, dat op de wielbanden wordt bevestigd. De in figuur 6 voorgestelde wijze werd in *The Engineer* van 15 September 1871 de best bekende genoemd.

Die volgens figuur 7 dankt haar niet symmetrischen vorm aan de omstandigheid, dat de wielen ten gevolge van de tonrondte der wegen gewoonlijk het meest aan de naar binnen gekeerde zijde van den wielband gedrukt worden, weshalve ook daar de doorgaande bekleeding is aangebragt.

Het spiraalsgewijze plaatsen van de reepen geschiedt klaarblijkelijk met de bedoeling om schokken te voorkomen (*).

WANDDIKTE VAN WATERLEIDINGBUIZEN IN AMERIKA. — Te Chicago werd door den stedelijken hoofdingenieur Chesbrough, bij een onderzoek van den daar bestaanden wateraanleg, de volgende mededeeling gedaan:

De in Chicago gebezigde waterleidingbuizen van goed ijzer, zorgvuldig gegoten, hebben eene wanddikte:

bij 4 duim of 105 m.M. binnenwijdte van 5 lijn of 11.0 m.M.
„ 6 „ „ 158 „ „ „ 5½ „ „ 12.0 „
„ 8 „ „ 211 „ „ „ 6 „ „ 13.2 „
„ 12 „ „ 316 „ „ „ 8 „ „ 17.5 „

(*) Over veerkrachtige stalen wielen zie men ook *Tijdschrift* van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1871—72, 1e afl., bl. 70.

bij 16 duim of 421 m.M. binnenwijdte van 9 lijn of 19.7 m.M.
„ 24 „ „ 632 „ „ „ 10½ „ „ 23.0 „
„ 36 „ „ 948 „ „ „ 14 „ „ 30.7 „

Elke buis op zich zelve wordt vóór het leggen met een druk van 10 dampkringen onder het slaan met ijzeren hamers van 4 tot 7 K.G. zwaarte beproefd.

De werkelijke waterdruk in de leidingen bedraagt 38 M. als maximum.

De moffen der groote buizen zijn betrekkelijk kort maar met een loodsoldeersel ter dikte van 105 m.M. voorzien.

Het waterverbruik te Chicago bedroeg:

in 1869 gemiddeld 82 000 000 d.M³. daags
„ 1870 „ 100 000 000 „ „
„ 1871 waarschijnlijk 114 000 000 „ „

laatstgemeld verbruik op ongeveer 340 000 inwoners.

De wijdte in den dag van de zeer zorgvuldig vervaardigde brandkranen bedraagt 65.8 m.M.

Te St. Louis, dat tegenwoordig eene bevolking van ongeveer 300 000 inwoners telt, worden, naar gelang van de drukhoogte, dikke en dunnere buizen gebezigd — de dikke bij eene hoogte van het reservoir van 55.6 M. boven het nulpunt van de rivier de Mississippi, alzoo bij een maximumdruk van ongeveer 50.5 M. in het stedelijk buizennet, de dunnere bij 39.8 reservoirhoogte boven nul, gelijk aan een werkelijken maximumdruk van ongeveer 34.7 M.

De wanddikte der buizen bedraagt:

	Dikke buizen.		Dunnere buizen.	
	lijnen.	m.M.	lijnen.	m.M.
bij 4 duim of 105 m.M. binnenwijdte	6	13.2	5¾	12.6
» 6 » » 158 » »	6¾	14.3	6¼	13.7
» 8 » » 211 » »	7¼	15.9	6¾	14.8
» 10 » » 263 » »	7½	16.4	7¼	15.9
» 12 » » 316 » »	8½	18.6	7½	16.4
» 15 » » 395 » »	9¾	21.4	8½	18.6
» 20 » » 527 » »	10¾	23.0	9¾	21.4
» 30 » » 790 » »	14½	31.8	12	26.3
» 36 » » 948 » »	16½	36.2	13½	29.6
» 40 » » 1053 » »	17½	38.4	14½	31.8
» 42 » » 1106 » »	18½	40.6	15½	33.4
» 48 » » 1264 » »	20	43.9	16½	36.2

(*Zeitschrift des Oest. Ing. u. Architekten-Vereins.*)

REMBLOKKEN VAN GEGOTEN IJZER. — Op den Opper-Silezischen spoorweg worden sedert eenige jaren ijzeren remblokken gebezigd, door de gebroeders Glöckner te Tschirndorf, bij Halbau, uit een bijzonder mengsel van gegoten ijzer en gegoten staal vervaardigd.

Hun materiaal vertoont op de breuk eene goede, digte, fijnkorrelige oppervlakte; onder ongeveer 2768 remblokken is nog slechts een enkel ten gevolge van eene fout in het gieten gebroken.

Volgens de bij genoemden spoorweg opgedane ondervinding is, door het gebruik van deze gegoten ijzeren blokken in plaats van houten, eene besparing van 31 ten honderd op de kosten van onderhoud bij goederenwagens, en van 39 ten honderd bij bagagewagens te verkrijgen. Voorts worden nog de volgende voordeelen vermeld, welke hun gebruik met zich brengt: de radkranzen hebben minder te lijden en daardoor wordt zoowel aan de wielbanden als aan de spoorstaven groote besparing verkregen; gebreken aan de naafbussen als anderszins, ten gevolge van het glad slijpen van de wielbanden, komen niet meer voor; deze worden minder verhit dan bij houten remblokken; die van gegoten ijzer kunnen niet, gelijk de houten, ontbranden; de remtoestellen geraken zeldzamer buiten dienst voor het verwisselen van blokken; eindelijk werkt de geheele toestel voortdurend gunstiger, omdat de slijting der ijzeren blokken geringer is.

Bij het gebruik van die blokken is daarentegen eene grootere krachtsinspanning voor den remmer bij het vastzetten der wielen noodig, maar hij is toch tot die krachtsinspanning in staat. De vermeerdering van het eigen gewigt der wagens bedraagt ongeveer 2 centenaars (100 K. G.) en dit moet als een gering bezwaar, dat door andere voordeelen rijkelijk wordt opgewogen, mede in rekening worden gebragt. Om eindelijk te voorkomen dat, bij mogelijke verbrijzeling van een remblok, stukken daarvan op de spoorstaven vallen die tot ontsporing aanleiding zouden kunnen geven, is achter het remblok eene veiligheidsstang aangebragt, die de beide uiteinden verbindt, en derhalve bij het breken de deelen onderling bijeenhoudt.

Proefnemingen met geharde, gegotene zoomede met gesmeed ijzeren remblokken hebben geene gunstige uitkomsten gegeven, doch die met de laatstgemelde zijn nog niet van grooten omvang geweest.

Men moet nog opmerken, dat de Opper-Silezische spoorweg 346 wagens met gegoten ijzeren remblokken in dienst heeft en met de verkregen uitkomsten zeer tevreden is.

Volgens berekening kan de duurzaamheid van deze blokken op gemiddeld ongeveer 9 jaren voor goederenwagens en op 3 jaren voor bagagewagens worden gesteld, terwijl houten remblokken het slechts 2 jaren voor eerstgemelde en 7 maanden bij laatstgemelde uithouden.

(*Zeitschrift d. Ver. D. Eisenbahn-Verwaltungen.*)

VERNIELING DOOR ONTPLOFFENDE MIDDELEN. — Voor de spoedige wegruiming van gebouwen en militaire werken, zooals kazematten, magazijnen of vestingwerken, geeft de knal-ontploffing een gemak van zeer veel belang, daar zij de moeijelijkheden, het gevaar en de kosten van het werk tot een minimum terugbrengt. De uitkomsten, door de militaire genie met zamengeperst schietkatoen verkregen, leveren daarvan een voorbeeld op. Men wenschte eene contrescarp-galerij, een deel uitmakende der oude vestingwerken van Portsmouth, te vernietigen; zij was 76 M. lang en 2.14 M. breed. De frontmuur was van 1.5 tot 1.75 M. dik en bevatte negentien schietgaten. De galerij was overdekt met een booggewelf ter dikte van 0.48 M. (waarboven men den grond heeft weggeruimd) en hare geheele inwendige hoogte bedroeg 2.24 M. Aan elk eind was eene opening, met eene houten deur gesloten, beschermd door een ijzeren roosterwerk van staven, dik 25 c.M., op 1 d.M. onderlingen afstand van elkander.

Men stelde zich voor, deze contrescarp aan eene reeks van kleine proefnemingen te onderwerpen, en, bij ontstentenis van eenige ondervinding met betrekking tot de uitwerking van schietkatoen, in het inwendige van een gebouw gebezigd, besloot men 27 K.G. daarvan tegen den muur, waar het gewelf aanving, in drie ladingen nabij het eene uiteinde van de galerij aan te brengen. De gezamenlijke ontploffing van deze ladingen had de vernieling van de galerij over eene lengte van ongeveer 48 M. ten gevolge, zijnde het overige later vernield. Maar dit was slechts een gedeelte van de teweeggebragte vernieling.

De hevige schok aan het andere eind der galerij, alwaar de gaskolom verhinderd werd te ontsnappen, veroorzaakte de vernieling van ongeveer 25 M. van dit gedeelte van de contrescarp en de staven van het ijzeren roosterwerk, dat den uitgang afsloot, werden in allerlei fantastische vormen gebogen en gewrongen en tot op een afstand van omstreeks 55 M. weggeslingerd. Deze lange galerij was dus geheel onbruikbaar gemaakt en het grootste deel daarvan werd vernield bij de ontploffing van 27 K.G. zamengeperst schietkatoen; en het lijdt weinig of geen twijfel dat, indien dezelfde hoeveelheid in het midden in plaats van aan het eene eind ware aangebragt, de galerij volkomen vernield zou zijn geweest.

Een ander voorbeeld van de eenvoudige, snelle en afdoende wijze, waarop de wegruiming van zeer stevige bouwwerken kan worden verkregen door de ontploffing van zamengeperst schietkatoen, leverde de vernieling van den Martello-toren nabij Rye op. Dit cirkelronde gebouw was van gebakken-steen gemetseld; de muren hadden aan de zeezijde 3.66 M. dikte, tot aan de landzijde verminderende tot 2.14 M. Het had twee vensters en eene deur, en de teerling inhoud bedroeg 213 M³.

Op den vloer van dezen toren werden 90 K.G. zamengeperst schietkatoen in drie hoopen geplaatst om gelijktijdig te worden aangestoken. De uitbarsting had ten gevolge dat het bovenste gedeelte van den toren met het dak langzaam eenige decimeters omhoog werd geheven; de muren helden naar buiten over en het bovendeel stortte op den grond; de toren was volkomen vernield, terwijl geen enkele steen verder dan op 45 M. afstands was geworpen. De geheele handeling werd door twee of drie personen binnen een uur tijds verrigt.

Een andere toren werd vervolgens vernield met 74 K.G. schietkatoen en met gelijk gevolg. Men heeft uit de voorhanden gegevens berekend, dat men, om gelijke uitkomsten met buskruid te verkrijgen, daarvan minstens 550 K.G. zou hebben noodig gehad.

(*The Engineer.*)

IJZERPAPIER. — Op de Londensche tentoonstelling van 1851 werd voor het eerst een monster van ijzerpapier aangetroffen en wel uit Amerika. Een levendige wedstrijd onder de engelsche ijzerfabrikanten om het dunst mogelijke ijzer te verkrijgen was daarvan het gevolg. De heer Gillott leverde bladen of vellen, waarvan de gemiddelde dikte het 1 800ste gedeelte van een eng. duim (0.01388 m.M.) bedroeg. Met andere woorden: 1 800 bladen of vellen, op elkander gelegd, hebben gezamenlijk de dikte van 1 eng. duim of 25 m.M., terwijl het dunste vloeipapier, dat bij de papierhandelaren te verkrijgen is, het 1 200ste gedeelte van een duim dik is.

Deze uiterst dunne ijzeren vellen zijn volkomen glad en men kan er zeer goed op schrijven, hoezeer zij, tegen het licht gehouden, zich poreus voordoen.

Met het oog op een zoo gewigtigen tak van nijverheid als de ijzerhandel, zal men welligt gaarne eenige opmerkelijke bijzonderheden vernemen omtrent den omvang, waartoe ijzer kan worden geplet, en de dunte van de vellen, waartoe men kan geraken.

Het amerikaansche monster was uit Pittsburg afkomstig en bestond uit een brief, geschreven op een velletje, waarvan er duizend noodig waren om een duim (25 m.M.) dikte te verkrijgen: de afmetingen waren 8 bij 5½ duim of 44 duim in het vierkant (275 c.M².) en het woog 69 grain (0.447 m.G.)

De zaak was niet zoodra door den druk bekend geworden, of de Engelschen togen aan den arbeid en spoedig vernamen wij dat een vel van dezelfde oppervlakte, maar slechts 40 grain (0.259 m.G.) wegende, aan de Marshfield Ironworks, Llanelly, Carmarthenshire, was vervaardigd. Weldra slaagden de Hope Ironworks er in, een vel van 11 vierkante duim oppervlakte te vervaardigen, wegende 89 grain, of, herleid tot den straks aangegeven maatstaf van 44 vierkante duim, 33 grain (0.214 m.G.); de heeren B. Williams en Cie. leverden een vel van 69 vierkante duim, wegende 49 grain, of volgens denzelfden maatstaf 31 grain (0.201 m.G.); de Marshfield works volgden met een vel van 44 vierkante duim (275 c.M².), dat slechts 23½ grain (0.152 m.G.) woog, en zoo dun, dat niet minder dan 2 583 zoodanige velletjes benoodigd zouden zijn om de dikte van een duim te bereiken; een ander vel, 8 bij 6 duim of 48 duim in oppervlak, woog 25 grain (310 c.M².) of, volgens den vermelden maatstaf, 23 grain (0.149 m.G.) en daarvan zouden er 2 950 noodig zijn, om tot dezelfde dikte te geraken. Daarop volgden de Pontardawe Tinworks met een vel van $14\frac{3}{4}$ bij $7\frac{5}{16}$ duim of 115.17 vierkante duim (98 c.M².); wegende 60 grain, of volgens denzelfden maatstaf 24½ grain (0.159 m.G.), een weinigje zwaarder dan de vellen van Marshfield, maar er wordt beweerd, dat er 3 799 van die vellen noodig zijn om een duim dikte te bereiken.

En nu nog sterker. De meesterknecht van de heeren W. Hallam en Cie. van de Upper Forest Tinworks, nabij Swansea, is er in geslaagd een zoo zuiver en dun vel te vervaardigen, als ooit werd aanschouwd. Het ijzer werd in een smeltoven met houtskool en den gewonen blaasbalg behandeld; daarna onder den hamer gebragt, om tot een regelmatig plat stuk te worden gevormd; vandaar werd het naar den puddeloven en, na genoegzaam verhit te zijn, in de pletrollen gebragt, uitgerekt en met de schaar op de vereischte lengten gesneden, tot een pakket zamengevoegd en weder naar den oven gebragt; na verhit te zijn werd het door de pletrollen gevoerd, weder naar den oven terug gebragt en na behoorlijk tot de vereischte dikte te zijn verwerkt tusschen de rollen gevoerd en tot eene door en door goede staaf vervormd. Tot zoover wat de smederij betreft. Het werd vervolgens naar de pletterij gebragt en geplet tot dat men kon onderstellen, dat het ligter was dan 23 grain (0.149 m.G.), vervolgens door de koude pletrollen gevoerd om er het vereischte polijst aan te geven en nu had men het dunste vel ijzer, dat ooit was aanschouwd. Dit vel is 10 bij 5½ duim of 55 duim in oppervlak, en weegt slechts 20 grain, dat is volgens den meer vermelden maatstaf slechts 16 grain (0.104 m.G.), of 30 ten honderd minder dan eenige voorafgaande proeve; minstens 4 100 van zulke vellen gaan in een duim of 25 m.M. dikte.

(*Mining Journal.*)

BOEKAANKONDIGING.

Théorie complète des nombres complexes, dans les diverses fonctions, suivi d'un complément, par G. C. Louwenrier. Zalt-Bommel, H. J. van der Garde, 1872. ƒ 2.—.

In de rekenkunde duiden de getallen slechts hoeveelheden aan; in de overige wiskundige vakken is daaraan, door behulp van teekens, ook een denkbeeld van rigting verbonden. De getallen in de rekenkunst zijn dus absoluut, zij beduiden niets meer dan het cijfer zegt, daarbuiten zijn zij complex, zamengesteld, daar zij twee denkbeelden, grootte en rigting, aanduiden.

De rigting kan zijn direct en kan dan worden aangegeven: positief $\uparrow 0°$, negatief $\uparrow 180°$; zij kan zijn indirect en worden aangeduid: positief $\uparrow 2\pi$, $\uparrow 4\pi$, enz.; negatief $\uparrow \pi$, $\uparrow 3\pi$, enz.

Door optelling, aftrekking, vermenigvuldiging, deeling en magtsverheffing, ontstaan geene andere rigtingen, dan positieve en negatieve. Door de worteltrekkingen is men echter gekomen tot zoogenaamde denkbeeldige of onbestaanbare uitdrukkingen van den vorm $\pm a \pm \sqrt{-1} \cdot b$, waarvan, voor zoover betreft den tweeden term, de rigting noch positief, noch negatief is.

Uit de eigenschappen van den cirkel en de evenredigheid $-1 : \sqrt{-1} = \sqrt{-1} : +1$, volgt dat $\sqrt{-1}$ aanduidt de eenheid in eene rigting loodregt op die gaande van — naar + en dus kan aangewezen worden door $1 \uparrow \frac{\pi}{2}$.

Hiervan uitgaande toont de schrijver aan, dat, bij de verschillende mathematische bewerkingen, de aanwijzers

der rigtingen dezelfde regelen volgen, als de exponenten; vervolgens, dat, wanneer, zooals zulks behoort, ook de indirecte rigtingen worden in aanmerking genomen, het aantal wortels uit eene grootheid altijd gelijk is aan het aantal eenheden, bevat in den index der worteltrekking, zoodat men bijv. heeft:

$$\sqrt[n]{a^n} = a\,\hat{}\,\left|\frac{0}{n}, a\,\hat{}\,\right|\frac{2\pi}{n}, a\,\hat{}\,\left|a\,\frac{4\pi}{n}\right. \text{ tot } a\,\hat{}\,\left|\frac{2n\pi}{n} = a\,\hat{}\,\right|0$$

$$\sqrt[n]{-a^n} = a\,\hat{}\,\left|\frac{\pi}{n}, a\,\hat{}\,\right|\frac{3\pi}{n}, a\,\hat{}\,\left|a\,\frac{5\pi}{n}\right. \text{ tot } a\,\hat{}\,\left|\frac{(2n+1)\pi}{n} = a\,\hat{}\,\right|\frac{\pi}{n}.$$

Wordt in den vorm $x \pm \sqrt{-1}.y$ de eerste term aangegeven door eene lijn van x lengte-eenheden, dan kan de tweede worden voorgesteld door eene lijn van y lengte-eenheden, loodregt op de eerste.

De lijn, die de beide uiteinden der genoemde vereenigt, is dus $r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$, en de rigting van die lijn wordt aangegeven door Boog tang $\frac{\pm y}{x}$. De complexe uitdrukking voor de lijn r is dus $r\,\hat{}$ Boog tang $\frac{\pm y}{x}$. Alle wortels van de eenheid worden aangeduid door den vorm $1\,(\cos\varphi + \sqrt{-1}.\sin\varphi)$, of, voor $\cos\varphi = x$, $\sin\varphi = y$ door $1\,\hat{}\,\varphi$.

Met behulp van deze uitdrukking vindt men voor de wortels der vergelijking

$$x = \sqrt[n]{+1},\ x = 1\,\hat{}\,\left|\frac{0}{n}, 1\,\hat{}\,\right|\frac{2\pi}{n},\ 1\,\hat{}\,\left|\frac{4\pi}{n}\right.,\ \text{enz.}$$

$$x = \sqrt[n]{-1},\ x = 1\,\hat{}\,\left|\frac{\pi}{n}, 1\,\hat{}\,\right|\frac{3\pi}{n},\ 1\,\hat{}\,\left|\frac{5\pi}{n}\right.,\ \text{enz.}$$

Door de exponenten kan worden aangegeven vermenigvuldiging, deeling, magtsverheffing en worteltrekking. Er bestaat echter geene mathematische bewerking, waaruit de worteltrekking uit een exponent zou kunnen voortvloeijen, zoodat het teeken $\sqrt{-1}$ hier geen gemiddelde zijn kan tusschen $+1$, het teeken der vermenigvuldiging, en -1, het teeken der deeling. Om dus de bedoeling van $\sqrt{-1}$ in de exponentiële vormen te kunnen begrijpen, moet worden nagegaan hoe het, door algebraïsche analyse, daarin ontstaan is.

Door ontwikkeling der waarden van e^y, sin y en cos y, in reeksen en vermenigvuldiging van de reeks voor sin y, met $\sqrt{-1}$, heeft men gevonden de bekende betrekkingen

$$e^{\sqrt{-1}.y} = \cos y + \sqrt{-1}.\sin y,$$
$$e^{-\sqrt{-1}.y} = \cos y - \sqrt{-1}.\sin y.$$

Nu beduidt inderdaad de eerste dezer vormen niets anders dan $1\,\hat{}\,y$, de tweede $1\,\hat{}\,-y$ en dus wordt

$$e^{\sqrt{-1}.y} = 1\,\hat{}\,y = e^{\circ}\,\hat{}\,y,$$
$$e^{-\sqrt{-1}.y} = 1\,\hat{}\,-y = e^{\circ}\,\hat{}\,=y$$

$\pm\sqrt{-1}.y$, als exponent, beduidt dus niets anders dan $\hat{}\,\pm y$, dus de rigting, waarin het complexe getal moet genomen worden, terwijl de maat van den boog der afwijking van de rigting door $\pm y$ wordt aangewezen. $\sqrt{-1}$ geeft dus hier niets anders te kennen, dan dat de afwijking moet gemeten worden langs den boog.

Verder wordt aangetoond, dat ook voor elke andere basis a, de waarde van $a^{\sqrt{-1}.y} = 1\,\hat{}\,y$, terwijl dus $e^x + \sqrt{-1}.y = e^x\,\hat{}\,y$ en $a^x + \sqrt{-1}.y = a^x\,\hat{}\,y$ wordt en dat uitdrukkingen van den vorm $(e^{\sqrt{-1}.x})^{\sqrt{-1}.x}$ geene andere beteekenis hebben dan $1\,\hat{}\,x = e^{\sqrt{-1}.x}$.

Na aldus de exponentieele vormen behandeld te hebben, gaat de schrijver over tot de goniometrische en cyclometrische vormen.

Door in de bovenaangehaalde vergelijkingen te stellen $y = \sqrt{-1}.\varphi$, zijn daaruit afgeleid uitdrukkingen voor $\cos\sqrt{-1}.\varphi$ en $\sin\sqrt{-1}.\varphi$. Analyseert men die vergelijkingen dan blijken zij eene ongerijmdheid te bevatten tenzij $\varphi = 0$ is, voor welke waarde zij alleen doorgaan.

Vervangt men in de formulen voor cos φ en sin φ, de waarde van φ door $x + \sqrt{-1}.y$, dan volgt hieruit door analyse, dat

$$\cos x + \sqrt{-1}.y = \cos x, \qquad \sin x + \sqrt{-1}.y = \sin x$$

is, waaruit wordt afgeleid, dat in cos. of sin $\sqrt{-1}.y$ of cos. of sin $(x + \sqrt{-1}.y)$, de uitdrukking $\sqrt{-1}.y$ noch absolute, noch complexe, maar alleen eene denkbeeldige waarde bevat.

Na te hebben aangetoond, welke toepassing van zijne theorie gemaakt kan worden, gaat de schrijver over tot de beoordeeling der uitspraak van Euler en anderen, dat alle positieve getallen een oneindig aantal logarithmen hebben, van welke slechts één bestaanbare, en dat alle negatieve getallen een oneindig aantal onbestaanbare logarithmen hebben.

Hij betoogt, dat, voor elke basis, ieder positief, of negatief, getal slechts één logarithmus heeft, dat echter die positieve of negatieve getallen, als complexe getallen, in hun logarithmus het teeken van hunne rigting aanwijzen, zoodat men bijv. heeft Log $+1 = 0 + \hat{}\,2n\pi$, Log $-1 = 0 + \hat{}\,(2n+1)\pi$, terwijl de beteekenis dier rigtingen niets anders is dan $\hat{}\,2n\pi = +$ (positief) $\hat{}\,(2n+1)\pi = -$ (negatief).

Het bovenstaande zal wel voldoende zijn om de strekking van het werk van den heer Louwenrier aan te toonen. In een complement gaat hij nader na, welke bedoeling moet gehecht worden aan de teekens $\pm$, aan de denkbeeldige waarden, enz. en toetst hij, aan de door hem ontwikkelde theorie, de meeningen van verschillende schrijvers, die de denkbeeldige of onbestaanbare vormen in hunne geschriften behandeld hebben.

Het komt ons overbodig voor hiervan meer te zeggen: liever willen wij de lezing van het boek aanbevelen, dan te trachten, met enkele woorden, ook van den inhoud van dit tweede, zeer gewigtige deel een denkbeeld te geven. Zal toch dit denkbeeld niet al te gebrekkig zijn, dan kan het zeer afgetrokken onderwerp bijna niet korter, gewis niet duidelijker behandeld worden, dan het door den schrijver gedaan is.

M.

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

NEDERLAND.

Tot 31 December 1872.

BOEKEN.

Gendt (A. L. van). — Verbetering der wegen naar en van het centraal-spoorwegstation te Amsterdam. 15 blz. gr. 8vo. met een kaartje. Amsterdam, C. L. Brinkman. ƒ 0.50

Gendt Jr. (J. G. van). — Bouwkalender voor 1873. 2, 48 en 120 blz. en wit papier. Amsterdam, C. L. Brinkman. Zakform. geb. ƒ 1.00

Grothe (D.) — Mechanische technologie, ten dienste van het middelbaar onderwijs, een leerboek voor fabrikanten en industrieelen, een leesboek voor beschaafden. 2e verbeterde en vermeerderde druk. IV en 502 blz. gr. 8vo. Gorinchem, J. Noorduyn en Zoon. 1871. ƒ 6.75

Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Uitgegeven op last van zijne excellentie den minister van koloniën. 1e jaargang. 1e deel. 1872. XII en 277 blz. gr. 8vo. met een chromolith. plaat, 3 kaarten, 1 uitsl. tabel en 1 uitsl. plaat. Amsterdam, C. F. Stemler. In linnen ƒ 5.00

(De geognostisch-mijnbouwkundige kaart van het eiland Bangka, distrikt Blinjoe, volgens opneming van den ingenieur voor de mijnen J. E. Akkeringa gedurende de jaren 1858—1861, schaal 1—60 000, is afzonderlijk verkrijgbaar voor ƒ 2.50.)

Kenmerken der metalen met het oog op de scheikundige analyse. roy. 8vo. Zalt-Bommel, H. J. van de Garde. ƒ 0.30

Louwenrier (G. C.) — Théorie complète des nombres complexes dans les diverses fonctions suivie d'un complément. VIII en 162 blz. gr. 8vo. met een uitsl. plaat. Zalt-Bommel, H. J. van de Garde. ƒ 2.00

Reglement voor de scheepvaart ter beveiliging van de spoorwegbrug over de Oude Maas in den staatsspoorweg van Rotterdam naar Breda. 15 blz. kl. 8vo. Dordrecht, Warburg en Comp. ƒ 0.10

Schuringa (Dr. P.) — De vrije centraal-beweging in de rechtlijnige baan. Beschouwingen naar aanleiding van Prof. van Geer's geschrift: « Onderzoek eener bijzondere omstandigheid der centrale beweging » 4 en 60 blz. gr. 8vo. Schoonhoven, S. en W. N. van Nooten. ƒ 0.75

Stratingh Tresling (Dr. S.) — Het bouwen van arbeiderswoningen. Met atlas. 2e stuk. blz. 65—144 en pl. 6—15 gr. 8vo. Haarlem, Erven Loosjes. ƒ 3.90

Voorwaarden (Algemeene) voor de uitvoering van werken en leveringen voor den dienst der genie, vastgesteld bij beschikking van den minister van oorlog, van 3 Augustus 1872, nº. 58G. 8 en 229 blz. post 8vo. 's Gravenhage, Gebrs. van Cleef. In carton ƒ 1.00

KAARTEN EN PLANS.

Geognostisch-mijnbouwkundige kaart van het eiland Bangka, district Blinjoe, volgens de opneming van den ingenieur voor de mijnen J. E. Akkeringa, gedurende de jaren 1858—1861. Schaal 1 : 60 000. Uitgegeven op last van zijne excellentie den minister van koloniën. Amsterdam, C. F. Stemler. ƒ 2.50

Kaart (Nieuwe) der spoorwegen en stoombootvaarten van het koningrijk der Nederlanden op de schaal van 1 : 600 000. Vervaardigd naar de topogr. en mil. kaart van het ministerie van oorlog, onder toezigt van P. H. Witkamp. 's Gravenhage, Smulders & Comp. ƒ 1.25; op linnen in etui ƒ 2.00; op linnen met rollen en vernist ƒ 2.50

Kuyper (J.) — Atlas van Nederland en de overzeesche bezittingen. Op koper gegraveerd door van Baarsel en Tuyn, D. Veelwaard Jr. en J. C. Zürcher. Steengravure en druk van Tresling & Comp. 5e uitgave. Leeuwarden, Hugo Suringar. 16 bladen groot folio. In losse bladen in portefeuille ƒ 16.75; in heel linnen band ƒ 18.30; in heel linnen band, met bijgevoegde beschrijving ƒ 20.90

Land- en zeekaart der Banda-eilanden, eerbiedig opgedragen aan Z. M. den Koning der Nederlanden door P. C. Lans, als hulde voor Z. M. besluit van opheffing der monopolie in die gewesten. Zamengesteld en opgenomen door A. Guyot. Lithographie en kleurendruk van J. Smulders en Comp. 2 in kleuren gedrukte folio bladen. 's Gravenhage, Smulders en Comp. In losse bladen ƒ 10.00; opgeplakt met rollen ƒ 15.00

Melvill van Carnbée (P. baron) en W. F. Versteeg. — Algemeene atlas van Nederlandsch Indië uit officieele bronnen en met goedkeuring van het gouvernement zamengesteld. 2e uitgave met verbeterkaarten. 31 gelith. gekl. kaarten folio. Gouda, Gualtherus Kolff. 1870. In half leer ƒ 55.00

FRANKRIJK.

Tot 31 December 1872.

BOEKEN.

Accidents (les) sur les chemins de fer français dans leurs rapports avec les agents de la traction. Pétition des mécaniciens et chauffeurs à l'Assemblée nationale. In-8°, 64 p. A Paris, chez Le Chevalier.

Adhémar (d'). — Traité pratique de la construction des tramways, chemins de fer à chevaux dits chemins de fer américains. Application des divers systèmes à l'établissement des chemins de fer d'intérêt local; par M. le comte d'Adhémar, ingénieur civil. In-8°, 99 p. avec fig. A Paris, chez E. Lacroix.

Publications scientifiques-industrielles d'E. Lacroix.

Agenda Oppermann, à l'usage de ingénieurs, architectes, agents voyers, conducteurs de travaux, mécaniens, industriels, entrepreneurs. 1873. In-18, 197 p. A Paris, chez Dunod.

Annuaire des marées de la basse Cochinchine pour l'an 1873; par M. G. Héraud, sous-ingénieur hydrographe. In-18, 34 p. A Paris, chez Bossange. Dans les ports. fr. 0.75

Annuaire des marées des côtes de France pour l'an 1873: par M. Gaussin, ingénieur hydrographe de première classe. In-18, VIII—311 p. A Paris, chez Bossange. Dans les ports. fr. 1.00
Publications du Dépôt de la marine.

Boisnel. — Architecture navale. Traité complet du tracé des bâtiments de mer; par E. Boisnel, maître entretenu de la marine de l'Etat. Accompagné de 2 grandes planches. In-8°, 48 p., 2 pl. et 2 tableaux. A Paris, chez A. Bertrand. fr. 4.00

Bobée-Galli. — Quadrature du cercle. Solution des problèmes suivants: 1° construire un carré dont la surface soit égale à celle d'un cercle donné; 2° construire un cercle dont la surface soit égale à celle d'un carré donné; par Bobée-Galli, docteur ès sciences. 2e édition, revue et augmentée. In-4° à 3 col., 4 p. Paris, autographie Joly. fr. 0.20

Champion. — La dynamite et la nitroglycérine, historique, préparation, propriétés, emploi, modes d'explosion, appareils electriques, applications à la guerre et à l'industrie, torpilles; par P. Champion, chimiste. In-18 jésus, VIII—249 p. A Paris, chez J. Baudry.

Collignon. — Traité de mécanique; par Edouard Collignon, ingénieur des ponts et chaussées. 1re partie. Cinématique. In-8°, IV-508 p. A Paris, chez Hachette et Ce. fr. 7.00

Commission internationale du mètre. Réunians générales de 1872. Proces-verbaux. In 8°, 231 p. Paris, impr. nationale.

Connaissance des temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1873, publiée par le Bureau des longitudes. In-8°, LXXXIX—562 p. A Paris, chez Gauthier-Villars. fr. 6.50

Construction (la) des ponts et viaducs en bois, en pierre, ponts métalliques, fondations tubulaires. Ouvrage divisé en trois parties comprenant les nouveaux systèmes de constructions adoptés dans tous les pays, avec la description et planches cotées à l'appui, des principaux ouvrages d'art exécutés dans les différentes contrées de l'Europe et des États-Unis d'Amérique. 3e partie. Ponts métalliques. 1er fascicule: Ponts en fonte. 2e fascicule: Ponts en fer. 3e fascicule: Ponts en tôlo, fondations tubulaires. In-4° à 2 col., 95 p. et 39 pl. A Paris, chez E. Lacroix. Chaque fascicule. fr. 20.00
Publications scientifiques-industrielles d'E. Lacroix.

Cordier. — Equilibre stable des charpentes en fer, bois et fonte; par Eug. Cordier, architecte. Grand in-4°, XIII—292 p. A Paris, chez Dunod.

Coulier. — Ventilation économique et chauffage des cafés, salles d'asile, etc.; par M. Coulier, docteur en médecine, professeur de chimie au Val-de-Grâce. (Société des sciences, etc., de Lille: Concours de 1871, médaille d'or.) In-8°, 39 p. avec fig. Lille, impr. Danel
(Extrait des Memoires de la Société, 1871, 3e série, 9e vol.)

Debauve. — Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées, rédigé conformément au programme annexé au décret du 7 mars 1868 réglant l'admission des conducteurs des ponts et chaussées au grade d'ingénieur; par A. Debauve, ingénieur des ponts et chaussées. 6e fascicule. Mécanique rationnelle. In-8°. 173 p. avec 150 fig. et 6 pl. A Paris, chez Dunod.

Delvordre. — Traité pratique sur les chaudières à vapeur; par L. Delvordre. In-8°, XV—365 p. et 39 pl. Lille, les principaux lib.; l'auteur.
Cet ouvrage est spécialement destiné aux manufacturiers et industriels qui emploient la vapeur comme force motrice.

Denayrouze. — Des aérophores et de leur application au travail dans les mines; par A. Denayrouze, lieutenant de vaisseau, et L. Denayrouze, ancien élève de l'Ecole polytechnique. In-8°, 68 p. et 2 pl. A Paris, chez Dunod.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le ministre de l'agriculture et du commerce. T. 78. In-4° à 2 col., 378 p. et 50 pl. Paris, impr. nationale.

Etenaud. — La Télégraphie électrique en France et en Algérie, depuis son origine jusqu'au 1er janvier 1872, précédée d'une notice sur la télégraphie aérienne; par Alfred Etenaud, directeur des transmissions télégraphiques à Montauban. 2 vol. In-8°, 836 p. Montpellier, chez Montauban, l'auteur. fr. 12.—

Exploitation (l') de la houille aux grandes profondeurs. Puits Hottinguer de la Société anonyme des houillères et du chemin de fer d'Epinac. Système atmosphérique de l'ingénieur Z. Blanchet, directeur. In-8°, 23 p. et 3 pl. Autun, impr. Dejussieu.

Figuier. — L'Année scientifique et industrielle, ou exposé annuel des travaux scientifiques, des inventions, etc.; par Louis Figuier. 8e année (1863). In-18 jésus, 549 p. et 1 pl. A Paris, chez Hachette et Ce. fr. 3.50

Fustegueras et Hergot. — Cours de mécanique théorique et appliquée, à l'usage des établissements d'enseignement spécial, des écoles d'arts et métiers et des industriels; par MM. Fustegueras et Hergot, professeurs à l'école de Cluny. Enseignement spécial et professionnel. 3e année. Statique. Cinématique. Dynamique. Avec 248 figures dans le texte. In-8°, VIII—494 p. A Paris, chez G. Masson.

Gérardin. — Théorie des moteurs hydrauliques, applications et travaux exécutés pour l'alimentation du canal de l'Aisne à la Marne par des machines; par H. Gérardin, ingénieur en chef des ponts et chaussées. In-8°, XII—300 p., avec atlas in-folio de 25 pl. A Paris, chez Gauthier-Villars.

Gillot. — Carbonisation du bois et emploi du combustible dans la métallurgie du fer; par A. Gillot, ingénieur civil des mines. In-8°, 120 p. et pl. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 6.00
Publications scientifiques-industrielles d'E. Lacroix.

Giroud. — De la pression du gaz d'éclairage et des moyens à l'employer pour la régulariser; par H. Giroud. 2e partie. Texte. In-4°, 78 p. A Paris, chez Gauthier-Villars. fr. 3.00

Instruction générale sur le service des chemins vicinaux, rendue exécutoire à partir du 1er janvier 1871 par arrêté ministériel, modifiée conformément aux circulaires ministérielles des 23 septembre 1871 et 10 janvier 1872, et complétée par une table alphabétique et analytique des matières. In-8°, 50 p. A Paris, chez Durand. fr. 0.80
Extrait du Répertoire administratif.

Jacqmin. — Les Chemins de fer pendant la guerre de 1870—1871. Leçons faites en 1872 à l'Ecole des ponts et chaussées; par F. Jacqmin, ingénieur en chef, professeur à l'Ecole des ponts et chaussées. In-8°, XXIII—355 p. A Paris, chez Hachette et Ce. fr. 8.00

Lamé-Fleury. — Code annoté des chemins de fer en exploitation, ou Recueil méthodique et chronologique des lois, décrets, ordonnances, arrêtés, circulaires, etc., concernant l'exploitation technique et commerciale des chemins de fer; publiés, commentés, annotés au moyen de décisions des autorités administrative et judiciaire, et mis en ordre par E. Lamé-Fleury, ingénieur en chef des mines. 3e édition, tenue au courant de la législation et de la jurisprudence. Gr. in 8°, XVI—1028 p. A Paris, chez Guillaumin et Ce.

Le Gras. — Phares du Grand Océan, îles éparses et côtes occidentales d'Amérique, corrigés en juin 1871; par M. A. Le Gras. In-8°, 19 p. Paris, impr. P. Dupont. fr. 0.25

Le Gras. — Phares des côtes orientales de l'Amérique du Sud, corrigés en août 1872; par M. A. Le Gras. In-8°, 24 p. A Paris, chez P. Dupont. fr. 0.25

Le Gras. — Phares des côtes des Iles Brittanniques, corrigés en septembre 1872; par M. A. Le Gras. In-8°, 102 p. A Paris, chez P. Dupont. fr. 0.25
Publications du Dépôt de la marine.

Le Hir. — Réseau des voies ferrées sous Paris. Transports généraux dans Paris par un réseau de voies souterraines et par un service complémentaire de voitures à chevaux, etc.; par M. L. Le Hir, rédacteur en chef du Mémorial du commerce et de l'industrie. In-8°, 80 p. Paris, au bureau du Mémorial, les principaux libraires.

Lévy. — Mémoire sur l'administration des ponts et chaussées. Considérations sur son rôle dans l'organisme politique, administratif et militaire de la France; par M. Théodore Lévy, ingénieur des ponts et chaussées. In-8°, 104 p. A Paris, chez Dunod.

Loignon. — Ponts biais. Tracé des épures, coupe des pierres et détails sur la construction des différents systèmes d'appareils de voûtes biaises, mis à la portée de tous les agents de travaux et appareilleurs; par S. Loignon, conducteur d'études et de travaux de chemins de fer. Texte. In-8°, 65 p. Paris, impr. Bernard.

Matthey. — Notice sur la forme rationnelle des essieux de wagons pour chemins de fer et sur les avantages techniques de l'emploi des essieux en acier fondu (d'après les renseignements empruntés à divers auteurs); par F. Matthey, ingénieur. In-8°, 38 p. et fig. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 1.50

Matthey. — Projet d'un pont métallique à pontres droites en treillis. Calculs des moments de résistance, de rupture et des efforts tranchants; par F. Matthey, ingénieur. In-8°, 36 p. et pl. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 2.50

Moigno. — Recherches sur les agents explosifs modernes et sur leurs applications récentes, recueillies et résumées par M. l'abbé Moigno. In-18 jésus, 144 p. A Paris, chez Gauthier-Villars.
Actualités scientifiques publiées par l'abbé Moigno.

Monbro. — Notice sur la chaudière Field, son principe et sa construction; application des tubes aux chaudières existantes; par M. Georges Monbro, ingénieur. Rapports. In-4°, 27 p. Paris, impr. Renou et Maulde. fr. 2.00

Nouvelle technologie des arts et métiers, des manufactures, des mines, de l'agriculture, etc. Annales et archives de l'industrie au XIXe siècle. E. Lacroix, membre de la Société industrielle de Mulhouse, directeur de la publication. 4e vol. (T. 7 et 8.) In-8°, 1035 p. A Paris, chez E. Lacroix.
Cet ouvrage forme 8 tomes en 4 vol. et sera accompagné d'un atlas de 250 pl. Complet 80 fr. — Publications scientifiques-industrielles d'E. Lacroix.

Observations météorologiques faites à 9 heures du matin à l'observatoire de Lyon, du 1er décembre 1869 au 1er décembre 1870, sous la direction de M. Lafon, professeur à la faculté des sciences et directeur de l'observatoire. In-8°, 26 p. Lyon, impr. Regard.

Pernolet. — Appareil Bochkoltz (régénérateur de force). Application faite à la machine d'épuisement établie sur la fosse n°. 4 du Nord de Charleroi. Notes et expériences par M. A. Pernolet, ancien élève de l'école des mines de Paris. In-8°, 52 p. A Paris, chez Dunod.

Recherches sur les chronomètres et les instruments nautiques. 9e cahier. In-8°, 177—303 p. et 2 pl. A Paris, chez Bossange. Dans les ports fr. 1.50
Publications du Dépôt de lam arine.

Rivot. — Principes généraux du traitement des minerais métalliques. Traité de métallurgie théorique et pratique; par M. L. E. Rivot, ingénieur en chef des mines. Nouvelle édition. T. 1. Métallurgie du cuivre. T. 2. Métallurgie du plomb et de l'argent. In-8°, XXXI—1181 p. et 8 pl. A Paris, chez Dunod.

Thérion. — Des chemins de fer d'intérêt local. Recueil de documents législatifs et administratifs, avec une introduction; par C. Thérion, professeur de droit industriel et commercial à l'Association philotechnique. In-8°, XI—147 p. A Paris, chez Marescq jeune. fr. 5.00

Verdet — Théorie mécanique de la chaleur; par E. Verdet. Publiée par MM. Prudhon et Violle, anciens élèves de l'Ecole normale. T. 2. In-8°, 346 p. A Paris, chez G. Masson.

With. — Les Machines, leur histoire, leur description, leurs usages; par Emile With, ingénieur civil, 4e livraison. In-8°, 144 p. A Paris, chez J. Baudry.
Bibliothèque de l'enseignement technique.

With. — Les Métaux, mines, mineurs et industries métallurgiques; par Emile With, ingénieur civil. In-8°, 432 p. A Paris, chez Furne, Jouvet et Ce.

NIEUWE TIJDSCHRIFTEN.

Chronique édilitaire du Moniteur des architectes. 1re année. N° 1. 1er novembre 1872. In-4° à 2 col., 8 p. A Paris, chez A. Lévy.
Abonnement: Un an, fr. 12.00
Pour l'étranger, le port en sus. Un numéro, fr. 0.50
Paraît le 1er et le 15 de chaque mois.

Constructeur (le), journal industriel et commercial. Mines et métallurgie. Chemins de fer et navigation. Machines pour manufactures et industries diverses. 1re année. N° 1. 26 août 1872. In-f°. à 4 col., 6 p. Paris, impr. Michels. Abonnement: France, un an, 22 fr.; six mois, 12 fr.; trois mois, 7 fr.; étranger, frais de poste en plus.
Hebdomadaire.

KAARTEN EN PLANS.

Antilles: Ile de la Grenade. Port Saint-Georges. Par F. Dufour. 1 fr. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, impr. lith. Lemercier et Ce.

Carte de la frontière nord-est de la France, 1870—1871. (Extrait de la carte de France au 320,000e, publié par le Dépôt de la guerre.) Paris, impr. lith. Lemercier et Ce.

Côtes orientales de l'Amérique du Nord. Nouvelle-Ecosse. Plan de Withe-Haven. Par E. Dufour. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) 2 fr. Paris, impr. Lemercier et Ce.

Europe; Chemins de fer et communications maritimes. Grav. par Mea. Paris, impr. Monrocq.

Iles à l'est de Java. Par Méa. 75 c. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, impr. Lemercier et Ce.

Kattegat. Carte particulière des côtes de Suède, de Winga aux Paternoster. Par Morieu. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) 2 fr. Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mer Méditerranée: Côte ouest de la Morée. Baie de Navarin. Par Méa. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) 1 fr. Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mer Méditerranée: Côtes d'Albanie et îles Ioniennes. Par Hémery. 75 c. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mer Méditerranée: Côtes sud de la Grèce. Par Hémery. 75 c. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mer Méditerranée: Grèce, Golfe de Corinthe. 1 fr. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mer Méditerranée: Iles Ioniennes. Rade de Sainte-Maure et port Drepano. Par Méa. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mouillages à l'île Balabac: Ile Balambangan. Port sud. Port nord. Par Dufour. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) 50 c. chaque. Paris, impr. Lemercier et Ce.

Mouillages aux îles Philippines (4 pl.). Par Dufour. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) 50 c. chaque. Paris, impr. Lemercier et Ce.

Relief du mont Valérien et du bois de Boulogne, exécuté géométriquement en courbes et hachures, avec une seule épreuve (report sur pierre; 50 c.) de la carte du département de la Seine à 1/40,000, levée par les officiers du corps d'état-major. 5 fr. Paris, impr. J. Dumaine.

ENGELAND.

Tot 31 December 1872.

BOEKEN.

Anderson (John). — The Strength of Materials and Structures. 12mo. pp. 308. London, Longmans. cloth, 3s. 6d.

Burgh (N. P.). — The Slide Valve practically considered. 4th edit. post 8vo. pp. 128. London, Spon. cloth, 5s.

Dana (James D.). — Manual of Mineralogy. New edit. revised and enlarged, post 8vo. pp. 460. London, Trübner. cloth, 7s. 6d.

Danvers (Fred. Chas.). — On Coal, with reference to its Screening, Transport, &c. Printed by order of the Secretary of State for India in Council. 8vo. pp. 103. London, W. H. Allen. cloth, 10s. 6d.

Davidson (Ellis A.). — Drawing for Metal-plate Workers. Containing practical Geometry and Projection specially adapted to this branch of Industry, the Penetration of Solids and Development of Surfaces, Elementary Lessons in Freehand and Object Drawing, &c. With six double and twenty-six single pages of Illustrations, adapted for Drawing Copies, drawn on wood by the Author. 12mo. pp. 94. (Technical Manuals). London, Cassell. cloth, 3s.

Drysdale (J.) and Hayward (J. W.). — Health and Comfort in House Building; or, Ventilation with Warm Air by Self-Acting Suction Power, with review of the mode of Calculating the Draught in Hot-Air Flues, and with some Actual Experiments. 8vo. pp. 122. London, Spon. cloth, 7s. 6d.

Hall (Thomas Wright). — New Theory of Galvanism: the Electro-Thermology of Chemistry; Electricity and Heat Phases of the same Principle. 12mo. pp. 183. (Edinburgh, Edmonston and D.) London, Hamilton. cloth, 3s. 6d.

Hopkinson (Joseph). — The Working of the Steam Engine explained by the use of the Indicator. 5th edit. enlarged and improved. 8vo. pp. 370. (Huddersfield, Brown). London, Simpkin. half-bound, 12s. 6d.

Hull (Edward). — A. Treatise on the Building and Ornamental Stones of Great Britain and Foreign Countries, arranged according to their Geological Distribution and Mineral Character. With Illustrations of their application in Ancient and Modern Structures. 8vo. pp. 546. London, Macmillan. cloth, 12s.

Richards (J.). — A. Treatise on the Construction and Operation of Wood-cutting Machines. 4to. London, Spon. cloth, 25s.

Rogers (Frederick). — Specifications for Practical Architecture, with an Essay on the Structure and Science of Modern Buildings. 8vo. London, Sprigg. cloth, 30s.

Templeton (William). — The Millwright and Engineer's Pocket Companion. 16th edit. carefully revised, 12mo. pp. 280. London, Simpkin. cloth, 5s.

Young (W.). — Picturesque Architectural Studies, and Practical Designs for Gate Lodges, Cottages, Cottage Hospitals, Villas, Vicarages, Country Residences, Schools, Village Churches, &c. &c. 4to. London, Spon. cloth, 25s.

NIEUW TIJDSCHRIFT.

Journal of the Society of Telegraph Engineers. N°. 1. 8vo. London, Spon. sewed, 5s.

AMERIKA.

Tot 31 December 1872.

BOEKEN.

Baird (Spencer F.). — Annual Record of Science and Industry for 1871. Post 8vo. pp. 634. (New York, 1872.) London. 9s.

Hobbs (Isaac H.) & Son. — Architecture. Containing Designs for Villas &c. adapted to the United States. Illustrated with 100 Engravings. 8vo. (Philadelphia, 1872) London. 15s.

Poor (H. V.). — Manual of the Railroads of the United States for 1872—73; showing their Mileage, Stocks, Bonds, Cost, Traffic, Earnings, &c. Fifth Series. 8vo. pp. 683. (New York, 1872.) London. 24s.

Riddel (Robert). — The Practical Carpenter and Joiner. Containing 34 Plates. Oblong 4to. (Philadelphia, 1872.) London. 50s.

DUITSCHLAND.

Tot 31 December 1872.

BOEKEN.

Baumhauer (Lehr. Dr. Heinr.), die sogenannten allgemeinen Eigenschaften der Körper nach ihrem Zusammenhange entwickelt. Zugleich als erste Einleitg. in das Studium der theoret. Physik. gr. 8. (40 S. m. e. eingedr. Holzschn.) Hildesheim, Gerstenberg. n. $\frac{1}{4}$ *th.*

Buschmann (Hugo B.), Beiträge zur Theorie der combinirten Gitter- u. Hänge-Brücken. gr. 8. (26 S. m. 1 Steintaf in qu. Fol.) Wien 1873, Lehmann & Wentzel. n. 12 *gr.*

Chemisch-technischen Mittheilungen (Die) der neuesten Zeit, ihrem wesentl. Inhalte nach alphabetisch zusammengestellt v. Dr. L. Elsner. Sach-Register zu den bisher erschienenen 20 Hftn. Die Jahre 1846—1871 enth. gr. 8. (IV, 123 S.) Berlin, Springer's Verl. 1873. n. $\frac{2}{3}$ *th.*

Duh (Dr. Jul.), die Anwendung d. Elektromagnetismus m. besond. Berücksicht. der neueren Telegraphie u. den in der deutschen Telegraphenverwaltg. besteh. techn. Einrichtgn. 2. vollständig neu bearb. u. unter Berücksicht. der Fortschritte der Wissenschaft ergänzte Aufl. Mit mehr als 400 in den Text gedr. Holzschn. 1. Lfg. gr. 8. (S. 1—208.) Berlin 1873, Springer's Verl. n. $1\frac{3}{4}$ *th.*

Fortschritte (Die) der Physik im J. 1868. Dargestellt v. der physikal. Gesellschaft zu Berlin. Red. v. Dr. B. Schwalbe. 24. Jahrg. 2. Abth. gr. 8. (LXVIII u. S. 385—792.) Berlin, G. Reimer. $2\frac{1}{2}$ *th.* (I—XXIV.: $90\frac{1}{2}$ *th.*)

Fankhauser (Forstmstr. F.), die Drahtseilriese m. besond. Berücksicht. der Holztransport-Einrichtg. im kleineren Schlierenthal Kanton Unterwalden entworfen im Auftrage der Forstdirektion d. Kantons Bern. Mit 16 lith. Taf. gr. 4. (15 S. m. 15 Steintaf.) Bern, Jent & Reinert. n. 16 *gr.*

Grashof (Prof. Dr. F.), theoretische Maschinenlehre. In 4 Bdn. 1. Bd. Mechanische Wärmetheorie, Hydraulik, Heizung. Mit in den Text gedr. Holzschn. 2. Lfg. gr. 8. (S. 193—384.) Leipzig, Voss. (à) Lfg. n. 1 *th.* 6 *gr.*

Handbuch f. specielle Eisenbahn-Technik unter Mitwirkg. v. Fachgenossen hrsg. von Edm. Heusinger v. Waldegg. 1. Bd. der Eisenbahnbau. 1. Hälfte. Bearb. v. Hofr. M. M. v. Weber, Bau-R. Ed. Sonne, Bauinsp. Gust. Meyer etc. 3. verb. Aufl. hoch 4. (336 S. m. 21 lith. u. chromolith. Taf. in hoch 4. u. qu. Fol.) Leipzig, Engelmann. n. $3\frac{3}{4}$ *th.*

Helmert (Lehr. Dr. F. R.), die Uebergangscurven f. Eisenbahn-Geleise, m. Rechnungs-Beispielen u. Tafeln f. den prakt. Gebrauch bearb. gr. 8. (VIII, 85 S. m. eingedr. Holzschn.) Aachen, Mayer. n. 28 *gr.*

Heppe (Dr. Gust.), Vademecum d. praktischen Chemikers. Sammlung älterer u. neuester Tabellen, Formeln u. Zahlen aus dem Gebiete der Chemie, Physik u. Technologie. Ein Hand- u. Hilfsbuch bei den Arbeiten im Laboratorio u. in chemischen Fabriken zum Gebrauche f. Apotheker, Brauer, Brenner etc. 5. u. 6. (Schluss-)Lfg. 8. (XXI u. S. 257—400.) Leipzig, Kollmann. à n. $\frac{1}{2}$ *th.*

Holzhey (Prof. Ed.), Vorträge üb. Baumechanik. 2. Lfg. Mit 3 (lith.) Taf. (in qu. Fol.) gr. 8. (S. 193—352.) Wien, Gerold's Sohn. (à) n. 1 *th.* 26 *gr.*

Jacobsen (Dr. Emil), chemisch-technisches Repertorium. Uebersichtlich geordn. Mittheilgn. der neuesten Erfindgn., Fortschritte u. Verbessergn. auf dem Gebiete der techn. u. industriellen Chemie

m. Hinweis auf Maschinen, Apparate u. Literatur. 1871. 2. Halbjahr. gr. 8. (VIII, 204 S.) Berlin, Gaertner. n. 1 *th.*

Jahresbericht üb. die Fortschritte der Chemie u. verwandter Theile anderer Wissenschaften. Unter Mitwirkg. v. A. Laubenheimer, Al. Naumann, F. Nies, F Rose hrsg. v. Adph. Strecker. Für 1869. 3. Hft. gr. 8. (XXXVII u. S. 961—1372.) Giessen, Ricker. (à) n. $2\frac{2}{3}$ *th.*

Jahresbericht üb. die Fortschritte der Chemie u. verwandter Theile anderer Wissenschaften. Unter Mitwirkg. v. K. Birnbaum, W. Dittmar, F Hoppe-Seyler etc. hrsg. v. Alex. Naumann. Für 1870. 1. Hft. gr. 8. (S. 1—480.) Giessen, Ricker. n. 3 *th.*

Joule (James Prescott), das mechanische Wärmeäquivalent. Gesammelte Abhandlungen. Ins Deutsche übers. v. J. W. Spengel. Mit in den Text eingedr. Holzst. gr. 8. (V, 127 S.) Braunschweig, Vieweg & Sohn. n. 28 *gr.*

Köckert (Karl), Flächen-Tafeln zur Cubatur-Berechnung bei Eisenbahn-Projecten. hoch 4. (32 S. m. 1 Steintaf. in qu. Fol.) Wien, Lehmann & Wentzel. n. $\frac{2}{3}$ *th.*

Kopka (Dir. C.), die Bau-Mechanik. Lehrbuch f. prakt. Baugewerk- u. Maschinen-Meister. Vorträge, geh. auf der Baugewerkschule zu Holzminden u. in Privatkreisen. Inh.: Statik. — Dynamik. — Festigkeitslehre. — Hydraulik. gr. 8. (VIII, 343 S. m. eingedr. Holzschn.) Leipzig, Scholtze. n. 2 *th.* 28 *gr.*

Martius-Matzdorff (J.), die koerperliche Ecke od. der Raumwinkel in verallgemeinerter Auffassg. u. m. stereoskop. Darstellg der betr. Raumformen. Mit 14 in den Text gedr. Holzschn. hoch 4. (IV, 33 S.) Berlin, Springer'sche Buchh. n. 16 *gr.*

Mineralogische Mittheilungen gesammelt v. Gust. Tschermak. Jahrg. 1872. 4 Hfte. hoch 4. (1. Hft. 62 S. m. 3 Steintaf.) Wien, Braumüller. n. $2\frac{2}{3}$ *th.*

Mothes (Baur. Dr. D.), illustrirtes Bau-Lexikon. Praktisches Hülfs- u. Nachschlagebuch im Gebiete d. Hoch- u. Flachbaues, Land- u. Wasserbaues, Mühlen- u. Bergbaues etc. 3. Aufl. 2. Hft. Lex.-8. (1. Bd. S. 33—64.) Leipzig, Spamer. (à) n. $\frac{1}{3}$ *th.*

Redtenbacher (Dir. Prof. F.), principes de la construction des organes des machines. Résistance des matériaux — pièces des machines — calcul des résistances passives — construction des engrenages — mécanismes de mouvement. Avec un atlas de 45 planches (lith.) Éd. française. Lex.-8. (XIV, 459 S.) Heidelberg, Bassermann. n. $5\frac{1}{3}$ *th.* (9 *fl.* 20 *kr.* rh.)

Schmitt (Prof. Dr. Ed.), Vorträge üb. Bahnhöfe u. Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. 1. Thl. Die Anlage der Bahnhöfe. 1. Lfg. Mit 45 (eingedr.) Holzschn. u. 13 lith. Taf. (in qu. Fol., hoch 4. (144 S.) Leipzig, Felix. n. 3 *th.*

Stampfer (Prof. S.), theoretische u. praktische Anleitung zum Nivelliren m. besond. Rücksicht auf die verb. Nivellir-Instrumente aus der Werkstätte d. k. k. polytechn. Institutes zu Wien. Mit e. Anh. üb. das Ausstecken v. Kreisbogen. 7 verm. Aufl. bearb. v. Hofr. Prof. Dr. Ph. Herr. gr. 8. (XIV, 234 S. m. eingedr. Holzschn.) Wien, Gerold's Sohn. n. 2 *th.*

Stürmer (Oberlehr. Dr. G.), Geschichte der Eisenbahnen. Entwickelung u. jetz. Gestaltg. sämmtl. Eisenbahnnetze der Erde. gr. 8. (V, 248 S.) Bromberg, Mittler. n. 2 *th.*

Verzeichniss der Seeleuchten od. Leuchtfeuer der Erde. Hrsg. im Auftrage d. königl. preuss. Ministeriums f. Handel, Gewerbe u. öffentl. Arbeiten. 3. Aufl. zusammengestellt v. F. Domke u. Beyer. Lex.-8. (XI, 289 S.) Berlin, v. Decker. n. $\frac{1}{2}$ *th.*; geb. n. $\frac{2}{3}$ *th.*

Vorschriften (Besondere) f. den Baudienst der Eisenbahn von Innsbruck nach Rozen. [Zugleich Text zu Etzel's österr. Eisenbahnen, 6 Bd. Brenner Bahn.] 2. Abdr. gr. 8. (52 S. m. 2 Steintaf. in qu. Fol.) Wien, Beck'sche Univ.-Buchh. n. $\frac{2}{3}$ *th.*

Wanderley (Archit. Lehr. G.), Handbuch der Bau-Constructionslehre. Mit 1000 (eingedr. Holzschn. u. 12 (lith.) Taf. (in qu. gr. 4.) 2. Bd. Die Treppen, der innere Ausbau, die Fundirg. u. die graph. Constructionen. gr. 8. (VIII u. S. 297—592.) Halle, Knapp's Verl. n. $2\frac{1}{3}$ *th.* (1. 2.: n. $4\frac{2}{3}$ *th.*)

Weber (Hof-R Ingen. M. M. Frhr. v.), die Praxis d. Baues u. Betriebes der Secundärbahnen m. normaler u. schmaler Spur, welche Personen u. Güterverkehr führen. Kritische Erörtergn. auf ausgeführten Bahnen gesammelter Thatsachen. gr. 8. (XVIII, 124 S. m. 4 Tabellen in qu. 4., qu. u. gr. Fol.) Weimar 1873. B. F. Voigt. 1 *th.*

—— Dasselbe. 2. m. e. Anh. verm. Aufl. gr. 8. (XXII, 135 S. in 4 Tab. m. qu. Fol.) Weimar 1873, B. F. Voigt. 1 *th.*

Weber's (M. M. Frhr. v.) Schule d. Eisenbahnwesens. Geschichte, Technik, Administration u Statistik der Eisenbahnen. 3. verm. Aufl. Unter Mitwirkg. von M. M. v. Weber, neu bearb. v. Prof. Dr. Ed. Schmitt. Mit 136 in den Text gedr. Abbildgn. (in Holzschn.) 8. (XX, 555 S.) Leipzig, 1873, Weber. n. 2 *th.*; geb. n.n. $2\frac{1}{2}$ *th.*

Weitzel (Dir. Carl Geo.), Unterrichtshefte f. den gesammten Maschinenbau u. die ihm verwandten Zweige d. technischen Wissens. Unter Mitwirkg. e. Anzahl Professoren u. Lehrer techn. Lehranstalten hrsg. 10—12. Lfg. hoch 4. (à 4 B. m. eingedr. Holzschn.) Leipzig, M. Schäfer. à n. $\frac{1}{3}$ *th.*

Wiedemann (Gust.), die Lehre vom Galvanismus u. Elektromagnetismus. 1. Bd. Galvanismus. 2. Abth. 2. neu bearb. u. verm. Aufl. Mit zahlreichen (eingedr.) Holzst. gr. 8. (V—VII u. S. 465—967.) Braunschweig, Vieweg & Sohn. n. 2 *th.* 14 *gr.*

KAARTEN EN PLANS.

Eisenbahnkarte der k. u. k. oesterreichisch-ungarischen Monarchie. (Hrsg. vom k. k. Handels-Ministerium.) Imp.-Fol. (16 lith. Bl.) Wien, Czermak. n. $3\frac{1}{3}$ *th.*

VERHANDELINGEN.

OVER DE THEORIE DER IN DE RIGTING VAN DE LENGTE GEDRUKTE EN GETROKKEN STAAF,

door het lid A. C. Broekman.

(Plaat 16.)

In de vergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van den 13den Februarij 1872 vond ik de gelegenheid in eenige algemeene beschouwingen te treden over de theorie der in de rigting van de lengte gedrukte en getrokken staaf, en heb er toen op gewezen, dat, naar mijne meening, dat onderwerp nog niet geheel tot gewenschte oplossing scheen gebragt te zijn.

De veelvuldige toepassingen, die de regte aan druk of trek onderworpen staaf bij bouwwerken, en vooral op groote schaal bij den brugbouw, vindt, regtvaardigen allezins eene zoo grondig mogelijke behandeling van dat onderwerp en zijn dan ook oorzaak, dat velen zich daarmede hebben bezig gehouden.

De verschillende daaruit voortgevloeide theoriën der in de rigting der lengte gedrukte staaf voldeden echter niet allen in gelijke mate aan de eischen, die men daarvoor meende te mogen stellen. De eerste uitgave van *Der Bau der Brückenträger von* Laissle *und* Schübler bevatte hierover eene door Schwedler opgemaakte theorie; behalve dat deze reeds in de vergadering van het Koninklijk Instituut van ingenieurs van den 10den Februarij 1863 door het lid Delprat aangetoond werd onjuist te zijn, werd ze ook door Laissle en Schübler zelf in hunne tweede uitgave van genoemd werk verlaten en door eene andere vervangen, die echter evenzeer, volgens de mededeeling van het lid Delprat, voorkomende in de notulen der vergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 11 April 1865 verwerpelijk bleek te zijn. Ook de theorie van Ritter, voorkomende in zijne *Dach- und Brücken-Constructionen* schijnt mij toe, slechts als een middel te mogen worden beschouwd, om binnen zekere grenzen en voor bepaalde toestanden, met behulp van een ervaringscoëfficiënt, de grootte der kracht, waaraan eenige staaf kan weêrstand bieden, te bepalen.

Aan mindere bedenking, als theoretische formule, schijnt de theorie van Scheffler onderhevig, voorkomende in zijne *Theorie der Festigkeit, gegen das Zerknicken*, welke opgenomen is in de derde uitgave van Laissle en Schübler's meer genoemd werk, en waaromtrent eene uitvoerige mededeeling is gedaan door het lid Cohen Stuart, in de vergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van den 14den April 1863. Alleen geldt hier de vraag, waarop straks teruggekomen wordt, in hoeverre het aannemen eener excentrisch werkende kracht geregtvaardigd is, om althans het onderwerpelijke vraagstuk tot oplossing te brengen. Maar behalve dit, hebben de formulen, waartoe Scheffler aldus geraakt, het groote bezwaar, dat zij de kracht niet onmiddellijk in functie van de andere elementen uitdrukken. Niet alléén toch, dat zij hierdoor bezwaarlijk voor het gebruik worden, dáár althans, waar het die geringe afwijking der kracht geldt, waarvan hier sprake is, maar ook laten zij niet toe regtstreeks den invloed te bepalen, dien eene wijziging van een of meer der veranderlijke elementen op de grootte der kracht uitoefent. Immers de waarde van den elasticiteitsmodul, en van de aanvankelijke afwijking kunnen niet als met juistheid bekend geacht worden, en wanneer nu eene mogelijk belangrijke wijziging van een of meer dier elementen een aanmerkelijken invloed uitoefent op de hoegrootheid der kracht, dan moet daarop bij de bepaling hiervan gelet worden, zal men met voldoende zekerheid kunnen zeggen, dat de staaf daaraan weêrstand bieden kan, zonder dat eene bepaalde spanning overschreden worde.

Bovendien geldt de vraag, in hoeverre en in welken zin zij op de aan één of beide einden bevestigde staaf van toepassing is.

Het blijkt dus niet zonder grond, dat Laissle en Schübler, na eerst die theorie behandeld te hebben, ze verder verlaten en zelfs door eene andere trachten te vervangen.

Evenwel schijnt, de bedoelde theorie van Scheffler, daar, waar het eene werkelijk excèntrisch werkende kracht geldt, niet alleen volkomen juist, maar ook in dat geval voor het gebruik voldoende geschikt.

Overeenkomstig het door mij in de vergadering van den 13den Februarij 1872 medegedeelde, heb ik de eer de deswege door mij gemaakte beschouwingen aan den raad aan te bieden, met het verzoek wanneer daartoe termen mogten gevonden worden, ze in een der werken van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te willen doen opnemen.

Stel op eenige vrije staaf aan beide einden twee tegengestelde gelijke krachten P te werken, en door de rigtlijn $P\,P$ dier krachten een willekeurig plat vlak gebragt; zij $A_1\,A_2$, $B_1\,B$, figuur 1, de doorsnede van dat vlak met de staaf en $P\,P$ de rigting, volgens welke de tegengestelde krachten P werken.

Brengt men door het zwaartepunt Z in eenige dwars doorsnede $X_1\,X_2$ eene lijn $z\,z$ loodregt op het aangenomen vlak, dan zullen de achtereenvolgende loodlijnen $z\,z$ een gebogen cilindervlak vormen, welks doorsnede kan voorgesteld worden door de kromme $a'\,x'\,b'$.

Wanneer de elasticiteitsmodul over de geheele oppervlakte van elke doorsnede constant was, dan zou dit cilindervlak $a'\,x'\,b'$ tevens zijn het neutrale of elastische vlak; daar dit echter in het algemeen het geval niet is, maar de elasticiteitsmodul, als afhankelijk van de meerdere of mindere gelijkslachtigheid van het materiaal, kleinere of grootere verschillen zal vertoonen, zal in het algemeen het neutrale of elastische cilindervlak afwijken van het eerstgenoemd cilindervlak, en alzoo in doorsnede voorgesteld kunnen worden door eene kromme $a\,x\,b$.

Elk ander, dan het thans aangenomen vlak, dat door de rigtlijn $P\,P$ der krachten gebragt wordt, heeft klaarblijkelijk een eigen *zwaartepunt* cilindervlak en een eigen *neutraal* cilindervlak.

Onder al de door de rigtlijn $P\,P$ gebragte vlakken is er een, waarbij de afwijking der elastische $a\,x\,b$ van de rigtlijn $P\,P$ in verband beschouwd met de verandedering der doorsnede het grootst is; stel dat die, welke relatief de grootste afwijking vertoont, aangegeven zij door de figuur 1.

De afwijkingen der rigtlijn $P\,P$ van de elastische $a\,x\,b$ kunnen verschillende oorzaken hebben, als:

1°. *De vorm van de staaf.* — Waar het met zorg gedane proeven, als die van Hodgkinson betreft, kan men aannemen, dat de daaruit voortvloeijende afwijking tot een hoogst gering bedrag teruggebragt wordt, terwijl men in de praktijk eene veel grootere afwijking ten gevolge daarvan zal te wachten hebben.

2°. *De aanbrenging der kracht.* — Bij proefnemingen zal men wederom in staat zijn, de kracht met naauwkeurigheid in het centrum aan te brengen, hetgeen Hodgkinson onder anderen bij de vrije staaf tracht te bereiken door de einden der staaf kegelvormig af te werken; bovendien zijn door hem proeven genomen op aan de einden bolvormig afgewerkte staven; bij deze evenwel schijnt het bezwaarlijk dienzelfden graad van naauwkeurigheid te bereiken, te meer, omdat bij de werking der krachten P en het dien tengevolge doorbuigen der staaf, de rigtlijn $P\,P$ zich noodwendig moet verplaatsen.

In de praktijk is deze afwijking geheel afhankelijk van omstandigheden, zal in den regel belangrijk grooter zijn, dan bij de voornoemde proeven het geval was en dient in verband met die omstandigheden te worden bepaald.

3°. *Het eigengewigt der staaf.* — Ligt de staaf in horizontale of schuine rigting, dan buigt zij ten gevolge van haar eigengewigt door; bij de proefnemingen is die fout te elimineren door aan de staaf een vertikalen stand te geven, terwijl in de praktijk de stand bepaald is.

Geldt het lange staven, dan kan het eigen gewigt zelfs bij vertikalen stand van invloed zijn.

4°. *De gelijkslachtigheid der stof.* — De hieruit voortvloeijende afwijking zal noodzakelijk het geringst zijn bij de stof, welke de meeste gelijkslachtigheid heeft; bij de met zorg gegoten ijzeren staven, gebezigd bij de proefnemingen van Hodgkinson, kan men aannemen deze afwijking tot een gering bedrag teruggebragt te hebben, doch ook hier is weder in de praktijk eene grootere afwijking te wachten; terwijl die bij getrokken en gesmeed ijzer en in nog meerdere mate bij hout aanmerkelijk belangrijker zal zijn.

Deze afwijking schijnt aangenomen te kunnen worden, als alléén afhankelijk van en wèl regtstreeks evenredig te zijn aan eene breedte- of dikte-afmeting, doch verschillend naar gelang van de stof.

Behalve de onder 3°. vermelde afwijking, schijnen alle tamelijk onafhankelijk te zijn van de lengte, en meer hoofdzakelijk tot de breedte of dikte d in betrekking te staan.

In verband hiermede stellen wij de afwijking

$$t = \top d,$$

waarbij echter de waarde van $\top$ veranderlijk is en afhankelijk van de omstandigheden, waaronder de staaf werkt.

Evenwel schijnt de lengte in zooverre van invloed, dat de afwijkingen, onder 1°. en 4°. bedoeld, bij zeer kleine *lengten* minder kans hebben hun *maximum* te bereiken, en de eerste klaarblijkelijk zelfs nul wordt, voor $l = 0$.

Eene uiteenzetting dier verschillende oorzaken van afwijking scheen niet van belang ontbloot, om te doen uitkomen, welke beteekenis, naar mijne meening, aan de proeven van Hodgkinson te hechten is, en in hoeverre zij voor de praktijk mogen aangehouden worden.

Zij nu verder bij de staaf $A\,B$, figuur 2, $a\,N\,b$ wederom de doorsnede van het elastische cilindervlak die van alle de grootste relatieve uitwijking heeft van de rigtlijn der krachten; laat deze maximum uitwijking t ergens bij N zijn, zoodat $N\,n = t$ is, dan zal onder de werking der krachten P de elastische eene zekere doorbuiging ondergaan, waarbij het navolgende op te merken valt.

1°. Voor het geval, dat de doorbuiging *groot* is, met betrekking tot de aanvankelijke afwijking, zal deze laatste in den *doorgebogen* stand slechts van ondergeschikten invloed meer zijn op de spanningen, die de krachten P in de staaf teweeg brengen.

De aanvankelijke afwijking moge dan wel is waar de oorzaak van het ontstaan der doorbuiging zijn, maar die invloed wordt gaandeweg minder, naarmate de doorbuiging toeneemt, hetgeen ten gevolge heeft, dat de doorgebogen staaf, alhoewel het punt N buiten het midden der staaf gelegen is, een vorm aanneemt, die wèerzijds van het midden symmetrisch is, en alzoo ook in het midden nagenoeg zijne grootste doorbuiging zal hebben, zooals ook door de werkelijkheid gestaafd wordt.

2°. Wanneer de doorbuiging *gering* is met betrekking tot de aanvankelijke afwijking, bepaalt het aanvankelijke maximum moment $P\,t$ de maximumspanning in de uiterste vezels der staaf en blijft dus de *plaats* der maximumafwijking t buiten allen invloed, niet op de plaats der breuk, maar op de grootte der kracht. Daaruit volgt, dat in het algemeen de grootte der kracht P minder afhankelijk zijnde van de *plaats*, dan wel van de *grootte* der afwijking, ook de vorm der kromme $a\,N\,b$ van weinig invloed daarop zal zijn, mits deze slechts de maximumafwijking t hebbe, en overigens zooveel mogelijk kan beschouwd worden de werkelijke afwijking weèr te geven. Daar, waar men slechts met toevallige afwijkingen te doen heeft, zooals bij de proeven van Hodgkinson het geval was, ligt het voor de hand, de grootste afwijking t in het midden nemende, deze naar de einden allengs te doen afnemen, aangezien toch t slechts een maximum aanwijst; zie $P\,M\,P$, figuur 2.

Wanneer daarentegen eene belangrijke zijdelingsche afwijking van de kracht mogt plaats hebben, zou die kromme, alhoewel de rigtlijn $P\,P$ naderende, meer in de nabijheid blijven der lijn op een afstand t, evenwijdig uit de rigtlijn $P\,P$; zie figuur 3, waarin $a\,M\,b$ de elastische voorstelt.

In dit laatste geval nadert men tot de aanname van Scheffler, wiens onderstelling meer in overeenstemming met de werkelijkheid wordt, wanneer de kracht in zoodanige mate excentrisch werkt, dat de *toevallige* afwijkingen daartegen gerekend kunnen worden te verdwijnen, iets wat bij de proefnemingen van Hodgkinson van zelf het geval niet was, en ook niet geacht kan worden een juiste maatstaf op te leveren voor de kracht, waaraan de in de lengte gedrukte staaf kan weèrstand bieden.

In verband met het voorgaande, wordt dus, alléén waar het de bepaling van die *kracht* betreft, voor de elastische aangenomen eene kromme $P\,M\,P$, figuur 2, die in het midden hare grootste doorbuiging t heeft, weèrzijds van het midden symmetrisch is, en te niet loopt ter plaatse, waar de krachten P op de eindvlakken der staaf werken.

De juiste vorm dier kromme zal nu zoodanig gekozen worden, dat zij tot de gewenschte oplossing van het vraagstuk leidt, waartoe genomen wordt de kromme, welke de eigenschap heeft, dat zij bij toenemende doorbuiging onder de werking der krachten P steeds denzelfden hoofdvorm behoudt.

Het aannemen van zoodanige kromme biedt bovendien het voordeel aan, dat de elastische, ten gevolge van blijvende vormsverandering, eene strekking heeft om die door den tijd werkelijk aan te nemen. Om nu daartoe te geraken, beschouwe men de staaf $M_a\,M_b\,A\,B$ figuur 4, welke aan het einde $M_a\,M_b$ bevestigd is, en aan welker einde $A\,B$ de kracht P werkt, loodregt op de doorsnede $M_a\,M_b$. Laat de figuur links de aanvankelijke vorm van de staaf met hare elastische $m_o\,n_o$ voorstellen, waarbij dus $P = O$ is, en de figuur regts den vorm aanwijzen, welken de staaf, onder de werking der kracht P, aanneemt.

Neemt men in beide standen eene overeenkomstige differentiaal $p\,q$ der staaf, met de vlakken $p\,r$ en $q\,s$ loodregt op de neutrale as, dan wordt in beide gevallen de kromtestraal der elastische bepaald door de snijding der vlakken $p\,r$ en $q\,s$.

Zij nu:

$p_o\,q_o = q_1\,q_1 = d\,l$

ρ_o en ρ_1 de lengte van den kromtestraal der elastische achtereenvolgens bij den eersten en tweeden stand;

a en b in beide gevallen de afstand der uiterste vezels tot de neutrale as,

en brengt men nu verder door q_o en q_1 eene lijn $q_o\,t$ en $q_1\,t$ achtereenvolgens evenwijdig aan $p_o\,r_o$ en $p_1\,r_1$, en stelt men wijders:

$d\lambda = s_o\,s_1$ de uitrekking van den uitersten bollen vezel,

A' en B' de denkbeeldige spanning in den uitersten bollen en hollen vezel, door het *moment* der kracht P teweeggebragt;

A en B de werkelijke spanning in den uitersten bollen en hollen vezel onder de werking der kracht P;
E de elasticiteitsmodul;
Θ het traagheidsmoment;
D de doorsnede en
M het moment der kracht, ten opzigte van de neutrale as, zoo heeft men, buiten rekening latende de verplaatsing der neutrale as ten gevolge van den lengtedruk, wat van hoogst geringen invloed is:

$$\frac{dl}{\rho_0} = \frac{t s_0}{a} \text{ en } \frac{dl}{\rho_1} = \frac{t s_1}{a},$$

waaruit:
$$\frac{dl}{\rho_1} - \frac{dl}{\rho_0} = \frac{t s_1}{a} - \frac{t s_0}{a},$$

of:
$$\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_0}\right) dl = \frac{d\lambda}{a},$$

of daar:,
$$\frac{d\lambda}{dl} = \frac{A'}{E} \text{ is:}$$

$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{A'}{E} \cdot \frac{1}{a}.$$

Wijders:
$$M = \frac{A'}{a} \cdot \Theta \text{ zijnde, of } \frac{A'}{a} = \frac{M}{\Theta}$$

wordt:
$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{M}{E\Theta}.$$

Neemt men nu verder O X en O Y tot coördinatenassen aan, zoo wordt:

$$M = P y$$

en derhalve:
$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{P y}{E\Theta}.$$

Hierin is de waarde van ρ_0 afhankelijk van den aard der aanvankelijke kromme; in het geval dat men hiervoor eene regte lijn aannam, zou $\rho_0 = \infty$ en alzoo $\frac{1}{\rho_0} =$ nul wordende, verdwijnen; voor het geval van een cirkelboog zou $\rho_0 = R$ en alzoo ook $\frac{1}{\rho_0}$ de constante waarde $\frac{1}{R}$ verkrijgen.

Zooals evenwel hierboven reeds opgemerkt werd, stelt men zich voor, zoodanigen vorm aan de elastische te geven, dat bij de achtereenvolgende krachten P steeds dezelfde hoofdvorm bewaard blijve.

Zij daartoe:

in figuur 4: O $m_0 = t$ de aanvankelijke uitwijking,
O $m_1 = t + f$ de uitwijking bij de werking der kracht P,
en l de lengte der staaf, zoodat, daar het hier slechts kleine doorbuigingen betreft, O n_0 = O $n_1 = l$ kan gesteld worden.

Stelt men nu: $\frac{1}{\rho_1} = C y,$

dan wordt $\frac{d^2 y}{dx^2} = -C y$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = C((t+f)^2 - y^2)$$

en $$x = \frac{1}{\sqrt{C}} B g \cos \frac{y}{t+f},$$

alzoo wordt dan:

$$l = \frac{1}{\sqrt{C}} B g \cos \frac{o}{t+f} = \frac{1}{\sqrt{C}} \cdot \frac{\pi}{2}$$

of
$$C = \frac{\pi^2}{4 l^2}.$$

Deze waarde substituerende vindt men:

$$x = \frac{2l}{\pi} B g \cos \frac{y}{t+f},$$

$$y = (t+f) \cos\left(\frac{\pi}{2l} \cdot x\right)$$

en
$$\frac{1}{\rho_1} = \frac{\pi^2}{4 l^2} \cdot y.$$

In de vermelde onderstelling krijgt men alzoo voor de aanvankelijke kromme:

$$y_0 = t \cos\left(\frac{\pi}{2l} \cdot x\right) = \frac{t}{t+f} \cdot y$$

en $$\frac{1}{\rho_0} = \frac{\pi^2}{4 l^2} \cdot y_0 = \frac{y_0}{y} \cdot \frac{1}{\rho_1} = \frac{t}{t+f} \cdot \frac{1}{\rho_1}.$$

Alzoo:

$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{1}{\rho_1} - \frac{t}{t+f} \cdot \frac{1}{\rho_1} = \frac{f}{t+f} \cdot \frac{1}{\rho_1} = \frac{P y}{E\Theta}$$

of
$$\frac{1}{\rho_1} = \frac{t+f}{f} \cdot \frac{P}{E\Theta} \cdot y,$$

hetgeen overeenstemt met en alzoo wettigt de aanname van:

$$\frac{1}{\rho_1} = C \cdot y = \frac{\pi^2}{4 l^2} \cdot y.$$

Alsdan wordt dus:

$$\frac{t+f}{f} \cdot \frac{P}{E\Theta} = \frac{\pi^2}{4 l^2}$$

of
$$(t+f) \cdot \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2} = f,$$

derhalve $$f\left(1 - \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2}\right) - t \cdot \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2} = 0$$

of
$$(t+f)\left(1 - \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2}\right) = t,$$

alzoo

$$t + f = \frac{t}{1 - \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2}} \text{ of: } f = \frac{t}{\frac{E\Theta}{P} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2} - 1}.$$

Ter bepaling van den hoek δ, die de raaklijn aan de kromme, ter plaatse, waar de kracht P werkt, met de as der X maakt, vindt men:

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{C\{(t+f)^2 - y^2\}} = \sqrt{\frac{\pi^2}{4 l^2}\{(t+f)^2 - y^2\}}$$

of $y = 0$ stellende:

$$t g \delta = \frac{\pi}{2 l} \cdot (t+f).$$

Ter bepaling der spanningen A en B in de uiterste vezels, heeft men dus de beide navolgende betrekkingen:

$$P(t+f) = \frac{A + \frac{P}{D}}{a} \cdot \Theta \text{ en } P(t+f) = \frac{B - \frac{P}{D}}{b} \cdot \Theta$$

of na hierin de waarde van $t+f$ gesubstitueerd te hebben:

$$\frac{P t}{1 - \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2}} = \frac{A + \frac{P}{D}}{a} \cdot \Theta \text{ en } \frac{P t}{1 - \frac{P}{E\Theta} \cdot \frac{4 l^2}{\pi^2}} = \frac{B - \frac{P}{D}}{b} \cdot \Theta.$$

Uit deze beide vergelijkingen P oplossende, komt men tot eene tweede-magtsvergelijking en vindt dan:

$$P_a = A D \left\{\left(\frac{E\Theta}{AD} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{a D}{2\Theta} \cdot l\right) - \frac{1}{2}\right) + \right.$$

$$\left. + \sqrt{\left\{\left(\frac{E\Theta}{AD} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{a D}{2\Theta} \cdot l\right) - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{E\Theta}{AD} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}\right\}}\right\} \quad (I\,a)$$

$$P_b = B D \left\{\left(\frac{E\Theta}{BD} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b D}{2\Theta} \cdot l\right) + \frac{1}{2}\right) - \right.$$

$$\left. - \sqrt{\left\{\left(\frac{E\Theta}{BD} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b D}{2\Theta} \cdot l\right) + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{E\Theta}{BD} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}\right\}}\right\} \quad (I\,b)$$

en volgens hiervóór:

$$f = \frac{t}{\frac{E\Theta}{P} \cdot \frac{\pi^2}{4 l^2}} \quad \ldots\ldots \quad (I\,c)$$

NB. l stelt in deze vormen voor de *geheele* lengte der staaf, wanneer één der beide einden als bevestigd te schouwen is, en de *halve* lengte der staaf, wanneer de beide einden vrij zijn.

Met behulp van deze beide formulen I*a* en I*b*, waarbij P regtstreeks in de verschillende elementen, die het vraagstuk beheerschen, is uitgedrukt, is men in staat, om voor eenige staaf bij eene afwijking t, de kracht te vinden, waaraan zij kan weêrstand bieden, zonder eene bepaalde spanning A en B te overschrijden.

Bij de *kleinste* der gevonden waarden van P, blijft men beneden de *beide* spanningen A en B, zoodat dus de kleinste der beide waarden moet aangehouden worden.

Wanneer intusschen de staaf niet cirkelvormig is, veranderen voor elk door de rigtlijn PB te brengen vlak de waarden van Θ, a en b, terwijl ook de waarde van t, afhankelijk van omstandigheden, tegelijkertijd zich belangrijk kan wijzigen; alsdan behoort men de kracht P te bepalen voor die doorsnede, waarbij P de kleinste waarde krijgt.

In den regel echter zal het niet moeijelijk zijn, na te gaan, welke doorsnede men daarvoor te kiezen heeft, terwijl in enkele gevallen het berekenen voor een tweetal doorsneden noodzakelijk, doch ook voldoende zal zijn, om zich volkomen zekerheid daaromtrent te verschaffen.

Alvorens verder te gaan zullen de verkregen formulen getoetst worden aan de proefnemingen door Hodgkinson, gedaan op gegoten ijzeren staven, vervat in zijn *Experimental researches on the strength and other properties of cast iron*, *by* Eaton Hodgkinson, 1846.

In tabel I, bladz. 354—358 van dat werk, zijn de uitkomsten opgenomen van een *vijf en vijftig*-tal proefnemingen, op staven met cirkelvormige doorsnede van 0.0124 M. tot 0.05 M. middellijn en van 0.0960 M. tot 1.5366 M. lengte, waarbij de einden der staaf kegelvormig afgewerkt waren, zoodat de kracht in de as der staaf werkte en de beide einden *vrij* waren.

Behalve de brekingkracht zijn bij enkele staven voor eenige tusschen-krachten, voorafgaande aan de brekingkracht, ook de doorbuigingen der staaf waargenomen.

De hiervolgende tabel I bevat in dezelfde volgorde de uitkomsten dezer proeven, nadat zij alvorens in het metrieke stelsel zijn overgebragt.

Tabel I. *Uitkomsten der proefnemingen van* Hodgkinson *betrekkelijk den weêrstand van gegoten ijzeren cilinders, onderworpen aan eene drukkende kracht in de rigting der lengte.*

De einden der staaf kegelvormig, zoodat de druk in de rigting der as werkt en de einden vrij zijn.

(IJzersoort Low Moor N°. 3.)

Nummer der proef.	Lengte.	Middellijn.	Doorbuiging in het midden der staaf.	Overeenkomstige kracht.	Brekingkracht.
	M.	M.	M.	K.G.	K.G.
1	1.5366	0.0127	0.0018 0.0124	26 51	62
2	1.5366	0.0127	0.0010 0.0058	44 62	68
3	1.5366	0.0196			354
4	1.5366	0.0196			354
5	1.5366	0.0251	0.0013 0.0036 0.0048 0.0132	235 450 537 733	754
6	1.5366	0.0251			971
7	1.5366	0.0325	0.0063	1 299	2 401
8	1.5366	0.0330	0.0018 0.0025	2 573 2 675	2 776
9	1.5366	0.0328	0.0008 0.0043 0.0086	971 2 063 2 267	2 336
10	1.5366	0.0330	? ? 0.0018	971 1 251 2 470	2 622
11	1.5366	0.0389	0.0036	4 774	4 927
12	1.5366	0.0384			4 927
13	1.5366	0.0389			4 591
14	1.5366	0.0391			5 071
15	1.5366	0.0447	0.0003 0.0023 0.0076	3 848 5 005 6 452	6 668
16	1.5366	0.0450			7 448
17	1.5366	0.0447	0.0005 0.0030 0.0056	1 274 3 909 6 224 6 910	7 481
18	1.5366	0.0457	0.0023 0.0122	1 522 6 442 8 326	8 453
19	1.5366	0.0493			10 347
20	1.5366	0.0500	0.0018 0.0071 0.0127 0.0132 0.0152	1 522 5 883 10 037 11 027 11 027 11 275	11 523
21	1.5366	0.0498	0.0008 0.0048 0.0122	5 573 9 046 10 336	10 500
22	0.7683	0.0127	0.0038	112 214	239
23	0.7683	0.0127	0.0005 0.0023	138 214	243
24	0.7683	0.0127			252
25	0.7683	0.0196	0.0005 0.0025	779 1 084	1 237
26	0.7683	0.0251	0.0010 0.0033	1 245 2 261	2 769
27	0.7683	0.0251	0.0005 0.0018	1 652 2 261	2 769
28	0.7683	0.0328	0.0003 0.0018	5 573 7 310	7 945
29	0.7683	0.0328	0.0020 0.0053	5 573 7 310	7 691
30	0.7683	0.0386	0.0010 0.0030	10 260 13 943	14 705
31	0.7683	0.0389			15 712
32	0.7683	0.0384	0.0018	10 260	13 851
33	0.5122	0.0254			7 138
34	0.5122	0.0259			7 138
35	0.5122	0.0199			3 291
36	0.5122	0.0190			2 699
37	0.3842	0.0127	0.0013 0.0079	766 906	906
38	0.3842	0.0127	0.0051 0.0086	817 842	842
39	0.3842	0.0127	0.0020 0.0051	614 817	842
40	0.3842	0.0196			4 599
41	0.3842	0.0193			4 422
42	0.3842	0.0190			3 532
43	0.3842	0.0251			9 146
44	0.3842	0.0251			8 728
45	0.3842	0.0251			9 006
46	0.2561	0.0193			7 567
47	0.2561	0.0193			7 567
48	0.2561	0.0196			8 687
49	0.1921	0.0130			2 807
50	0.1921	0.0124			2 077
51	0.1921	0.0124			2 277
52	0.1921	0.0196			10 838
53	0.1921	0.0196			9 981
54	0.0960	0.0127			6 910
55	0.0960	0.0127			6 795

Voor de staaf met cirkelvormige doorsnede kunnen de formulen I*a*, *b* en *c* gewijzigd worden, als volgt:

Men stelle daartoe:

$d =$ middellijn der staaf,

$\alpha = \frac{d}{l}$, zijnde l de *halve* lengte der aan proef onderworpen staaf,

$t = \top d$,

als wanneer verder:

$$a = b = \tfrac{1}{2} . d,$$

$$D = \tfrac{1}{4} \pi d^2$$

en

$$\Theta = \tfrac{1}{64} \pi d^4 \text{ wordt.}$$

Men heeft dus:

$$\frac{E\,\Theta}{A\,D} \cdot \frac{\pi^2}{4\,l^2} = \frac{E}{A} \cdot \frac{d^2}{16} \cdot \frac{\pi^2}{4\,l^2} = \frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{A} \cdot \alpha^2$$

en

$$\frac{a\,D}{2\,\Theta} \cdot t = \frac{4}{d} \cdot \top d = 4\,\top$$

en alzoo na substitutie:

$$P_a = A\,D\left[\left(\frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{A} \cdot \alpha^2\,(0.50 - 4\,\top) - 0.50\right) + \sqrt{\left\{\left(\frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{A} \cdot \alpha^2\,(0.50 - 4\,\top) - 0.50\right)^2 + \frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{A} \cdot \alpha^2\right\}}\right] \quad (1\,a)$$

evenzoo

$$P_b = B\,D\left[\left(\frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{B} \cdot \alpha^2\,(0.50 + 4\,\top) + 0.50\right) - \sqrt{\left\{\left(\frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{B} \cdot \alpha^2\,(0.50 + 4\,\top) + 0.50\right)^2 - \frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{B} \cdot \alpha^2\right\}}\right] \quad (1\,b)$$

alsmede

$$f = \frac{\top}{\frac{\frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{A} \cdot \alpha^2}{\frac{P_a}{A\,D}} \cdot \frac{P_a}{P} - 1} \cdot d = \frac{\top}{\frac{\frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{E}{B} \cdot \alpha^2}{\frac{P_b}{B\,D}} \cdot \frac{P_b}{P} - 1} \cdot d \quad (1\,c)$$

Neemt men nu bij het toetsen der formulen, voor $\frac{E}{A}$ of $\frac{E}{B}$, zijnde A en B de trekkende en drukkende spanningen, waarbij het gegoten ijzer breekt, eene vaste verhouding aan, dan geven de gevonden formulen de gelegenheid, om uit de waargenomen brekingkracht èn uit de waargenomen doorbuiging voor *die* der tusschenkrachten, welke daartoe het meest geschikt is, de waarde van de aanvankelijke afwijking $\top$, alsmede die van A of B, en dientengevolge ook E op te maken; met behulp van deze waarden, kunnen dan voor de overige tusschenkrachten de doorbuigingen bepaald worden.

De vergelijking van de op deze wijze bepaalde waarden met de *waargenomen* doorbuigingen, *en* met de waarden, welke bij het gegoten ijzer voor A of B, alsmede E kunnen aangenomen worden, geeft het middel, om de juistheid der formulen te toetsen.

Daar, waar geen doorbuigingen zijn waargenomen of waar deze geen geschikte gelegenheid geven om de waarde van $\top$ te bepalen, is voor $\top$ aangenomen een gemiddelde der verschillende waarden, die op de omschreven wijze daarvoor gevonden werden; met behulp van deze en de waargenomen brekingkracht zijn de spanningen A of B, en de elasticiteitsmodul E bepaald geworden, welke aldus verkregen waarden dan wederom de gelegenheid tot beoordeeling der formulen geven.

Hodgkinson heeft voor het weêrstandsvermogen en den elasticiteitsmodul van het gegoten ijzer (Low Moor n°. 3), waaruit de aan proef onderworpen staven gegoten zijn, als gemiddelde gevonden, na herleiding in het metriek stelsel,

$$A = 1021\ (10)^4 .\ (\text{K.G. per M}^2.)$$
$$B = 7719\ (10)^4 .\ (\ \ \ \

Nummer der proef.	Lengte der staaf L.	Halve lengte der staaf $l=\frac{1}{2}$L.	Middellijn der staaf d.	Waarde der verhouding $\frac{1}{z}=\frac{l}{d}$	Doorsnede der staaf $D=\frac{1}{4}\pi d^2$	Waargenomen: tusschenkrachten P.	Waargenomen: brekingkracht P_a.	Waargenomen: brekingspanning $\frac{P_a}{D}$.	Waargenomen: overeenkomstige doorbuiging f.	Berekende waarde van: aanvankelijke afwijking $\top$.	Berekende waarde van: aanvankelijke afwijking $t=\top d$.	Berekende waarde van: volgens formule (1a) $\frac{P_a}{AD}$	Berekende waarde van: $\frac{A}{}=$ (kol. 9) $\frac{P_a}{D}$: (kol. 13) $\frac{P_a}{AD}$	Berekende waarde van: $\frac{E}{A}=\frac{E}{A}$. A.	Berekende waarde van: doorbuiging volgens formule (1c) f.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	M.	M.	M.		M.²	K.G.	K.G.	K.G. p.M.²	M.		M.		K.G. per M.²	K.G. per M².	M.
27	0.7683	0.3842	0.0251	15.30	0.000495	1 652			0.0005	0.0224	0.00056	0.6141	910.(10)⁴	910.(10)⁷	0.0007
						2 261			*0.0018*						*0.0018*
							2 769	5 590 000							0.0077
37	0.3842	0.1921	0.0127	15.12	0.000127					0.0315	0.00040	0.6092	1170.(10)⁴	1170.(10)⁷	
						766			*0.0013*						*0.0013*
						906			0.0079						0.0038
							906	7 130 000							
28	0.7683	0.3842	0.0328	11.71	0.000845					0.0064	0.00021	1.0955	858.(10)⁴	858.(10)⁷	
						5 573			0.0003						0 0004
						7 310			*0.0018*						*0.0018*
							7 945	9 400 000							0.0076
29	0.7683	0.3842	0.0328	11.71	0.000845					0.0368	0.00121	0.9630	945.(10)⁴	945.(10)⁷	
						5 573			0.0020						0.0020
						7 310			*0.0053*						*0.0053*
							7 691	9 100 000							0.0072
30	0.7683	0.3842	0.0386	9.95	0.001170					0.0073	0.00028	1.5031	837.(10)⁴	837.(10)⁷	
						10 260			0.0010						0.0006
						13 943			*0.0030*						*0.0030*
							14 705	12570000							0.0077

Uit deze tabel blijkt:

1°. dat de aanvankelijke afwijkingen, met weglating der beide grootste volgens proef 1 en 5, waarbij niet onwaarschijnlijk de staaf bij het instellen reeds eene doorbuiging had verkregen, als volgt gevonden zijn:

$t=0.0447\ d=0.57$ m.M.
$0.0323\ d=0.41$ "
$0.0235\ d=0.77$ "
$0.0049\ d=0.16$ "
$0.0271\ d=0.53$ "
$0.0211\ d=0.94$ "
$0.0175\ d=0.78$ "
$0.0193\ d=0.88$ "
$0.0240\ d=1.20$ "
$0.0435\ d=2.17$ "
$0.0613\ d=1.54$ "
$0.0224\ d=0.56$ "
$0.0315\ d=0.40$ "
$0.0064\ d=0.21$ "
$0.0368\ d=1.21$ "
$0.0073\ d=0.28$ "

Alzoo *gemiddelde* waarde van $t=0.0265\ d$ of 0.80 m.M.

Deze afwijkingen kunnen wegens hare geringe waarde slechts als toevallige afwijkingen aangemerkt worden, die, althans geen zekeren maatstaf ter beoordeeling van de gelijkslachtigheid der stof geven, te meer daar hiertoe vooraf bijzondere voorzorgen zouden vereischt worden; alléén wanneer Hodgkinson zich dat ten doel gesteld had, zouden zij welligt tot eenige gevolgtrekking te dien aanzien hebben kunnen leiden, thans echter niet. Bovendien zouden daartoe welligt zwaardere staven gevorderd worden, ten einde zich van alle toevallige afwijkingen onafhankelijk te kunnen stellen.

2°. dat de voor A en E berekende waarden zich met gewenschte naauwkeurigheid *boven* en *beneden* de door Hodgkinson langs anderen weg daarvoor gevondene waarden bewegen, terwijl de gemiddelden dezer waarden zelfs nagenoeg daaraan gelijk zijn; voor de berekende waarde vindt men toch als gemiddelde:

$$A=1\,030.\,(10)^4$$

en

$$E=1\,030.\,(10)^7$$

3°. dat de overeenstemming, voor zooverre men die verwachten mogt tusschen de waargenomen doorbuigingen kolom (10) en de berekende kolom (16) de juistheid

der vooropgestelde aanname eveneens regtvaardigt.

Wijders is met behulp van dezelfde formulen en de overige in tabel I vervatte proefnemingen, welke niet in tabel II zijn opgenomen, de hiernavolgende tabel III zamengesteld.

Daarbij is op grond van de hiervóór gevondene gemiddelde afwijking $\top=0.0265$, voor allen aangenomen:

$$\top=0.03$$

Evenals hiervóór is de volgorde der proeven wederom genomen, naar de afdalende waarde van de verhouding $\frac{1}{z}=\frac{l}{d}$, terwijl ook hier wordt aangenomen

$$\frac{E}{A}=1000$$

en

$$\frac{E}{B}=130.$$

In deze onderstelling geldt voor de 33 eerste proefnemingen, waarbij $\frac{1}{z}=$ of >6.54 is, de formule 1*a* en voor de vier laatste, waarbij $\frac{1}{z}=$ of <4.90 is, de formule 1*b*.

Dienvolgens zijn bij de vier laatste proefnemingen de staven, ten gevolge van de drukkende spanning, bezweken, terwijl bij de overige de staven reeds onder de

Tabel III. Aangenomen: $\frac{E}{A}=1000$; $\frac{E}{B}=130$; $\top=0.03$.

Nummer der proef.	Lengte der staaf L.	Halve lengte der staaf $l=\frac{1}{2}$L	Middellijn der staaf d.	Waarde der verhouding $\frac{1}{z}=\frac{l}{d}$	Doorsnede der staaf $D=\frac{1}{4}\pi d^2$	Waargenomen: brekingkracht P_a of P_b	Waargenomen: brekingspanning $\frac{P_a}{D}$ of $\frac{P_b}{D}$	Berekende waarde van: volgens formule (1a) $\frac{P_a}{AD}$	Berekende waarde van: volgens formule (1b) $\frac{P_b}{BD}$	Berekende waarde van: $\frac{A}{}=\frac{P_a}{D}$ kol. (8) : $\frac{P_a}{AD}$ (kol. 9)	Berekende waarde van: $\frac{B}{}=\frac{P_b}{D}$ (kol. 8) : $\frac{P_b}{BD}$ (kol. 10)	Berekende waarde van: E $\frac{E}{A}=\frac{E}{A}$. A	Berekende waarde van: E $\frac{E}{B}=\frac{E}{B}$. B
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	M.	M.	M.		M.²	K.G.	K.G.perM.²			K.G.perM.²	K.G.perM.²	K.G.perM.²	K.G.p.M.²
3	1.5366	0.7683	0.0196	39.20	0.000302	354	1 172 200	0.0982		1194.(10)⁴		1194.(10)⁷	
4	1.5366	0.7683	0.0196	39.20	0.000302	354	1 172 200	0.0982		1194.(10)⁴		1194.(10)⁷	
6	1.5366	0.7683	0.0251	30.61	0.000495	971	1 962 400	0.1592		1233.(10)⁴		1233.(10)⁷	
22	0.7683	0.3842	0.0127	30.25	0.000127	239	1 880 000	0.1628		1155.(10)⁴		1155.(10)⁷	
24	0.7683	0.3842	0.0127	30.25	0.000127	252	1 980 000	0.1628		1216.(10)⁴		1216.(10)⁷	
7	1.5366	0.7683	0.0325	23.64	0.000830	2 401	2 890 000	0.2621		1103.(10)⁴		1103.(10)⁷	
10	1.5366	0.7683	0.0330	23.28	0.000855	2 622	3 070 000	0.2700		1136.(10)⁴		1136.(10)⁷	
12	1.5366	0.7683	0.0384	20.01	0.001158	4 927	4 250 000	0.3610		1177.(10)⁴		1177.(10)⁷	
11	1.5366	0.7683	0.0389	19.75	0.001158	4 927	4 150 000	0.3698		1122.(10)⁴		1122.(10)⁷	
13	1.5366	0.7683	0.0389	19.75	0.001188	4 591	3 860 000	0.3698		1043.(10)⁴		1043 (10)⁷	
14	1.5366	0.7683	0.0391	19.65	0.001200	5 071	4 230 000	0.3734		1133.(10)⁴		1133.(10)⁷	
16	1.5366	0.7683	0.0450	17.07	0.001590	7 448	4 680 000	0.4882		959.(10)⁴		959.(10)⁷	
19	1.5366	0.7683	0.0493	15.58	0.001909	10 347	5 420 000	0.5787		937.(10)⁴		937.(10)⁷	
38	0.3842	0.1921	0.0127	15 12	0.000127	842	6 630 000	0.6120		1083.(10)⁴		1083 (10)⁷	
39	0.3842	0.1921	0.0127	15.12	0.000127	842	6 630 000	0.6120		1083.(10)⁴		1083.(10)⁷	
36	0 5122	0.2561	0.0190	13.48	0.000284	2 699	9 500 000	0.7595		1251.(10)⁴		1251.(10)⁷	
35	0.5122	0.2561	0.0199	12.87	0.000311	3 291	10 580 000	0.8280		1278.(10)⁴		1278.(10)⁷	
42	0.3842	0.1921	0.0190	10.11	0.000284	3 532	12 440 000	1.3064		952.(10)⁴		952.(10)⁷	
33	0.5122	0.2561	0.0254	10 08	0.000507	7 138	14 080 000	1.3064		1078.(10)⁴		1078.(10)⁷	
32	0.7683	0.3842	0.0384	10.01	0.001158	13 851	11 960 000	1.331		899.(10)⁴		899 (10)⁷	
41	0.3842	0.1921	0.0193	9.90	0.000293	4 422	15 090 000	1.356		1113.(10)⁴		1113 (10)⁷	
34	0.5122	0.2561	0.0259	9.89	0.000527	7 138	13 540 000	1.359		996.(10)⁴		996.(10)⁷	
31	0.7683	0.3842	0.0389	9.88	0.001188	15 712	13 230 000	1 361		972.(10)⁴		972 (10)⁷	
40	0.3842	0.1921	0.0196	9.80	0.000302	4 599	15 230 000	1.382		1102.(10)⁴		1102.(10)⁷	
50	0.1921	0.0960	0.0124	7.74	0.000121	2 077	17 170 000	2.152		800.(20)⁴		800.(10)⁷	
51	0.1921	0.0960	0.0124	7.74	0.000121	2 277	18 820 000	2.152		875.(10)⁴		875.(10)⁷	
43	0.3842	0.1921	0.0251	7.65	0.000495	9 146	18 480 000	2.200		840.(10)⁴		840.(10)⁷	
44	0.3842	0.1921	0.0251	7.65	0.000495	8 728	17 630 000	2.200		801.(10)⁴		801.(10)⁷	
45	0.3842	0.1921	0.0251	7.65	0.000495	9 006	18 190 000	2.200		827.(10)⁴		827.(10)⁷	
49	0.1921	0.0960	0.0130	7.38	0.000133	2 807	21 110 000	2.355		897.(10)⁴		897.(10)⁷	
46	0.2561	0.1281	0.0193	6.64	0.000293	7 567	25 830 000	2.875		898.(10)⁴		898.(10)⁷	
47	0.2561	0.1281	0.0193	6.64	0.000293	7 567	25 830 000	2.875		898.(10)⁴		898.(10)⁷	
48	0.2561	0.1281	0.0196	6.54	0.000302	8 687	28 760 000	2.959		972.(10)⁴		972.(10)⁷	
52	0.1921	0.0960	0.0196	4.90	0.000302	10 838	35 890 000		0.5697		6300.(10)⁴		819.(10)⁷
53	0.1921	0.0960	0.0196	4.90	0.000302	9 981	33 050 000		0.5697		5801.(10)⁴		754.(10)⁷
54	0.0960	0.0480	0.0127	3.78	0.000127	6 910	54 410 000		0.6818		7980.(10)⁴		1037.(10)⁷
55	0.0960	0.0480	0.0127	3.78	0.000127	6 795	53 500 000		0.6818		7847.(10)⁴		1020.(10)⁷

trekkende spanning gebroken waren vóór dat de drukkende haar maximum bereikte.

Opmerking verdient dat ook Hodgkinson juist omtrent deze vier proefnemingen het navolgende aanmerkt:

Proeven 52 en 53. Deze staven waren aan beide einden gescheurd.

Proeven 54 en 55. Bij deze proeven scheen de gedrukte doorsnede grooter dan de getrokkene. De einden waren onder den druk gescheurd.

Daar deze opmerkingen bij de overige proeven niet voorkomen, schijnt het dat ook Hodgkinson bij deze vier proefnemingen eene andere werking heeft waargenomen dan bij de overige.

Uit tabel III blijkt wederom, dat de voor A, B en E berekende waarden met voldoende naauwkeurigheid naderen aan die, welke langs anderen weg door Hodgkinson daarvoor gevonden zijn, terwijl men voor de gemiddelden der aldus berekende waarde verkrijgt:

$$A = 1036 \,.\, (10)^4$$
$$B = 6982 \,.\, (10)^4$$
$$\text{en } E = 1023 \,.\, (10)^7.$$

Te meer blijkt die overeenstemming, wanneer men in aanmerking neemt, dat de door Hodgkinson gevonden waarden slechts als gemiddelden te beschouwen zijn, dat men hier bovendien met *breking* te doen heeft, waardoor de waarde van E zich wijzigt, en dat eindelijk de waarde van $\top$ is *aangenomen*.

Uit de vergelijking der voorgaande beschouwingen met de proefnemingen van Hodgkinson volgt derhalve, dat de algemeene theorie omtrent den weêrstand van bouwstoffen van volle toepassing blijft op de in de rigting der lengte gedrukte staaf, dáár althans waar de einden der staaf geacht kunnen worden vrij te zijn.

Bij de formulen I_a, $_b$ en $_c$ is aangenomen het bestaan eener aanvankelijke afwijking t; wanneer men deze laat afnemen en overgaan in nul, dan bekomt men de eigenlijke *theoretische* waarde van de kracht P, waaraan de staaf zou kunnen weêrstand bieden, zonder dat de spanningen A en B overschreden worden.

Men vindt dan door $t = 0$ te stellen:

uit I_a
$$P_a = E\,\Theta \,.\, \frac{\pi^2}{4\,l^2}$$

" I_b
$$P_b = \begin{cases} B\,D & \text{voor } \dfrac{E\,\Theta}{B\,D} \,.\, \dfrac{\pi^2}{4\,l^2} > 1 \text{ of voor } l < \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{E\,\Theta}{B\,D}} \\ E\,\Theta \,.\, \dfrac{\pi^2}{4\,l^2} & " \quad \dfrac{E\,\Theta}{B\,D} \,.\, \dfrac{\pi^2}{4\,l^2} < 1 \;"\;" \quad l > \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{E\,\Theta}{B\,D}} \end{cases}$$

en daar van beiden de kleinste der aldus voor P_a en P_b gevonden waarden moet aangehouden worden, verkrijgt men voor de theoretische kracht, waaraan de in de rigting der lengte gedrukte staaf kan weêrstand bieden,

$$P = \left\{ \begin{array}{ll} B\,D & \text{voor } l < \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{E\,\Theta}{B\,D}} \\ E\,\Theta \,.\, \dfrac{\pi^2}{4\,l^2} & " \quad l > \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{E\,\Theta}{B\,D}} \end{array} \right\} \quad \text{(II)}$$

Tot dezelfde grenswaarden, hoewel langs anderen weg verkregen, en onder andere bewoordingen gesteld, leiden de beschouwingen van den generaal-majoor ingenieur Delprat, voorkomende in diens *Beginselen der Statica en Hydrostatica* enz. 3de druk, bladz. 232.

Ten einde de formulen I, waarbij de aanvankelijke afwijking t behouden is, onderling en met de uitkomsten der formule II, waarin de aanvankelijke afwijking $t = 0$ genomen is, te vergelijken, en om alzoo te doen uitkomen den invloed, dien eene geringe afwijking $t = \top d$ op de grootte der kracht P kan hebben, is deze graphisch voorgesteld geworden voor verschillende verhoudingen $\frac{1}{\alpha} = 1, 2, 3, 4, 5$ enz. en bij verschillende afwijkingen $\top$.

Daartoe is wederom de staaf met cirkelvormige doorsnede gekozen en zijn de waarden van E, A en B als volgt aangenomen.

$$A = 1000 \,.\, (10)^4$$
$$B = 7700 \,.\, (10)^4$$
$$\text{en } E = 1000 \,.\, (10)^7$$

Graphische voorstelling, figuur 5. — Met behulp van formule 1_a en 1_b is, voor $\frac{1}{\alpha} = 1, 2, 3, 4, 5$ enz. en $\top = 0.02$ berekend de waarde van

$$\frac{P_a}{A\,D} \text{ en } \frac{P_b}{B\,D}.$$

Voor $l = 0$ of $\frac{1}{\alpha} = 0$, geven de formulen I_a en I_b

$$P_a = \infty \text{ en } P_b = B\,D \,.\, \frac{1}{1 + \frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t}.$$

Dit laatste kan blijken uit de grondformule:

$$\frac{P\,t}{1 - \frac{P}{E\,\Theta} \,.\, \frac{4\,l^2}{\pi^2}} = \frac{B - \frac{P}{D}}{b} \,.\, \Theta,$$

waarvan de formule I_b eene reductie is.

Voor de staaf met cirkelvormige doorsnede heeft men dus voor $l = 0$ of $\frac{1}{\alpha} = 0$

$$P_a = \infty \text{ en } P_b = B\,D \,.\, \frac{1}{1 + 8\,\top}.$$

In figuur 5 stelt de lengte der abcissen, uitgedrukt in *centimeters*, de verhouding $\frac{1}{\alpha}$ voor, terwijl op de overeenkomstige ordinaten, de decimeter als eenheid genomen, zijn gebragt de waarden van $\frac{P_a}{A\,D}$ en $\frac{P_b}{B\,D}$, waardoor de krommen $A_1\,A_2\,A_3$ en $B_1\,B_2\,B_3$ gevormd worden.

Om alzoo de brekingskrachten P_a en P_b te kunnen vergelijken, moeten de ordinaten tot $A_1\,A_2\,A_3$ behoorende vermenigvuldigd worden met de verhouding $\frac{A}{B} = \frac{10}{11}$; deze ordinaten in teekening brengende verkrijgt men de kromme $a_1\,a_2\,a_3$, zoodat de ordinaten der krommen $a_1\,a_2\,a_3$ en $B_1\,B_2\,B_3$ uitgedrukt in decimeters, beiden het getal aanwijzen, dat met de waarde van B D moet vermenigvuldigd worden om de krachten P_a en P_b te verkrijgen.

De kleinste van beiden geeft de brekingskracht aan, en derhalve geeft *vóór* het snijpunt S de kromme $B_1\,S$, *voorbij* het snijpunt S de kromme $S\,a_2\,a_3$ de waarde van $\frac{P}{B\,D}$ aan.

Bij vergelijking blijkt intusschen, dat, hoewel de drukkende maximum-spanning B 7 à 8 maal grooter is dan de trekkende maximum-spanning A de brekingskracht slechts eene zeer geringe wijziging ondergaat, door het gebruik der formule 1_a, in plaats van 1_b; de kromme $S\,a_2\,a_3$, aanvankelijk op de kromme $B_1\,B_2\,B_3$ in S aanvangende, verwijdert zich eerst een weinig daarvan, doch, om weldra, alhoewel steeds mathematisch daar beneden blijvende, ze meer en meer te naderen.

Uit de graphische voorstelling blijkt dus, dat niet alleen waar A = B is, maar ook daar waar B aanmerkelijk grooter dan A is, de formule 1_b alleen toereikende zou zijn, om met voldoende naauwkeurigheid de brekingskracht te bepalen.

Later zal blijken, dat, waar het op de bepaling van de *toe te laten* kracht aankomt, de formule 1_a zelfs geheel buiten aanmerking kan blijven.

Graphische voorstelling, figuur 6. — Op gelijke wijze als hiervóór, stellen de ordinaten der krommen $B_o\,B_o\,B_o$, $B_1\,B_1\,B_1$, $B_2\,B_2\,B_2$, $B_3\,B_3\,B_3$, uitgedrukt in decimeters. achtereenvolgens voor de waarde van $\frac{P_b}{B\,D}$, bij:

$$\top = 0,\ 0.005,\ 0.01 \text{ en } 0.02,$$

waaruit blijkt, hoe de vloeijende krommen $B_3\,B_3\,B_3$, $B_2\,B_2\,B_2$, $B_1\,B_1\,B_1$ bij het afnemen van $\top$ ten slotte overgaan in de gebrokene $B_o\,B_o\,B_o$, en dat de invloed van de afwijking $\top$ op de grootte van de kracht klaarblijkelijk het grootste is, ter plaatse van de ordinaat $S\,s$, dat is blijkens formule II, voor

$$l = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}}$$

overeenkomende met

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B}} = 4{,}47.$$

Men heeft dan door in formule I_b te substitueren

$$l = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{D\,B}}$$

$$P_b = B\,D\left\{\left(\left(\tfrac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta} \,.\, l\right) + \tfrac{1}{2}\right) - \sqrt{\left\{\left(\left(\tfrac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta} \,.\, l\right) + \tfrac{1}{2}\right)^2 - 1\right\}}\right\} =$$

$$= B\,D\left\{\left(1 + \frac{b\,D}{2\,\Theta} \,.\, t\right) - \sqrt{\left(\frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t + \left(\frac{b\,D}{2\,\Theta} \,.\, t\right)^2\right)}\right\} =$$

$$= B\,D\left\{\left(1 + \frac{b\,D}{2\,\Theta} \,.\, t\right) - \sqrt{\frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t\left(1 + \tfrac{1}{4} \,.\, \frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t\right)}\right\}$$

en daar voor $l = 0$, volgens hiervóór $P_b = B\,D \,.\, \frac{1}{1 + \frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t}$ wordt:

bij: $l = 0$; $P_b =$ Theoretische kracht $\times \dfrac{1}{1 + \frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t}$

en bij: $l = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}}$; $P_b =$ Theoretische kracht $\times \left\{\left(1 + \frac{b\,D}{2\,\Theta} \,.\, t\right) - \sqrt{\frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t\left(1 + \tfrac{1}{4}\,\frac{b\,D}{\Theta} \,.\, t\right)}\right\}$

Bij de staaf met cirkelvormige doorsnede wordt:

$$\frac{b\,D}{\Theta}\ .\ t = \frac{\frac{1}{8}\,\pi\,d^3}{\frac{1}{6}\,\top\,\pi\,d^3}\ .\ \top\,d = 8\,\top \quad \text{en alzoo:}$$

bij: $l = 0$; $P_b =$ Theoretische kracht $\times \dfrac{1}{1+8\,\top}$

en

bij: $l = \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{E\,\Theta}{B\,D}}$; $P_b =$ Theoretische kracht $\times \left\{(1+4\,\top) - \sqrt{8\,\top\,(1+2\,\top)}\right\}$.

Voor verschillende waarden van $\top$ vindt men:

	$\top = 0$	$\top = 0.005$	$\top = 0.01$	$\top = 0.02$	$\top = 0.05$	$\top = 0.1$
$\dfrac{1}{1+8\,\top}$	1	0.96	0.93	0.86	0.71	0.56
$(1+4\,\top) - \sqrt{8\,\top\,(1+2\,\top)}$	1	0.82	0.75	0.67	0.54	0.52

zoodat bijv. voor $\top = 0.02$ ter plaatse der *grootste* afwijking de werkelijke kracht 67 percent bedraagt van de theoretische.

Voor $l < \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}}$ neemt dus de invloed van t allengs af, zoodat bij $l = 0$ de werkelijke kracht $= \dfrac{1}{1+\frac{b\,D}{\Theta}\,.\,t} \times$ de theoretische kracht wordt; terwijl voor $l > \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}}$ de invloed van t eveneens afneemt en zelfs meer en meer verdwijnt, naarmate l grooter wordt.

Uit het bovenstaande, in verband met de graphische voorstelling, figuur 6, blijkt derhalve, dat de werkelijke kracht wèl afwijkt van de theoretische, doch niet in die mate, als men wel zou mogen opmaken uit de omstandigheid, dat zoovelen de zuiver theoretische formule, door II aangewezen, als 't ware geheel verworpen hebben, als of zij op verre na niet in staat ware, dàar althans waar het de bepaling der brekingkracht geldt, met de praktische resultaten in vergelijking te komen, en het in de plaats stellen van nieuwe theoriën, die bovendien dikwerf belangrijk meer van de waarheid afwijken, volkomen wettigde. In zooverre wensch ik dan ook hier te doen uitkomen, dat deze beschouwingen veeleer ten doel hebben, om het onregtmatige daarvan aan te wijzen, dan om de verschillende theoriën omtrent dat onderwerp met één te vermeerderen.

Graphische voorstellingen, figuren 7 en 8. — Eindelijk verdient nog nadere overweging de vraag, aan welken druk de staaf met *zekerheid* kan onderworpen worden, zonder dat eene bepaalde *spanning* B' overschreden wordt.

Schijnbaar zou men daartoe slechts in de formulen I of II voor B de waarde van B' te substitueren en daaruit de waarde van P_b te berekenen hebben. Deze enkele substitutie is echter niet voldoende, hetwelk kan blijken uit de graphische voorstellingen, figuren 7 en 8, waarbij in de eerste $\top = 0$, in de tweede $\top = 0.02$ is genomen. Even als hiervoor stelt in beide figuren de kromme $B_1 B_2 B_3$ de waarde voor van $\frac{P_b}{B\,D}$ en de kromme $B'_1 B'_2 B'_3$ de waarde van $\frac{P'_b}{B'\,D} = \frac{P'_b}{B\,D} \times \frac{B}{B'}$, waarbij $B' = \frac{1}{2}\,B$ is genomen en P'_b de met B' overeenkomstige waarde voorstelt, door de formulen II voor figuur 7, en (1_b) voor figuur 8 bepaald.

Hieruit blijkt, dat bij $\top = 0$ (figuur 7) de *breking*kracht P_b voor $l > \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B'\,D}}$, overeenkomende met $\frac{1}{z} > \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B}}$ of $\frac{1}{z} > 10.03$, zou overgaan in de op deze wijze berekende *toe te laten* kracht P'_b, terwijl voor $\top = 0.02$ (figuur 8) de aldus gevonden *toe te laten* kracht al meer en meer de *breking*kracht zou naderen.

Dit nu is niet mogelijk; immers de geringste wijziging in de waarde van E of de afmetingen der staaf zou de *toe te laten* kracht in de *breking*kracht doen overgaan, en in plaats van eene *vijfvoudige* zekerheid te hebben, zou deze geheel verdwijnen.

De *breking*kracht of nagenoeg daaraan gelijke kracht is namelijk in staat de staaf onder verschillende doorbuigingen en daardoor bij verschillende spanningen B, B' in evenwigt te houden.

Ten einde de grootte dezer doorbuigingen, bij eenige spanning te bepalen, heeft men volgens formule I_c

$$f = \frac{t}{\frac{E\,\Theta}{P}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} - 1}.$$

Hierin voor P achtereenvolgens de waarde van P_a en P_b, volgens formule I_a en I_b sustituerende, vindt men na eenige herleiding:

$$f_a = \frac{\left(\frac{E\,\Theta}{A\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{a\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2}\right) + \sqrt{\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{A\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{a\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{E\,\Theta}{A\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\right\}}}{\frac{E\,\Theta}{A\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}} \cdot \frac{\Theta}{A\,D}$$

en

$$f_b = \frac{-\left(\frac{E\,\Theta}{B\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) - \frac{1}{2}\right) + \sqrt{\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{B\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{E\,\Theta}{B\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\right\}}}{\frac{E\,\Theta}{B\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}} \cdot \frac{\Theta}{B\,D}$$

Voor $l = 0$ gaan deze doorbuigingen over in:

$$f_a = \left(\frac{A}{E}\,.\,\frac{4\,l^2}{\pi^2} + \frac{\Theta}{D}\right)\,.\,\frac{1}{a}$$

en

$$f_b = \begin{cases} 0 & \text{voor } \frac{E\,\Theta}{B\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} > 1 \text{ of } l < \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}} \\ \left(\frac{B}{E}\,.\,\frac{4\,l^2}{\pi^2} - \frac{\Theta}{D}\right)\,.\,\frac{1}{b} & \text{,,} \ \frac{E\,\Theta}{B\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} < 1 \text{ ,, } l > \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}} \end{cases}$$

Ofschoon dus voor $l = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B\,D}}$ de doorbuiging $f'_b = 0$ wordt, onder de vooropstelling namelijk van $t = 0$, is de toe te laten kracht aldaar blijkens het voorgaande toch reeds in de brekingkracht overgegaan, zoodat aldaar éénzelfde kracht, doch bij verschillende doorbuigingen, in staat is de staaf in evenwigt te houden.

Uit het voorgaande blijkt alzoo, dat de *toe te laten* kracht slechts een bepaald *gedeelte* kan zijn van de waarde:

$$E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}.$$

waarbij aan de beide navolgende voorwaarden moet voldaan worden.

1°. Dat de kracht ver genoeg van de *breking*kracht verwijderd blijve, om volkomen verzekerd te zijn, dat bij eenige mogelijke wijziging van E of van de afmetingen der staaf de *toe te laten* kracht niet in de *breking*kracht kan overgaan.

2°. Dat de doorbuiging der staaf beneden eene bepaalde grootheid blijve.

Neemt men nu in verband met de sub 2 gestelde voorwaarde aan, dat de doorbuiging niet grooter dan de aanvankelijke afwijking t mag zijn, dan geeft formule I_c, te weten:

$$f = \frac{t}{\frac{E\,\Theta}{P}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} - 1}$$

voor:

$$P = \tfrac{1}{2}\,.\,E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}$$

$$f = \frac{t}{2-1} = t,$$

neemt men dan, in verband met de sub 1 gestelde voorwaarde aan, dat men bij $P' = \frac{1}{2}\,.\,E\,\Theta\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}$ voldoende verwijderd is van de *breking*kracht $E\,\Theta\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}$, dan kan men voor de toe te laten kracht aannemen de formule I_b tot dat $P'_b = \frac{1}{2}\,.\,E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}$ wordt, en verder $P'_b = \frac{1}{2}\,.\,E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}$.

Ter bepaling van dit overgangspunt heeft men:

$$P'_b = B'\,D\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2}\right) - \sqrt{\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\right\}}\right\}.$$

Deze waarde gelijk stellende aan: $P' = \frac{1}{2}\,E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}$

verkrijgt men:

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} = \frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2} - \sqrt{\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\right\}}$$

$$\left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\frac{1}{2} + \frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l\right) + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} = \left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2}\,.\,\frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,l + \frac{1}{2}\right)^2$$

of na eenige reductie:

$$\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} = \frac{1}{\frac{b\,D}{\Theta}\,.\,l + \frac{1}{2}}$$

of:

$$l_b = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\left(\frac{b\,D}{\Theta}\,.\,t+\tfrac{1}{2}\right)} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E}{B'}\left(b\,t+\frac{\Theta}{2\,D}\right)}.$$

Dienovereenkomstig heeft men voor de *toe te laten* kracht:

$$P' = \begin{cases} B'\,D\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\cdot\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\tfrac{1}{2}+\frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,t\right)+\tfrac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\cdot\frac{\pi^2}{4\,l^2}\left(\tfrac{1}{2}+\frac{b\,D}{2\,\Theta}\,.\,t\right)+\tfrac{1}{2}\right)^2-\frac{E\,\Theta}{B'\,D}\cdot\frac{\pi^2}{4\,l^2}\right\}}\right\} \text{voor } l<\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E}{B'}\left(b\,t+\frac{\Theta}{2\,D}\right)} \\ \tfrac{1}{2}\,.\,E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} \text{ voor } l>\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E}{B'}\left(b\,t+\frac{\Theta}{2\,D}\right)} \end{cases} \quad \text{(III)}$$

of voor $t=0$

$$P' = \begin{cases} B'\,D \qquad \text{voor } l<\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{2\,B'\,D}} \\ \tfrac{1}{2}\,E\,\Theta\,.\,\frac{\pi^2}{4\,l^2} \quad \text{“} \quad l>\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E\,\Theta}{2\,B'\,D}}. \end{cases} \quad \text{(IV)}$$

In figuur 7 en 8 stelt de kromme $B'_1\,S'\,b'_2\,b'_3$ de *toe te laten* kracht voor.

Daar men op gelijke wijze als hiervóór, voor het *overgangspunt* tot de kracht volgens formule I*a*, vindt:

$$l_a = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E}{A'}\left(a\,t-\frac{\Theta}{2\,D}\right)}$$

en alzoo voor $t<\frac{\Theta}{2\,a\,D}$, l_a = onbestaanbaar en eerst voor $t=\frac{\Theta}{2\,a\,D}$, $l=0$ wordt, kan de formule I*a* veilig buiten beschouwing blijven.

Met behulp van de formule III, is de hiernavolgende tabel IV, voor eenige bijzondere gevallen, zamengesteld.

Bij vergelijking dezer uitkomsten met die, vervat in tabel XIV, bladz. 64 van de derde nitgave van *Der Bau der Brückenträger* van Laissle en Schübler, zij men indachtig, dat de door dezen genoemde verhoudingen $\frac{L}{H}=\frac{L}{D}=$ 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, overeenkomen met $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}=\frac{1}{2}$, 5, 10, 15, 20, 25, 30.

Thans overgaande tot de beschouwing der aan *wêerseinden bevestigde* en in de rigting der lengte gedrukte staaf, neme men aanvankelijk wederom eene willekeurige kromme voor haar neutrale as aan; is nu eene zijdelingsche uitwijking der einden volkomen belet, zooals men zich dat zal kunnen bereikt denken, door de staaf aan weêrseinden te verlengen en deze verlengde gedeelten op te sluiten, dan zal de staaf, onder de werking der krachten P eenige doorbuiging aannemen, als bijv. door figuur 9 is aangewezen.

Ten gevolge der opsluiting of bevestiging in *A* en *B* zal in deze eindpunten behalve de krachten P, nog een moment M werken, zoodat in eenig willekeurig punt, behalve de kracht P, nog werkzaam is een moment:

$$M - P\,y.$$

Ter plaatse *L* en *N*, alwaar $y_l = y_n = \frac{M}{P}$ wordt, en dus $M = P \times y_l$ en $M = P \times y_n$, gaat het moment $M - Py$ over in *nul*.

Dienvolgens kan men zich de staaf voorstellen als te bestaan uit *vier* deelen:

L A, L M, N B en N M.

welke, elk in volkomen dezelfde omstandigheden verkeeren, als de hiereven beschouwde staaf, met het eene einde bevestigd, en het andere einde (hier *L* en *N*), alwaar de kracht P werkt, vrij.

Om dezelfde reden, als bij deze staaf, zal ook bij het gedeelte *L N*, aan welks einden *L* en *N* het moment in *nul* is overgegaan, en alzoo slechts de kracht P werkzaam is, het punt M zich bij doorbuiging naar het midden van *L N*, verplaatsen, terwijl evenzoo en op dezelfde gronden, de punten *L* en *N* zullen trachten het midden tusschen A en M en tusschen B en M in te nemen, en zulks te volkomener, naarmate de doorbuiging grooter is, in vergelijking der aanvankelijke willekeurige afwijking van de neutrale as.

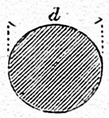
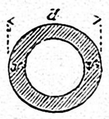
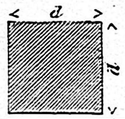
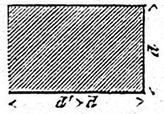
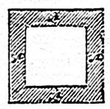
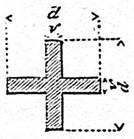
In de veronderstelling van volkomen bevestiging der einden, zal zich derhalve de staaf in vier *gelijke* overeenkomstige deelen verdeelen.

Neemt men nu, om dezelfde redenen als vroeger, voor de aanvankelijke neutrale as, de kromme, die de eigenschap heeft, dat zij bij doorbuiging denzelfden hoofdvorm behoudt, dan is het, zonder nadere toelichting, klaar, dat die kromme wederom dezelfde wordt, als hiervoor gevonden werd, mits men neme;

Tabel IV, *aangevende de waarde van* $\frac{P'}{B'D}$, *of van de coëfficiënten, waarmede* B'D *moet vermenigvuldigd worden, om te verkrijgen: de groo*

Zijnde: *l* de *halve* lengte der aan *beide* einden *vrije* staaf, D de doorsnede uitgedrukt in eenige

op dezelfde vierkante eenheid (aanvankelijke afwijking aangeno

Vorm van de doorsnede der staaf.	Waarde van				Formule bepalende de waarde van $\frac{P'}{B'D}$.
	b.	D.	Θ.	$\frac{\Theta}{D}$.	
Vol rond 	$\frac{1}{2}d$	$\frac{1}{4}\pi d^2$	$\frac{1}{64}\pi d^4$	$\frac{1}{16}d^2$	$\left\{\begin{array}{ll}\left(\frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+4\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+4\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}} & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}< \\ \frac{\pi^2}{128}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2 & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}> \end{array}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=$
Hol rond  $\delta=\delta' d$	$\frac{1}{2}d$	$\frac{1}{4}\pi d^2\left\{1-(1-2\delta')^2\right\}$	$\frac{1}{64}\pi d^4\left\{1-(1-2\delta')^4\right\}$	$\frac{1}{16}\cdot d^2\left\{1+(1-2\delta')^2\right\}=\frac{\Delta}{16}\cdot d^2$	$\left\{\begin{array}{ll}\left(\frac{\Delta\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{4}{\Delta}\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\Delta\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{4}{\Delta}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\Delta\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}} & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}< \\ \frac{\Delta\pi^2}{128}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2 & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}> \end{array}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=$
Vol vierkant 	$\frac{1}{2}d$	d^2	$\frac{1}{12}d^4$	$\frac{1}{12}d^2$	$\left\{\begin{array}{ll}\left(\frac{\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2\left(\frac{1}{2}+3\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+3\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2\right\}} & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}< \\ \frac{\pi^2}{96}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2 & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}> \end{array}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=$
Vol regthoekig 	$\frac{1}{2}d$	$d'd$	$\frac{1}{12}d'd^3$		
Hol vierkant  $\delta=\delta' d$	$\frac{1}{2}d$	$d^2\left\{1-(1-2\delta')^2\right\}$	$\frac{1}{12}d^4\left\{1-(1-2\delta')^4\right\}$	$\frac{1}{12}\cdot d^2\left\{1+(1-2\delta')^2\right\}=\frac{\Delta}{12}\cdot d^2$	$\left\{\begin{array}{ll}\left(\frac{\Delta\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\Delta}\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\Delta\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\Delta}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\Delta\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}} & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}< \\ \frac{\Delta\pi^2}{96}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2 & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}> \end{array}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=$
Kruisvormig  $\delta=\delta' d$	$\frac{1}{2}d$	$d^2\cdot\delta'(2-\delta')$	$\frac{1}{12}d^4\cdot\delta'(1+\delta'^2-\delta'^3)$	$\frac{1}{12}d^2\cdot\frac{1+\delta'^2-\delta'^3}{2-\delta'}=\frac{\Delta}{12}\cdot d^2$	$\left\{\begin{array}{ll}\left(\frac{\Delta\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\Delta}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\Delta\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\Delta}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\Delta\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}} & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}< \\ \frac{\Delta\pi^2}{96}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2 & \text{voor } \frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}> \end{array}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=$

$\frac{P'}{B'D}$, *of van de coëfficiënten, waarmede* B′ D *moet vermenigvuldigd worden, om te verkrijgen: de grootte der* toe te laten, *in de rigting der as drukkende kracht, bij verschillende verhoudingen* $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$.

Zijnde: l de *halve* lengte der aan *beide* einden *vrije* staaf, D de doorsnede uitgedrukt in eenige vierkante eenheid en B′ de *toe te laten* spanning in K.G.

op dezelfde vierkante eenheid (aanvankelijke afwijking aangenomen: $\top = \frac{t}{d} = 0.05$).

Formule bepalende de waarde van $\frac{P'}{B'D}$.	Waarde van δ'	Waarde van Δ	Gegoten ijzer. B′ = 12 000 000 K.G. per M.²; E = 10 000 000 000 K.G. per M.²; $\frac{E}{B'} = 833$. Verhouding $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$. 1.	5.	10.	15.	20.	25.	30.	35.	40.	45.	50.	Overgangspunt voorbij hetwelk toe te laten kracht = ½ theor. brekingkracht. $\frac{1}{\alpha_b} = \frac{lb}{d}$	$\frac{P'}{B'D}$	Gesm B′ = 6 000 000 K.G. per M.²; E = Verhouding $\frac{1}{\alpha}$ 1.	5.	10.	15.	20.	25.
$\left(\frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+4\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+4\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}}$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}<$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}>$ $\left.\begin{matrix}\\\\\end{matrix}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=\frac{l_b}{d}=\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}(8\top+\frac{1}{2})}$ $\frac{\pi^2}{128}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2$			0.713	0.684	0.579	0.241	0.161	0.103	0.071	0.052	0.040	0.032	0.026	10.76	0.555	0.714	0.706	0.681	0.634	0.562	0.370
van vol rond, of	½	1.—																						
$\left(\frac{\triangle\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{4}{\triangle}\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\triangle\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{4}{\triangle}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\triangle\pi^2}{64}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}}$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}<$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}>$ $\left.\begin{matrix}\\\\\end{matrix}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=\frac{l_b}{d}=\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\left(8\top+\frac{\triangle}{2}\right)}$ $\frac{\triangle\pi^2}{128}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2$		⅕	1.36	0.772	0.752	0.676	0.388	0.218	0.140	0.097	0.071	0.055	0.043	0.035	11.79	0.628	0.773	0.767	0 750	0.716	0.663	0.503
		1/10	1.64	0.803	0.788	0.728	0.468	0.263	0.168	0.117	0.086	0.066	0.052	0.042	12.53	0.671	0.804	0.800	0.786	0.761	0.718	0.607
		1/5	1.751	0.813	0 800	0.746	0.500	0.281	0.180	0.125	0.092	0.070	0.055	0.045	12.81	0.685	0.815	0.810	0 798	0.775	0.737	0.648
		1/20	1.81	0.818	0.804	0.753	0.517	0.291	0.186	0.129	0.095	0.073	0.057	0.046	12.96	0.692	0.819	0.815	0.803	0.780	0.744	0.670
		1/25	1.846	0.822	0.809	0.759	0.527	0.296	0.190	0.132	0.097	0.074	0.058	0 047	13.05	0.696	0.823	0.819	0.808	0.786	0.750	0.683
		1/50	1.922	0.827	0.816	0.768	0.549	0.308	0.198	0.137	0.101	0.077	0.061	0.049	13.23	0.705	0.828	0.824	0.814	0.793	0.760	0.708
(grenswaarde)	0	2.—																						
$\left(\frac{\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2\left(\frac{1}{2}+3\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+3\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2\right\}}$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}<$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}>$ $\left.\begin{matrix}\\\\\end{matrix}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=\frac{l_b}{d}=\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\cdot(8\top+\frac{2}{3})}$ $\frac{\pi^2}{96}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2$			0.769	0.748	0.670	0.381	0.214	0.137	0.095	0.070	0.054	0.042	0.034	11.72	0.625	0.769	0.764	0.746	0.712	0.657	0.493
van vol vierkant, of	½	1.—																						
$\left(\frac{\triangle\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\triangle}\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\triangle\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\triangle}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\triangle\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}}$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}<$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}>$ $\left.\begin{matrix}\\\\\end{matrix}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=\frac{l_b}{d}=\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\cdot\left(8\top+\frac{2\triangle}{3}\right)}$ $\frac{\triangle\pi^2}{96}\cdot\frac{E}{B'}\alpha^2$		⅕	1.36	0.819	0.806	0.754	0.518	0.291	0.186	0.129	0.095	0.073	0.058	0.047	12.97	0.694	0.820	0.816	0.804	0.782	0.746	0.671
		1/10	1.64	0.844	0.834	0.796	0.624	0.351	0.225	0.156	0.115	0.088	0.069	0.056	13.86	0.732	0.845	0.842	0.833	0.816	0.789	0.745
		1/15	1.751	0.853	0.844	0.810	0.666	0.375	0.240	0.167	0.122	0.094	0.074	0.060	14.20	0.745	0.854	0.851	0.843	0.828	0.803	0.765
		1/20	1.81	0.857	0.849	0.816	0.689	0.387	0.248	0.172	0.127	0.097	0.077	0.062	14.38	0.751	0.858	0.855	0.848	0.834	0.810	0.776
		1/25	1.846	0.860	0.852	0.820	0.702	0.395	0.253	0.176	0.129	0.099	0.078	0.063	14.49	0.755	0.861	0.858	0.851	0.837	0.814	0.777
		1/50	1.922	0.865	0.857	0.828	0.731	0.411	0.263	0.183	0.134	0.103	0.081	0.066	14.71	0.762	0.865	0.863	0.856	0.843	0.823	0.789
(grenswaarde)	0	2.—																						
van vol vierkant, of	1	1.—																						
$\left(\frac{\triangle\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\triangle}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)-\sqrt{\left\{\left(\frac{\triangle\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\left(\frac{1}{2}+\frac{3}{\triangle}\cdot\top\right)+\frac{1}{2}\right)^2-\frac{\triangle\pi^2}{48}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2\right\}}$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}<$ voor $\frac{1}{\alpha}=\frac{l}{d}>$ $\left.\begin{matrix}\\\\\end{matrix}\right\}\frac{1}{\alpha_b}=\frac{l^b}{d}=\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\cdot\left(8\top+\frac{2\triangle}{3}\right)}$ $\frac{\triangle\pi^2}{96}\cdot\frac{E}{B'}\cdot\alpha^2$		⅕	0.573	0.655	0.617	0.489	0.218	0.123	0.078	0.055	0.040	0.031	0.024	0.020	10.03	0.488	0.654	0.645	0.612	0.553	0.442	0.283
		1/10	0.531	0.637	0.596	0.455	0.202	0.114	0.073	0.050	0.037	0.028	0.022	0.018	9.85	0.469	0.638	0.627	0.592	0.529	0.409	0.262
		1/15	0.519	0.632	0.591	0.444	0.197	0.111	0.071	0.049	0.036	0.028	0.022	0.018	9.81	0.465	0.633	0.622	0.586	0.523	0.400	0.256
		1/20	0.514	0.630	0.588	0.440	0.196	0.110	0.070	0 049	0.036	0.028	0.022	0.018	9.78	0.462	0.631	0.620	0.583	0.520	0.396	0.253
		1/25	0.511	0.628	0.586	0.438	0.195	0.109	0.070	0.049	0.036	0.027	0.022	0.017	9.76	0.460	0.629	0.618	0.581	0.518	0.394	0.252
		1/50	0.505	0.626	0.583	0.432	0.192	0.108	0.070	0.048	0.035	0.027	0.021	0.017	9.74	0.457	0.627	0.615	0.579	0 514	0.389	0.249
(grenswaarde)	0	0.5	0.623	0.581	0.428	0.190	0.107	0.068	0.048	0.035	0.027	0.021	0.017	9.71	0.455	0.621	0.613	0.576	0.510	0.385	0.247	

te der toe te laten, *in de rigting der as drukkende kracht, bij verschillende verhoudingen* $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$.

vierkante eenheid en B′ de *toe te laten* spanning in K.G.

Tegenover blz. 172.

men: $\top = \frac{t}{d} = 0.05$).

	Waarde van		Gegoten ijzer B′ = 12 000 000 K.G. per M.²; E = 10 000 000 000 K.G. per M.²; $\frac{E}{B'} = 833$.												Gesmeed ijzer B′ = 6 000 000 K.G. per M.²; E = 18 000 000 000 K.G. per M.²; $\frac{E}{B'} = 3\,000$.											
			Verhouding $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$.										Overgangspunt voorbij hetwelk toe te laten kracht = ½ theor. breking-kracht.		Verhouding $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$.										Overgangspunt voorbij hetwelk toe te laten kracht = ½ theor. breking-kracht.	
	δ'	Δ	1.	5.	10.	15.	20.	25.	30.	35.	40.	45.	50.	$\frac{1}{\alpha b} = \frac{lb}{d}$	$\frac{P'}{B'D}$	1.	5.	10.	15.	20.	25.	30.	35.	40.	45.	50.	$\frac{1}{\alpha b} = \frac{lb}{d}$	$\frac{P'}{B'D}$
$\frac{1}{l} = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}(8\top + \frac{1}{2})}$			0.713	0.684	0.579	0.241	0.161	0.103	0.071	0.052	0.040	0.032	0.026	10.76	0.555	0.714	0.706	0.681	0.634	0.562	0.370	0.257	0.189	0.145	0.114	0.092	20.42	0.555
van vol rond, of	½	1.—																										
$\frac{1}{l} = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\left(8\top + \frac{\Delta}{2}\right)}$	⅕	1.36	0.772	0.752	0.676	0.388	0.218	0.140	0.097	0.071	0.055	0.043	0.035	11.79	0.628	0.773	0.767	0 750	0.716	0.663	0.503	0.349	0.257	0.197	0.155	0.126	22.37	0.628
	⅒	1.64	0.803	0.788	0.728	0.468	0.263	0.168	0.117	0.086	0.066	0.052	0.042	12.53	0.671	0.804	0.800	0.786	0.761	0.718	0.607	0.421	0.309	0.237	0.187	0.152	23.78	0.671
	⅕	1.751	0.813	0 800	0.746	0.500	0.281	0.180	0.125	0.092	0.070	0.055	0.045	12.81	0.685	0.815	0.810	0 798	0.775	0.737	0.648	0.450	0.331	0.253	0.200	0.162	24.31	0.685
	⅒	1.81	0.818	0.804	0.753	0.517	0.291	0.186	0.129	0.095	0.073	0.057	0.046	12.96	0.692	0.819	0.815	0.803	0.780	0.744	0.670	0.465	0.342	0.262	0.206	0.167	24.59	0.692
	⅖	1.846	0.822	0.809	0.759	0.527	0.296	0.190	0.132	0.097	0.074	0.058	0 047	13.05	0.696	0.823	0.819	0.808	0.786	0.750	0.683	0.474	0.349	0.267	0.211	0.171	24.76	0.696
	⅒	1.922	0.827	0.816	0.768	0.549	0.308	0.198	0.137	0.101	0.077	0.061	0.049	13.23	0.705	0.828	0.824	0.814	0.793	0.760	0.708	0.494	0.363	0.278	0.220	0.178	25.11	0.705
(grenswaarde)	0	2.—	0.838	0.821	0.777	0.571	0.321	0.205	0.143	0.105	0.080	0.063	0.051	13.41	0.714	0.834	0.830	0.820	0.801	0.771	0.720	0.514	0.378	0.289	0.228	0.185	25.47	0.714
$\frac{1}{l} = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\cdot(8\top + \frac{2}{3})}$			0.769	0.748	0.670	0.381	0.214	0.137	0.095	0.070	0.054	0.042	0.034	11.72	0.625	0.769	0.764	0.746	0.712	0.657	0.493	0.343	0.252	0.193	0.152	0.123	22.24	0.625
van vol vierkant, of	½	1.—																										
$\frac{1}{l} = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\cdot\left(8\top + \frac{2\Delta}{3}\right)}$	⅕	1.36	0.819	0.806	0.754	0.518	0.291	0.186	0.129	0.095	0.073	0.058	0.047	12.97	0.694	0.820	0.816	0.804	0.782	0.746	0.671	0.466	0.342	0.262	0.207	0.168	24.47	0.694
	⅒	1.64	0.844	0.834	0.796	0.624	0.351	0.225	0.156	0.115	0.088	0.069	0.056	13.86	0.732	0.845	0.842	0.833	0.816	0.789	0.745	0.562	0.413	0.316	0.250	0.202	26.30	0.732
	⅕	1.751	0.853	0.844	0.810	0.666	0.375	0.240	0.167	0.122	0.094	0.074	0.060	14.20	0.745	0.854	0.851	0.843	0.828	0.803	0.765	0.600	0.441	0.338	0.267	0.216	26.94	0.745
	⅒	1.81	0.857	0.849	0.816	0.689	0.387	0.248	0.172	0.127	0.097	0.077	0.062	14.38	0.751	0.858	0.855	0.848	0.834	0.810	0.776	0.620	0.456	0.349	0.276	0.223	27.29	0.751
	⅖	1.846	0.860	0.852	0.820	0.702	0.395	0.253	0.176	0.129	0.099	0.078	0.063	14.49	0.755	0.861	0.858	0.851	0.837	0.814	0.777	0.633	0.465	0.356	0.281	0.228	27.49	0.755
	⅒	1.922	0.865	0.857	0.828	0.731	0.411	0.263	0.183	0.134	0.103	0.081	0.066	14.71	0.762	0.865	0.863	0.856	0.843	0.823	0.789	0.659	0.484	0.370	0.293	0.237	27.91	0.762
(grenswaarde)	0	2.—	0.869	0.862	0.835	0.761	0.428	0.274	0.190	0.140	0.107	0.085	0.068	14.93	0.770	0.871	0.868	0.861	0.849	0.830	0.797	0.685	0.504	0.385	0.305	0.246	28.34	0.770
van vol vierkant, of	1	1.—																										
$\frac{1}{l} = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{E}{B'}\cdot\left(8\top + \frac{2\Delta}{3}\right)}$	⅕	0.573	0.655	0.617	0.489	0.218	0.123	0.078	0.055	0.040	0.031	0.024	0.020	10.03	0.488	0.654	0.645	0.612	0.553	0.442	0.283	0.196	0.144	0.110	0.087	0.071	19.04	0.488
	⅒	0.531	0.637	0 596	0.455	0.202	0.114	0.073	0.050	0.037	0.028	0.022	0.018	9.85	0.469	0.638	0.627	0.592	0.529	0.409	0.262	0.182	0.134	0.102	0.081	0.065	18.69	0.469
	⅕	0.519	0.632	0.591	0.444	0.197	0.111	0.071	0.049	0.036	0.028	0.022	0.018	9.81	0.465	0.633	0.622	0.586	0.523	0.400	0.256	0.178	0.131	0.100	0.079	0.064	18.59	0.465
	⅒	0.514	0.630	0.588	0.440	0.196	0.110	0.070	0 049	0.036	0.028	0.022	0.018	9.78	0.462	0.631	0.620	0.583	0.520	0.396	0.253	0.176	0.130	0.099	0.078	0.063	18.55	0.462
	⅖	0.511	0.628	0.586	0.438	0.195	0.109	0.070	0.049	0.036	0.027	0.022	0.017	9.76	0.460	0.629	0.618	0.581	0.518	0.394	0.252	0.175	0.129	0.098	0.078	0.063	18.53	0.460
	⅒	0.505	0.626	0.583	0.432	0.192	0.108	0.070	0.048	0.035	0.027	0.021	0.017	9.74	0.457	0.627	0.615	0.579	0 514	0.389	0.249	0.173	0.127	0.097	0.077	0.062	18 48	0.457
(grenswaarde)	0	0.5	0.623	0.581	0.428	0.190	0.107	0.068	0.048	0.035	0.027	0.021	0.017	9.71	0.455	0.621	0.613	0.576	0.510	0.385	0.247	0.171	0.126	0.096	0.076	0.062	18.43	0.455

voor l: het vierde gedeelte van de lengte der staaf
en „ t: de helft der aanvankelijke afwijking.

Alzoo verkeert de aan beide einden *bevestigde* staaf in tweeërlei opzigt in voordeeliger toestand, dan de aan beide einden *vrije* staaf.

Wijders zijn de werkende momenten, figuur 10:

in A en B_____$M = P \times y_l = P \times y_n$.

„ L en N_____0.

„ M_____$M - P \times y_m = P \times y_l - P \times y_m =$
$- P (y_m - y_l) = - P \times y_l = - M$.

De staaf zal dus, bij *volkomen* bevestiging, breken in het midden of aan de einden; bij *onvolkomen* bevestiging, daarentegen neemt de staaf ten gevolge daarvan eerst eene doorbuiging aan overeenkomstig figuur 11; hierdoor ontstaat in het midden M een *aanvankelijk* moment, terwijl dit in A en B nog nul blijft. Dit moment zich voegende bij dat hierboven bedoeld, veroorzaakt alsdan een vroeger bezwijken in het midden, dan aan de einden.

Behalve de beide hierboven genoemde voordeelen, die de aan beide einden *bevestigde* staaf, boven de *vrije* staaf kenmerken, biedt zij *nog* een belangrijk voordeel aan, dat niet onopgemerkt mag blijven, en nog te meer doet uitkomen de juistheid der aanname, waarbij de afwijking der aanvankelijke neutrale as in de rigting der kracht te niet loopt.

Wanneer namenlijk in het onderstelde geval van *volkomen* bevestiging de kracht excentrisch werkt, zie figuur 12 en 13, dan oefent het moment PT volstrekt geen nadeeligen invloed op de staaf zelve uit; dit moment wordt geheel opgenomen door het ligchaam, waaraan de bevestiging of opsluiting plaats heeft; derhalve kan dan ook de doorbuiging evenzeer naar de zijde der kracht P (figuur 13), als naar de tegengestelde zijde (figuur 12) plaats vinden, afhankelijk van de omstandigheid of de aanvankelijke neutrale as naar de eene of andere zijde uitwijkt.

Is echter de bevestiging *onvolkomen*, dan zal dientengevolge wederom eerst eene doorbuiging plaats vinden naar de zijde, die van de rigting der kracht is afgekeerd (figuur 12) de neutrale as, ook al ware ze aanvankelijk gekeerd naar de zijde der kracht, zal zich hierbij kunnen verplaatsen naar de andere zijde van de rigting P P en alzoo ook de doorbuiging onder de werking der krachten P, noodwendig geschieden overeenkomstig figuur 12, in weerwil van den aanvankelijken stand der neutrale as.

De hier gemaakte opmerkingen omtrent de aan beide einden *bevestigde* staaf zijn afgeleid uit en een onmiddellijk gevolg van de uitkomsten, die bij de beschouwing der aan één einde vrije staaf verkregen zijn; onafhankelijk hiervan, komt men intusschen tot volkomen dezelfde resultaten, wanneer men ze aan soortgelijke berekening onderwerpt, als voor deze geschied is.

Men neme daartoe, figuur 14, $0\,X$ en $X\,Y$ tot coördinaten-assen aan. Wanneer men zich dan in 0 en A een moment M werkzaam denkt, en overigens dezelfde aanwijzigingen van hiervóór volgt, is het moment in een willekeurig punt:

$$M_x = M - P\,T - P\,y$$

alzoo
$$\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{M_x}{E\,\Theta} = \frac{M - P\,T - P\,y}{E\,\Theta}$$

of
$$\frac{1}{\rho_0} = \frac{d^2\,y}{d\,x^2} = \frac{M - P\,T - P\,y}{E\,\Theta} + \frac{1}{\rho_0}.$$

Neemt men nu voor de aanvankelijke kromme weêr dezelfde aan als vroeger, zoo is hare vergelijking ten opzigte van de aangenomen assen

$$y = t\left(1 - \cos\frac{\pi}{2\,l}\,.\,x\right)$$

waaruit
$$\frac{1}{\rho_0} = \frac{d^2\,y}{d\,x^2} = \frac{\pi^2}{4\,l^2}\,.\,t\cos\left(\frac{\pi}{2\,l}\,.\,x\right)$$

zoodat $\frac{d^2\,y}{d\,x^2} = \frac{M - P\,T - P\,y}{E\,\Theta} + \frac{\pi^2}{4\,l^2}\,.\,t\cos\left(\frac{\pi}{2\,l}\,.\,x\right)$ wordt,

alsdan blijkt het, met inachtneming der voorwaarden, volgens welke voor

$$x = 0 \text{ en } 4\,l;\ y = 0 \text{ en } \frac{d\,y}{d\,x} = 0 \text{ worden},$$

dat de vergelijking der doorgebogen neutrale as wordt:

$$y = (t + f)\left(1 - \cos\frac{\pi}{2\,l}\,.\,x\right)$$

alsmede
$$P = \frac{\pi^2}{4\,l^2}\,.\,E\,\Theta\,.\,\frac{f}{l + f}$$

$$M = P\,T + P\,(t + f) = P\,(T + t + f)$$

en dus ook

$M_x = M - P\,T - P\,y = P\,(t + f) - P\,y = P\,(t + f - y)$,
onafhankelijk van de grootte van T, dat is van de excèntrische werking der kracht P.

Een en ander in overeenstemming met hetgeen hiervóór uit de beschouwing der vrije staaf was afgeleid.

Hierboven werd reeds met een enkel woord besproken het geval eener *niet volkomen* bevestiging van de einden der staaf. Zulks doet zich voor, wanneer òf de bevestiging der staaf, òf het ligchaam zelf, waaraan de bevestiging plaats heeft, niet toelaat de werking door reactie van het *moment* M, *zonder* dat de einden der staaf daarbij uit hun oorspronkelijken stand worden gerukt.

Is intusschen wegens de indrukbaarheid van alle stof eene *theoretisch volkomen* bevestiging al niet mogelijk, eene zoodanige, die daaraan nadert, is in vele gevallen, en vooral bij ijzerconstructien, door gepaste middelen te bereiken.

Om nader te doen uitkomen, wat zich hierbij in het algemeen zal voordoen, beschouwe men vooraf eene in de rigting der lengte gedrukte staaf, waarbij de kracht, zie figuur 15, excèntrisch werkt.

Behoudt men dezelfde aanwijzingen, als hiervóór, noemt men:

T de excentriciteit der kracht,
f " doorbuiging,

en neemt men O X en O Y tot coördinaten-assen aan, dan heeft men, buiten rekening latende de door Scheffler in rekening gebragte indrukking der staaf, ten gevolge van den lengtedruk:

$$-\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{E\Theta}\cdot y$$

na integratie

$$\frac{dy}{dx}=-\sqrt{\frac{P}{E\Theta}\left((T+f)^2-y^2\right)}$$

en na tweede integratie

$$x=\sqrt{\frac{E\Theta}{P}}\cdot B g\cos\frac{y}{T+f}$$

of

$$y=(T+f)\cos\left(x\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right).$$

Alzoo daar voor $x=l$, $y=T$ wordt

$$T=(T+f)\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)$$

of

$$T+f=\frac{T}{\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}$$

zoodat de vergelijking der elastische wordt:

$$y=\frac{\cos\left(x\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}{\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}\cdot T \qquad (V)$$

(Vergelijk Scheffler, *Theorie der Festigkeit gegen das Zerknicken.*)

en men heeft dus, daar:

$$P(T+f)=\frac{A+\frac{P}{D}}{a}\cdot\Theta \text{ en } P(T+f)=\frac{B-\frac{P}{D}}{b}\cdot\Theta$$

$$\frac{PT}{\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}=\frac{A+\frac{P}{D}}{a}\cdot\Theta \text{ en } \frac{PT}{\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}=\frac{B-\frac{P}{D}}{b}\cdot\Theta$$

waaruit

$$P=\frac{AD}{-1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{a}\cdot\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}} \text{ en } P=\frac{BD}{1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{b}\cdot\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}}$$

of

$$A=\frac{P}{D}\left\{-1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{a}\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}\right\} \text{ en } B=\frac{P}{D}\left\{1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{b}\cos\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}\right\} \qquad (VI)$$

Noemt men nog:

δ den hoek der elastische met de as der X aan het einde B der staaf, dan heeft men door $y=T$ in te voeren:

$$\operatorname{tg}\delta=-\frac{dy}{dx}=\sqrt{\frac{P}{E\Theta}\left((T+f)^2-T^2\right)}=\sqrt{\frac{P}{E\Theta}\left(\frac{T^2}{\cos^2\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}-T^2\right)}=\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\cdot T^2\operatorname{tg}^2\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)$$

alzoo:

$$\operatorname{tg}\delta=T\operatorname{tg}\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)\cdot\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}$$

en

$$T=\frac{1}{\operatorname{tg}\left(l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\right)}\cdot\frac{\operatorname{tg}\delta}{\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}} \qquad (VII)$$

Voor de in de rigting der lengte excèntrisch *getrokken* staaf, ondergaan de voorgaande formulen eenige wijziging.

Zij namelijk, figuur 16:

P de grootte der trekkende kracht,
T de excentriciteit der trekkende kracht, en
f de doorbuiging der staaf.

dan heeft men, met behoud der aanwijzingen van hiervóór, en even als bij de gedrukte staaf, buiten rekening latende de door Scheffler in rekening gebragte uitrekking der staaf, ten gevolge van de trekkende kracht:

$$Py=\frac{E\Theta}{\rho}=E\Theta\cdot\frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left(1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)}=E\Theta\cdot\frac{d^2y}{dx^2}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{P}{E\Theta}\cdot y$$

$$\frac{2\,dy\,d^2y}{dx^2}=2\frac{P}{E\Theta}\cdot y\,dy$$

$$\frac{d(dy)^2}{dx^2}=2\frac{P}{E\Theta}\cdot y\,dy$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2=\frac{P}{E\Theta}\cdot y^2+\text{const:}$$

alzoo daar $\frac{dy}{dx}=0$ wordt voor $y=T-f$

$$\frac{dy}{dx}=\sqrt{\frac{P}{E\Theta}(y^2-(T-f)^2)}$$

of

$$dx=\sqrt{\frac{E\Theta}{P}}\cdot\frac{dy}{\sqrt{(y^2-(T-f)^2)}}$$

$$x=-\sqrt{\frac{E\Theta}{P}}\cdot\log\left(y-\sqrt{(y^2-(T-f)^2)}\right)+\text{const}$$

alzoo, daar $x=0$ wordt voor $y=T-f$

$$x=\sqrt{\frac{E\Theta}{P}}\cdot\log\frac{T-f}{y-\sqrt{(y^2-(T-f)^2)}}.$$

Dewijl voorts voor $x=l$, $y=T$ wordt is dus:

$$l=\sqrt{\frac{E\Theta}{P}}\cdot\log\frac{T-f}{T-\sqrt{(T^2-(T-f)^2)}}$$

waaruit:

$$l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}=\log\frac{T-f}{T-\sqrt{(T^2-(T-f)^2)}}$$

$$e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}=\frac{T-f}{T-\sqrt{(T^2-(T-f)^2)}}$$

$$T\cdot e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}-\sqrt{(T^2-(T-f)^2)}\cdot e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}=T-f$$

$$\left\{T\cdot e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}-(T-f)\right\}^2=\left\{T^2-(T-f)^2\right\}e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}$$

en alzoo:

$$T-f=\frac{2e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}{e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+1}T=\frac{2}{e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+e^{-l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}T$$

Wijders deze waarde substituerende in de vergelijking der elastische hiervoor, na daaruit y opgelost te hebben, vindt men gemakkelijk voor de vergelijking der elastische:

$$y=\frac{e^{x\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+e^{-x\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}{e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+e^{-l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}\cdot T \qquad (VIII)$$

(Vergelijk Scheffler, *Theorie der Festigkeit gegen das Zerknicken.*)

Daar wijders bij de *getrokken* staaf het grootste moment aan het einde B werkt, in plaats van bij A, zooals bij de *gedrukte* staaf het geval was, zoo heeft men ter bepaling der spanningen A en B

$$PT=\frac{A-\frac{P}{D}}{a}\cdot\Theta \text{ en } PT=\frac{B+\frac{P}{D}}{b}\cdot\Theta$$

waaruit:

$$P=\frac{AD}{1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{a}}} \text{ en } P=\frac{BD}{-1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{b}}}$$

alsmede:

$$A=\frac{P}{D}\left(1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{a}}\right) \text{ en } B=\frac{P}{D}\left(-1+\frac{TD}{\frac{\Theta}{b}}\right) \qquad IX$$

Eindelijk wordt de hoek δ van de elastische met de as der X, in het eindpunt B der staaf bepaald door:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{dy}{dx} = \sqrt{\frac{P}{E\Theta}\left(T^2-(T-f)^2\right)} = T\sqrt{\frac{P}{E\Theta}\left(1-\frac{4\,e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}{\left(e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+1\right)^2}\right)}$$

of:

$$\left.\begin{aligned}\operatorname{tg}\delta &= T\cdot\frac{e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}-1}{e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+1}\cdot\sqrt{\frac{P}{E\Theta}} = T\cdot\frac{e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}-e^{-l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}{e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+e^{-l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}\\ \text{en omgekeerd}\\ T &= \frac{e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+1}{e^{2l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}-1}\cdot\frac{\operatorname{tg}\delta}{\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}} = \frac{e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}+e^{-l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}{e^{l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}-e^{-l\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}}\cdot\frac{\operatorname{tg}\delta}{\sqrt{\frac{P}{E\Theta}}}\end{aligned}\right\} \quad (X)$$

Zich bepalende tot het meest eenvoudige geval van onvolkomen bevestiging, zoo bij druk als bij trek, neme men aan:

1°. dat de bevestiging der wederzijdsche einden toelaat een bepaalden afwijkingshoek δ.

2°. dat het moment, hetwelk den afwijkingshoek teweeg brengt, uitsluitend op de staaf wordt overgebragt, en

3°. dat de *volkomen* bevestiging intreedt, op het oogenblik, dat de afwijkingshoek δ bereikt is.

Mitsdien noemende:

P de in de rigting der lengte *drukkende* of *trekkende* kracht, bij de excentriciteit T, waaraan de staaf heeft weêrstand te bieden;

P_1 het gedeelte dier kracht, waarbij de staaf, bij de onderstelde excentriciteit T den afwijkingshoek δ bereikt, waarna zij alzoo ophoudt, als met vrije einden te werken, en

P_2 het overige gedeelte der kracht, waarbij de staaf, volgens de onderstelling, als bij volkomen bevestiging werkt,
kan men stellen

$$P = P_1 + P_2.$$

Daarbij wordt alzoo uitgegaan van de onderstelling, dat $P_1 < P$ is, aangezien voor $P_1 =$ of $> P$ de staaf niet meer zou kunnen aangemerkt worden, als met *onvolkomen bevestigde*, maar, als met *vrije* einden te werken.

Daar nu wijders de excentriciteit T en de hoek δ als bekend ondersteld worden, bepalen de formulen VII en X, respectievelijk voor *druk* en *trek* de kracht P_1.

Door deze te vergelijken met de kracht P, blijkt alsdan reeds dadelijk de graad van meerdere of mindere volkomenheid van bevestiging.

Voor $P_1 = 0$ (als wanneer klaarblijkelijk $\delta = 0$ zou moeten wezen) zou de bevestiging *volkomen* zijn, en naarmate P_1 meer en meer de waarde van P nadert, de bevestiging onvolkomener plaats hebben, tot dat voor $P_1 = P$ de staaf als bij weêrzijds vrije einden werkt.

Alleen voor het geval van *druk* kan het zich voordoen, dat dit laatste niet *ten volle* juist is, in zooverre als bij bepaling der toe te laten kracht rekenlng moet gehouden worden van de brekingkracht.

In deze omstandigheid kan het dus gebeuren, dat

$$P_1 > P \text{ en } <\text{ brekingkracht}$$

zou moeten zijn, alvorens de onvolkomen bevestigde staaf in volmaakt denzelfden toestand als die met vrije einden verkeerde.

Alzoo de kracht P_1 en mitsdien ook P_2 bekend ondersteldende, valt hieromtrent nog het navolgende op te merken:

1°. Wanneer twee gelijke vrije staven (figuren 15 en 16) onderworpen worden aan een zelfde *drukkende* en *trekkende* kracht, bij gelijke excentriciteit T, zal de afwijkingshoek δ in het *eerste* geval *grooter*, dan in het *tweede* geval zijn, en alzoo ook omgekeerd, wanneer δ voor beiden gelijk is, en dus wanneer, bij de weêrzijds onvolkomen bevestigde staaf, in beide gevallen dezelfde bevestigingswijze bestaat, de *drukkende* kracht P_1 *kleiner* zijn dan de *trekkende* kracht P_1, en dienovereenkomstig de toestand van *volkomen* bevestiging, bij *druk* voor een kleinere kracht intreden dan bij *trek*.

Is de doorbuiging *f* ten gevolge der drukkende kracht slechts gering, met betrekking tot de excentriciteit T, zoodat $T + f = T$ kan aangenomen worden, dan kan,

zoowel voor de *gedrukte* als voor de *getrokken* staaf, gesteld worden:

$$\text{Max. mom.} = P_1 T$$

en het zal zich dus kunnen voordoen, daar P_1 bij druk kleiner dan bij trek is, dat de *gedrukte* staaf in *gunstiger* toestand dan de *getrokken* staaf verkeert.

2°. Is de excentriciteit T afhankelijk van den vorm der doorsnede, dan verkeert de *gedrukte* staaf tegenover de *getrokkene* in den ongunstigen toestand, dat men bij de keuze van de doorsnede der eerste meer gebonden kan zijn, dan bij de tweede (zie sub 3°).

Voor de *getrokken* staaf zou de *vlakke* plaat kunnen genomen worden, terwijl dit voor de *gedrukte* niet mogelijk bleek, zonder andere bezwaren te ontmoeten.

Zulks kan alzoo voor de *getrokken* staaf de twee navolgende voordeelen opleveren:

a. dat de excentriciteit T alsdan bij de *getrokken* staaf tot een *geringer* bedrag teruggebragt kan worden dan bij de *gedrukte;*

b. dat, daar de afwijkingshoek δ ten gevolge dier vormsverandering, klaarblijkelijk vroeger bereikt wordt, dientengevolge ook weder het geval van volkomen beveiliging intreedt, en het op de staaf overgebragte moment alzoo vermindert.

3°. Voor de drukkende kracht P_2 geldt nu hetzelfde, als wat tot grondslag der formulen III en IV gestrekt heeft, daarbij overeenkomstig de beschouwingen der weêrzijds volkomen bevestigde staaf, nemende:

$l = \frac{1}{4}\,L$,

T = de aanvankelijke afwijking, daarbij tevens rekening houdende van die, welke het gevolg is van de doorbuiging, ontstaan door de werking der kracht P_1, en wijders in aanmerking nemende de spanningen, teweeggebragt door de kracht P_1.

Men zij hierbij opmerkzaam, dat, daar de brekingskracht voor $l = \frac{1}{4}\,L$ kleiner dan voor $l = \frac{1}{2}\,L$ is, de kracht $P = P_1 + P_2$ zou kunnen blijken ver genoeg van de brekingkracht, voor $l = \frac{1}{4}\,L$, verwijderd te zijn, zonder dat zulks evenwel voor de kracht P_1, voor $l = \frac{1}{2}\,L$ het geval ware; daarvan behoort men zich alzoo te overtuigen, welk onderzoek na het vroeger medegedeelde tot geen bezwaar kan aanleiding geven.

Bepaaldelijk wanneer de excèntriciteit T eene geringe waarde heeft, kan zich dat geval voor bepaalde waarden van δ voordoen.

De trekkende kracht P_2 kan eenvoudig gerekend worden zich gelijkelijk over de doorsnede te verdeelen, daar hierbij de invloed van de excentriciteit overeenkomstig de onderstelling, gerekend wordt te verdwijnen.

Bovenstaande beschouwingen, meer bepaaldelijk het eenvoudigste geval van onvolkomen bevestiging geldende, schijnen, in aanmerking genomen de verscheidenheid, welke daaromtrent in werkelijkheid bestaat, slechts als eene inleiding beschouwd te mogen worden tot een, naar mij voorkomt, niet weinig ingewikkeld vraagstuk.

Ten einde ook voor het geval der wederzijdsche bevestiging van de einden der staaf na te gaan in hoeverre de theorie met de waarnemingen overeenstemt, kan men zich bedienen van de proefnemingen door Hodgkinson gedaan op massieve gegoten ijzeren staven van cirkelvormige doorsnede, voorkomende op bladzijde 359—364 van diens vroeger vermeld werk; bij die proefnemingen zijn de einden der staaf vlak en evenwijdig aan elkander genomen, terwijl de druk werd teweeggebragt door de nadering van twee evenwijdige vlakken, waartusschen de staaf geplaatst werd, zoodanig dat hare eindvlakken juist daarmede zamenvielen. In plaats van dus de staaf aan beide einden te verlengen en door opsluiting der verlengde einden zich van den onveranderlijken stand der einden te verzekeren, tracht Hodgkinson langs anderen weg, volkomen hetzelfde doel te bereiken; door toch de eindvlakken te dwingen onveranderlijk in horizontalen stand te blijven, wordt de staaf *aldaar* evenzeer gedwongen den verticalen stand te behouden, als bij bevestiging of opsluiting der einden geschiedt; die proefnemingen geven derhalve eene geschikte gelegenheid, om de juistheid van de theorie te controleren.

In tabel V zijn de uitkomsten dier proefnemingen opgenomen, gerangschikt naar de afdalende waarden van $\frac{1}{x} = \frac{l}{d}$; daarbij zijn de doorbuigingen, als hier van minder belang, achterwege gelaten, en is voor allen overeenkomstig de theorie de aanvankelijke afwijking genomen gelijk aan de helft der hiervóór aangenomen gemiddelde afwijking, te weten:

$$\top = 0.015$$

alsmede:

$$A = 1000\,.\,(10)^4$$

$$B = 7700\,.\,(10)^4$$

$$\text{en } E = 1000\,.\,(10)^7$$

Tabel V. *Uitkomsten der proefnemingen van* Hodgkinson *betrekkelijk den weêrstand van gegoten ijzeren cilinders onderworpen aan eene drukkende kracht in de rigting der lengte.*

De einden der staaf vlak en evenwijdig aan elkander, en de druk teweeggebragt door de nadering van twee evenwijdige vlakken, waartusschen de cilinder geplaatst werd, zoodat de eindvlakken juist daarmede zamenvallen.

(IJzersoort Low Moor n°. 3.)

Aangenomen: $A = 1\,000.(10)^4$; $B = 7\,700.(10)^4$; $E = 1\,000.(10)^7$ en $\top = 0.015$.

Nummer der proef.	Lengte der staaf L.	Een vierde van de lengte der staaf $l = \frac{1}{4}$ L.	Middellijn der staaf d.	Waarde der verhouding $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$	Doorsnede der staaf $D = \frac{1}{4}\pi d^2$	Waargenomen		Berekende waarde van				Verhouding der waargenomen brekingkracht tot de theoretische kolom 8
						breking-kracht P_a of P_b	breking-spanning $\frac{P_a}{D}$ of $\frac{P_b}{D}$	volgens form.(1a) $\frac{P_a}{A\,D}$	volgens form.(1b) $\frac{P_b}{B\,D}$	brekingspanning $= \frac{P_a}{A\,D} \cdot A.$	brekingspanning $= \frac{P_b}{B\,D} \cdot B.$	kol.(11) of (12)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	M.	M.	M.		M.²	K.G.	K.G. per M.²			K.G. per M.²	K.G. per M.²	
1	1.5366	0.3842	0.0130	29.55	0.000133	219	1 650 000	0.1808		1 808 000		0.91
2	1.5366	0.3842	0.0130	29.55	0.000133	223	1 680 000	0.1808		1 808 000		0.93
3	1.5366	0.3842	0.0196	19.60	0.000302	1 051	3 480 000	0.3881		3 881 000		0.90
4	1.5366	0.3842	0.0196	19.60	0.000302	1 178	3 900 000	0.3881		3 881 000		1.—
5	1.5366	0 3842	0.0251	15.30	0.000495	3 089	6 240 000	0.6235		6 235 000		1.—
7	1.5366	0.3842	0.0251	15.30	0.000495	2 691	5 440 000	0.6235		6 235 000		0.87
14	0.7683	0.1921	0.0127	15.12	0.000127	754	5 940 000	0.6359		6 359 000		0.93
6	1.5366	0.3842	0.0257	14.95	0.000519	2 708	5 220 000	0.6557		6 557 000		0.80
10	1.5366	0.3842	0.0325	11.82	0.000830	7 408	8 930 000	1.046		10 460 000		0.85
9	1.5366	0.3842	0.0328	11.71	0.000845	6 955	8 230 000	1.056		10 560 000		0.78
8	1.5366	0.3842	0.0330	11.64	0.000855	7 497	8 770 000	1.072		10 720 000		0.82
17	0.7683	0.1921	0.0193	9.95	0.000293	3 819	13 130 000	1.447		14 470 000		0.91
22	0.5122	0.1280	0.0130	9.85	0.000133	1 737	13 060 000	1.475		14 750 000		0.89
23	0.5122	0.1280	0.0130	9.85	0.000133	1 737	13 060 000	1.475		14 750 000		0.89
11	1.5366	0.3842	0.0394	9.75	0.001219	12 308	10 100 000	1.505		15 050 000		0.67
13	1.5366	0.3842	0.0394	9.75	0.001219	12 861	10 550 000	1.505		15 050 000		0.70
15	0.7683	0.1921	0.0198	9.70	0.000308	3 805	12 350 000	1.520		15 200 000		0.81
16	0.7683	0.1921	0.0198	9.70	0.000308	4 366	14 180 000	1.520		15 200 000		0.93
12	1 5366	0.3842	0.0399	9.63	0.001250	14 242	11 390 000	1.542		15 420 000		0.93
19	0.7683	0.1921	0.0254	7.56	0.000507	8 332	16 430 000	1.460		14 600 000		1.12
21	0.7683	0.1921	0.0254	7.56	0.000507	9 932	19 590 000	1.460		14 600 000		1.34
18	0.7683	0.1921	0.0257	7.47	0.000519	8 678	16 720 000	2.526		25 260 000		0.66
20	0.7683	0.1921	0.0259	7.41	0.000527	9 908	18 800 000	2.566		25 660 000		0.73
29	0.3842	0.0960	0.0130	7.39	0.000133	2 954	22 210 000	2.579		25 790 000		0.86
30	0.3842	0.0960	0.0130	7.39	0.000133	3 182	23 920 000	2.579		25 790 000		0.93
31	0.3842	0.0960	0.0130	7.39	0.000133	3 058	22 990 000	2.579		25 790 000		0.89
26	0.5122	0.1280	0.0196	6.53	0.000302	6 641	21 990 000	3.284		32 840 000		0.67
24	0.5122	0.1280	0.0198	6.47	0.000308	7 576	24 600 000		0.4349		33 480 000	0.73
25	0.5122	0.1280	0.0198	6.47	0.000308	6 966	22 620 000		0.4349		33 480 000	0.68
38	0.3073	0.0768	0.0127	6.05	0.000127	3 302	26 000 000		0.4857		37 400 000	0.70
39	0.3073	0.0768	0.0127	6.05	0.000127	3 139	24 720 000		0.4857		37 400 000	0.66
40	0.3073	0.0768	0.0127	6.05	0.000127	3 340	26 300 000		0.4857		37 400 000	0.70
45	0.2561	0.0640	0.0127	5.04	0.000127	3 759	29 600 000		0.6287		48 100 000	0.61
46	0.2561	0.0640	0.0127	5.04	0.000127	3 911	30 800 000		0.6287		48 100 000	0.64
47	0.2561	0 0640	0.0127	5.04	0.000127	4 483	35 300 000		0.6287		48 100 000	0.73
34	0.3842	0.0960	0.0193	4.98	0.000293	8 620	29 450 000		0.6377		49 100 000	0.60
28	0.5122	0.1280	0.0258	4.96	0.000523	14 334	27 410 000		0.6406		47 330 000	0.58
33	0.3842	0.0960	0.0196	4.90	0.000302	10 144	33 590 000		0.6481		49 900 000	0.67
27	0.5122	0.1280	0.0262	4.89	0.000539	14 518	26 940 000		0.6510		50 130 000	0.54
35	0.3842	0.0960	0.0198	4.85	0.000308	9 839	31 940 000		0.6568		50 570 000	0.63
32	0.3842	0.0960	0.0201	4.78	0.000317	9 607	30 310 000		0.6667		51 340 000	0.59
41	0.3073	0.0768	0.0198	3.88	0.000308	11 501	37 340 000		0.7766		59 800 000	0.62
44	0.3073	0.0768	0.0198	3.88	0.000308	10 830	35 160 000		0.7766		59 800 000	0.59
42	0.3073	0.0768	0.0201	3.82	0.000317	10 906	34 400 000		0.7811		60 140 000	0.57
43	0.3073	0.0768	0.0201	3.82	0.000317	10 830	34 160 000		0.7811		60 140 000	0.57
36	0.3842	0.0960	0.0254	3.78	0.000507	17 741	34 990 000		0.7858		60 510 000	0.58
37	0.3842	0.0960	0.0254	3.78	0.000507	18 774	37 030 000		0.7858		60 510 000	0.61
52	0.1921	0.0480	0.0127	3.78	0.000127	6 207	48 870 000		0.7858		60 510 000	0.81

Nummer der proef.	Lengte der staaf L.	Een vierde van de lengte der staaf $l = \frac{1}{4}$ L.	Middellijn der staaf d.	Waarde der verhouding $\frac{1}{\alpha} = \frac{l}{d}$	Doorsnede der staaf $D = \frac{1}{4}\pi d^2$	Waargenomen		Berekende waarde van				Verhouding der waargenomen brekingkracht tot de theoretische kolom 8
						breking-kracht P_a of P_b	breking-spanning $\frac{P_a}{D}$ of $\frac{P_b}{D}$	volgens form.(1a) $\frac{P_a}{A\,D}$	volgens form.(1b) $\frac{P_b}{B\,D}$	brekingspanning $= \frac{P_a}{A\,D} \cdot A.$	brekingspanning $= \frac{P_b}{B\,D} \cdot B.$	kol.(11) of (12)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	M.	M.	M.		M.²	K.G.	K.G. per M.²				K.G. per M.²	
53	0.1921	0.0480	0 0127	3.78	0.000127	5 054	39 800 000		0.7858		60 510 000	0.66
54	0.1921	0.0480	0.0127	3.78	0.000127	5 054	39 800 000		0.7858		60 510 000	0.66
50	0.2561	0.0640	0.0193	3.32	0.000293	11 581	39 530 000		0.8205		63 180 000	0.63
51	0.2561	0.0640	0.0193	3.32	0.000293	11 403	38 920 000		0.8205		63 180 000	0.62
49	0.2561	0.0640	0.0196	3.27	0.000302	11 581	38 350 000		0.8238		63 430 000	0.60
48	0.2561	0 0640	0.0198	3.23	0.000308	12 470	40 490 000		0.8261		63 610 000	0.64
57	0.1921	0.0480	0.0196	2.45	0.000302	14 150	46 850 000		0.8608		66 280 000	0.71
55	0.1921	0.0480	0.0198	2.42	0.000308	15 071	48 930 000		0.8618		66 360 000	0.74
56	0.1921	0.0480	0.0198	2.42	0.000308	14 334	46 540 000		0.8618		66 360 000	0.70
58	0.0960	0.0240	0.0127	1.89	0.000127	8 072	63 660 000		0.8755		67 410 000	0.94
59	0.0960	0.0240	0.0127	1.89	0.000127	8 135	64 060 000		0.8755		67 410 000	0.95
60	0.0960	0.0240	0.0127	1.89	0.000127	7 564	59 560 000		0.8755		67 410 000	0.88
61	0.0508	0.0127	0.0132	0.96	0 000137	10 449	76 270 000		0.8888		68 440 000	1.11
62	0.0508	0.0127	0.0132	0.96	0.000137	10 296	75 150 000		0.8888		68 440 000	1.10
63	0.0254	0.0063	0.0132	0.48	0.000137	10 970	80 070 000		0.9096		70 040 000	1.14
64	0.0254	0.0063	0.0132	0.48	0.000137	11 225	81 930 000		0.9096		70 040 000	1.17
65	0.0254	0.0063	0.0132	0.48	0.000137	11 403	83 230 000		0.9096		70 040 000	1.19

In kolom (13) van deze tabel is de verhouding gebragt tusschen de *waargenomen* en de *berekende* kracht, waaruit blijkt:

1°. dat de *berekende* waarden der kracht, boven $\frac{1}{\alpha} = 6.53$ en beneden $\frac{1}{\alpha} = 2.42$, met de *waargenomene* vrij wel overeenstemmen, vooral wanneer men in aanmerking neemt dat E, B en $\top$ niet *juist* bekend zijn;

2°. dat tusschen $\frac{1}{\alpha} = 6.53$ en $\frac{1}{\alpha} = 2.42$ de *waargenomen* kracht beneden de *theoretische* blijft, en bij $\frac{1}{\alpha} = 4.89$, alwaar zij tot 54 percent daalt, die afwijking het grootste wordt;

3°. dat in het algemeen, de *waargenomen* kracht eene strekking schijnt te hebben, beneden de *theoretische* te blijven.

Deze resultaten laten zich intusschen gemakkelijk verklaren; immers wat hiervoren gezegd werd, ten aanzien van eene *niet volkomen* bevestiging is ook hier van volle toepassing; niet alléén dat de eindvlakken niet geacht kunnen worden volkomen zamen te vallen met de beide elkander naderende vlakken, doch ook is de geheel onveranderlijke stand dezer laatste niet wel mogelijk, en zelfs schijnt het, dat langs overeenkomstigen weg resultaten zouden kunnen verkregen worden, die meer met de theorie overeenstemden.

De invloed eener verplaatsing der eindvlakken is van zelf te *minder*, naarmate $\frac{1}{\alpha}$ *grooter* wordt; vandaar dan ook dat het verschil tusschen de *berekende* en *waargenomen* kracht boven $\frac{1}{\alpha} = 6.53$ over het algemeen vrij gering is.

Bij kleine waarden van $\frac{1}{\alpha}$ wordt door l te laten afwisselen tusschen $l = \frac{1}{2}$ L en $l = \frac{1}{4}$ L de invloed op de kracht zeer even gering; vandaar, dat er ook voor $\frac{1}{\alpha}$ beneden 2.42 voldoende overeenstemming tusschen de *theoretische* en *waargenomen* kracht is.

Dienvolgens zal de werkelijke brekingkracht zich moeten bewegen tusschen die, berekend voor

$$l = \frac{1}{2}\text{ L en } l = \frac{1}{4}\text{ L}$$

en deze laatste meer naderen, naarmate de proefnemingen met meer voorzorgen genomen worden.

Alzoo, daar waar de invloed van eene mogelijke afwijking der eindvlakken van beteekenis gaat worden, zou men hiervan, evenals bij eene *onvolkomen* bevestiging, rekening moeten houden, ten einde met voldoende naauwkeurigheid de werkelijke spanningen te kunnen bepalen.

De niet volledige overeenstemming van de *waargenomene* met de *berekende* kracht levert derhalve, naar het schijnt, een bewijs te meer voor de juistheid der beschouwingen.

VERTALINGEN.

OVER PROEVEN OMTRENT DEN AFVOER DOOR SCHUTOPENINGEN ONDER WATER DOOR K. R. BORNEMANN,

Kunstmeister und Stollnfactor te Freiberg.

(*Der Civilingenieur*, 1871, Heft 6, Sp. 45.)

(Vertaald door Dr. I. P. DELPRAT, Hon. L. K. Inst. I.)

(Plaat 17, figuren 1—5.)

1. Behalve de in den vorigen jaargang van dit tijdschrift beschreven proeven omtrent den afvoer over breede overlaten (*), zijn nog door denzelfden schrijver in 1866 en 1867 waarnemingen gedaan omtrent den afvoer door schutopeningen onder water.

Daartoe waren in het beschoeide 1.135 M. breede aanvoerkanaal, in de hiervoren genoemde waarnemingen beschreven, tegen de zijwanden twee stijltjes bevestigd en vereenigd aan het boveneind door eene sloof; eene schroef door die sloof gebragt kon een daaraan bevestigd schutbord 0.043 M. dik op en neer bewegen, hetwelk de geheele breedte van het afvoerkanaal afsloot.

Om den afvoer onder water te verkrijgen was aan het eind van het afvoerkanaal, bovenwaarts van de afvoerklep, waardoor het water in den ijk- of meetbak afliep en op 2.1 M. beneden de schutopening, een overlaat van veranderlijke hoogte gesteld.

De waarnemingen bij standvastigen afvoer hadden op dezelfde wijze plaats als bij de voorgaande proeven; de drukhoogte namelijk werd verkregen door een naauwkeurig waterpas gestelde lineaal, waaronder de afstand zoo van het boven- als van het benedenwater gemeten werd; de hoogte van het bovenwater werd gemeten niet ver bovenwaarts van het schut en die van het benedenwater ter plaatse alwaar de waterspiegel het hoogste en het rustigste was.

2. De waargenomene hoogten zijn in de volgende tafel bijeen gesteld.

De metingen zoowel in het midden als langs de beschoeijing- of zijwanden gedaan zijnde, werd het gemiddelde dier hoogten in de tafel opgeteekend.

Datum en volgnummer.	Hoogte der opening c.M.	Hoogte h_1 vóór het schut c.M.	Hoogte h_2 beneden het schut c.M.	Verschil in drukhoogte h_1-h_2 c.M.	Waterhoeveelheid in de seconde in M³.	Aanmerkingen.
8 Oct. 1866.						
1	3.43	35.45	13.03	22.42	0.05159	
2	—	38.8	16.00	22.8	0.05150	
3	—	41.6	19.05	22.55	0.05144	Benedenwaarts is een stijgen van den waterspiegel naar den overlaat bemerkbaar.
4	—	44.9	21.85	23.05	0.05159	
5	4.8	39.125	27.05	12.075	0.05159	
6	—	33.85	21.875	11.975	0.05150	
7	4.7	28.2	17.1	11.1	0.05168	
10	7.43	20.75	17.175	3.575	0.05074	Voor het schot is een sprong in het water zigtbaar; het benedenwater zeer in beweging.
11	—	25.85	21.8	4.05	0.05078	Het benedenwater rustiger.
12	—	30.875	26.7	4.175	0.05060	
13	9.33	29.175	26.775	2.40	0.05034	Boven- en benedenwaterspiegel onrustig.
14	—	24.175	21.8	2.375	0.05046	
15	—	18.55	17.0	1.85	0.05030	
3 Junij 1867.						
16	13.467	37.433	29.084	8.066	0.13471	Boven-waterspiegel rustig, beneden sterk golvend.
18	17.4	33.538	29.133	3.8	0.13399	

De ontbrekende waarnemingen n°. 8 en 9 gaven eenen vrijen waterstraal en behoorden dus hier niet. N°. 17 is weggelaten wegens eenige onzekerheid in de drukhoogte. Bij de waarnemingen 10 en 11 is de drukhoogte bovenwaarts gemeten op 1 m.M. boven den sprong.

3. Poncelet in zijn *Traité de mécanique*, 2e part. p. 487, (Liège, 1845) geeft voor de berekening der afgevoerde waterhoeveelheid volgens Dubuat (*Principes d'hydraulique*, tome I, p. 189) de formule

$$Q = 0.85\, b_2\, h_2 \sqrt{\{2\, g\, (h_1 - h_2)\}};$$

waarin b_2, h_2 de breedte en waterhoogte in het afvoerkanaal ter plaatse alwaar de beweging weder gelijkmatig is, voorstelt:

$h_1 - h_2$ is het verschil in waterspiegel boven en beneden het schut.

Men zal dan ten eerste te onderzoeken hebben of uit de waarnemingen eene standvastige waarde

$$\frac{Q}{b_2\, h_2 \sqrt{\{2\, g\, (h_1 - h_2)\}}}$$

gevonden wordt.

Rangschikt men de waarnemingen naar de opklimmende waarden van h_2, zoo heeft men de volgende tafel:

Nummer der waarnemingen.	h_1-h_2	μ	Nummer der waarnemingen.	h_2	μ
15	0.0185	0.4881	1	0.1303	0.1878
14	0.0238	0.3371	2	0.1600	0.1513
13	0.0240	0.2724	15	0.1700	0.4881
10	0.0358	0.3507	7	0.1710	0.2036
18	0.0380	0.5295	10	0.1718	0.3507
11	0.0405	0.2598	3	0.1905	0.1276
12	0.0418	0.2082	11	0.2180	0.2598
16	0.0807	0.3660	14	0.2180	0.3371
7	0.1110	0.2036	4	0.2185	0.1104
6	0.1198	0.1527	6	0.2188	0.1527
5	0.1208	0.1232	12	0.2670	0.2082
1	0.2240	0.1878	13	0.2678	0.2724
3	0.2255	0.1276	5	0.2705	0.1232
2	0.2280	0.1513	16	0.2908	0.3660
4	0.2305	0.1104	18	0.2913	0.5295

Het blijkt hieruit dat de coëfficiënten

$$\mu = \frac{Q}{b_2\, h_2 \sqrt{\{2\, g\, (h_1 - h_2)\}}}$$

werkelijk verschillen en van den coëfficiënt 0.85 van Dubuat sterk afwijken, terwijl de veranderingen in dien coëfficiënt noch met h_1-h_2 noch met h_2 toe of afnemen.

In fig. 5 zijn deze uitkomsten graphisch voorgesteld, waaruit nog duidelijker blijkt dat de formule van Dubuat de wet der waterafvoering niet aanwijst. Waarschijnlijk is die formule uit een te gering aantal waarnemingen afgeleid. De schrijver is niet in de gelegenheid dit te onderzoeken. (*)

4. Poncelet geeft ter aangehaalde plaats eene andere algemeene formule, welke wij echter hier niet verder behandelen als zijnde de formule van Boileau, die wij nu behandelen, slechts eene uitbreiding der eerste.

Zij: F_1 en c_1 de inhoud en snelheid der dwarsdoorsnede bovenwaarts in het aanvoerkanaal,

F en c dezelfde grootheden in de schutopening,

F_2 en c_2 " " beneden de schutopening,

h het verschil in hoogte tusschen den boven- en beneden-waterspiegel,

dan wordt de bij het afvloeijen van de waterhoeveelheid Q ter hoogte h ontwikkelde arbeid gebruikt:

1°. tot het vermeerderen van de levende kracht, uit de doorsnede F_1 naar F_2;

2°. tot de botsing, welke de watermassa uit F met de snelheid c stootende tegen die, welke in het dwarsprofil F_2 de snelheid c_2 bezit, uitoefent,

zoodat, als men de botsing als eene van niet veerkrachtige ligchamen aanneemt, men heeft

$$Q\, h = \frac{1}{2\, g}(c_2^2 - c_1^2)\, Q + \frac{(c - c_2)^2}{2\, g}\, Q$$

of wel $2\, g\, h = c_2^2 - c_1^2 + (c - c_2)^2$.

Maar nu is $F_1\, c_1 = F\, c = F_2\, c_2 = Q$, derhalve

$$2\, g\, h = c_2^2 - \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2 c_2^2 + \left(\frac{F_2}{F} - 1\right)^2 c_2^2$$

en alzoo voor de snelheid c_2

$$c_2 = \sqrt{\left\{\frac{2\, g\, h}{\left(1 - \frac{F_2}{F_1}\right)^2 + \left(\frac{F_2}{F} - 1\right)^2}\right\}}$$

en daaruit

$$c = \frac{F_2\, c_2}{F} = \sqrt{\left\{\frac{2\, g\, h}{\left(\frac{F}{F_2}\right)^2 - \left(\frac{F}{F_1}\right)^2 + \left(1 - \frac{F}{F_2}\right)^2}\right\}}$$

alsmede

$$Q = F\, c = F \sqrt{\left\{\frac{2\, g\, h}{\left(\frac{F}{F_2}\right)^2 - \left(\frac{F}{F_1}\right)^2 + \left(1 - \frac{F}{F_2}\right)^2}\right\}}.$$

De formule van Boileau is iets volledíger maar daardoor ook zamengestelder, dewijl Boileau in plaats van de doorsnede F der schutopening de doorsnede van den zamengetrokken waterstraal gebruikt, omdat volgens zijne waarnemingen, bij eene opening van 0.1 M. hoogte en eene drukhoogte van 0.52 M., de opening onder water 1.019 maal zooveel water geeft als bij eene vrije opening.

De hier aangehaalde formule van Poncelet bevat niet den negatieven term in den noemer, doch stelt in plaats van F den inhoud van den zamengetrokken straal; deze formule is door Lesbros op eenige weinige proeven van de uitvloeijing onder water toegepast, aangehaald door Rühlmann op bladz. 222 van zijne *Hydromechanik*. Dewijl daarbij verschillen tot elf ten honderd toe voorkomen en daarenboven de uitvloeijing niet geheel en al onder het benedenwater plaats had, hebben wij hier die proeven niet nader te beschouwen, te meer dewijl de schutopening bij Lesbros op geheel andere wijze was ingerigt dan bij de proeven van den schrijver.

(*) Overgenomen in dit *Tijdschrift* voor 1871—72, eerste aflevering, bladz. 10. (Vert.)

(*) Zie de hierachter gevoegde aanteekening. (Vert.)

5. Daarentegen kwamen de schutopeningen bij Boileau geheel overeen met de onze en dewijl de proeven zeer goed overeenkwamen met zijne formule zoo gaf dit aanleiding om ook onze proeven met de formule, van Boileau der voorgaande § te vergelijken; hierbij zijn dan de volgende waarden gevonden voor den coëfficiënt

$$\mu = \frac{Q}{F\sqrt{\left\{\frac{2gh}{\left(\frac{F}{F_2}\right)^2-\left(\frac{F}{F_1}\right)^2+\left(1-\frac{F}{F_3}\right)^2}\right\}}}$$

Nummer der proeven.	Waarde van μ.	Verschil met het gemiddelde.
1	0.6338	+ 0.0326
2	0.6367	+ 0.0355
3	0.6467	+ 0.0455
4	0.6472	+ 0.0460
5	0.6178	+ 0.0166
6	0.6202	+ 0.0190
7	0.6161	+ 0.0149
10	0.5737	— 0.0275
11	0.5775	— 0.0237
12	0.5936	— 0.0076
13	0.5671	— 0.0341
14	0.5318	— 0.0694
15	0.5200	— 0.0812
16	0.7109	+ 0.1097
18	0.5254	— 0.0758
	gemiddeld 0.6012	

Uit deze opgave blijkt, dat er geene standvastige waarde voor μ kan genomen worden, dewijl de verschillen met het gemiddeld $\mu = 0.6012$ te groot zijn.

6. Verder geeft Boileau bij de uitvloeijing onder water, alwaar de middellijn van den waterstraal niet te meten was, de formule

$$Q = \mu\, a\, b\sqrt{\left\{\frac{2g(h_1-h_2)}{1-\left(\frac{a}{h_1-h_2}\right)^2}\right\}}$$

waarin moet genomen worden:

$\mu = 0.622$ als de opstuwing (sprong) in den benedenwaterspiegel op den zamengetrokken straal wel terug valt doch niet reikt tot aan de opening,

$\mu = 0.600$ als dit laatste wel het geval is,

$\mu = 0.688$ als de opening geheel onder water staat.

Deze formule kan ook geschreven worden in den vorm

$$\frac{Q}{a\,b\sqrt{2g(h_1-h_2)}} = \frac{\mu}{\sqrt{\left\{1-\left(\frac{a}{h_1-h_2}\right)^2\right\}}}.$$

Het tweede lid, hetwelk hier in zekeren zin in plaats van den uitvloeijings-coëfficiënt komt, wordt onbestaanbaar voor $a > (h_1 - h_2)$, welk geval werkelijk bij de nieuwere proeven plaats heeft; de formule drukt dus voor die gevallen de wet der uitvloeijing niet uit. (*)

7. Diensvolgens zijn dan geen der formulen, door vroegere waarnemers voorgesteld, te gebruiken, en zal men naar eene andere moeten omzien. Hiertoe zijn de waarden van den coëfficiënt

$$\mu = \frac{Q}{a\,b\sqrt{2g(h_1-h_2)}}$$

berekend en gerangschikt naar de opvolgende waarden van $h_1 - h_2$, $\frac{a}{h_1}$, $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a}$ enz. en ook graphisch voorgesteld.

De uitkomsten zijn in de onderstaande tafel aangewezen.

I.			II.				III.			IV.		
Nummer.	$h_1 - h_2$	μ	Nummer.	$\frac{a}{h_1}$	$\left(\frac{a}{h_1}\right)^2$	μ	Nummer.	$\frac{a}{h_2-\frac{a}{2}}$	μ	Nummer.	$\frac{ab}{h_2 b_2}$	μ
15	0.0185	0.8896	4	0.0764	0.0058	0.7031	4	0.1704	0.7031	4	0.1391	0.7031
4	0.0238	0.7876	3	0.0824	0.0068	0.7089	5	0.1947	0.6942	5	0.1573	0.6942
13	0.0240	0.7816	2	0.0884	0.0078	0.7058	3	0.1979	0.7089	3	0.1596	0.7089
10	0.0358	0.8106	1	0.0968	0.0094	0.7132	2	0.2401	0.7058	2	0.1900	0.7058
18	0.0380	0.8866	5	0.1226	0.0151	0.6942	6	0.2465	0.6959	6	0.1945	0.6959
11	0.0405	0.7622	6	0.1418	0.0201	0.6959	1	0.3031	0.7132	1	0.2333	0.7132
12	0.0418	0.7481	7	0.1667	0.0278	0.7253	12	0.3233	0.7481	12	0.2467	0.7481
16	0.0807	0.7905	12	0.2406	0.0579	0.7481	7	0.3254	0.7253	7	0.2488	0.7253
7	0.1110	0.7253	11	0.2875	0.0826	0.7622	11	0.4108	0.7622	11	0.3021	0.7622
6	0.1198	0.6959	13	0.3199	0.1023	0.7816	13	0.4220	0.7816	13	0.3088	0.7816
5	0.1208	0.6942	10	0.3581	0.1282	0.8106	14	0.5445	0.7876	14	0.3793	0.7876
1	0.2240	0.7132	16	0.3597	0.1294	0.7905	10	0.5520	0.8106	10	0.3834	0.8106
3	0.2255	0.7089	14	0.3860	0.1490	0.7876	16	0.6025	0.7905	16	0 4104	0.7905
2	0.2280	0.7058	18	0.4017	0.1614	0.8866	15	0.7392	0.8896	15	0.4864	0.8896
4	0.2305	0.7031	15	0.5030	0.2530	0.8896	18	0.8516	0.8866	18	0.5294	0.8866

(*) Zie de hierachter gevoegde aanteekening. (Vert.)

Deze tafel geeft eigenlijk vier reeksen of tafels, door de cijfers I, II, III en IV aangewezen, welke wij nu afzonderlijk zullen beschouwen ook met inachtneming der figuren 3, 1, 4 en 2.

8. Uit de eerste reeks gerangschikt volgens de grootte der drukhoogte $h_1 - h_2$ alsmede uit de figuur 3 blijkt er geene eenvoudige betrekking tusschen de beschouwde grootheden te bestaan.

De waarden van μ verschillen zooveel van elkander, dat men evenmin eene gemiddelde waarde dier grootheid kan aannemen.

9. De tafel II doet daarentegen evenals de figuur 1 verwachten, dat μ als eene functie van $\left(\frac{a}{h_1}\right)^2$ te beschouwen is, en dat derhalve bij de onderstelling

$$\mu = \frac{Q}{a\,b\sqrt{(2g(h_1-h_2))}} = \alpha + \beta\left(\frac{a}{h_1}\right)^2$$

met behulp der methode van de kleinste kwadraten de waarden van α en β te berekenen zijn, zooals nader blijkt uit de volgende tafel.

Nummer.	$\left(\frac{a}{h_1}\right)^2 = y$	μ	μy	y^2	$\alpha + \beta y$	Δ	$100\,\Delta^2$
4	0.0058	0.7031	0.0041	0.0000	0.7017	+ 0.0014	0.0012
3	0.0068	0.7089	0.0048	—	0.7026	+ 0.0063	0.0040
2	0.0078	0.7058	0.0055	0.0001	0.7034	+ 0.0024	0.0006
1	0.0094	0.7132	0.0067	0.0001	0.7047	+ 0.0085	0.0072
5	0.0151	0.6942	0.0105	0.0002	0.7094	— 0.0152	0.0231
6	0.0201	0.6959	0.0140	0.0004	0.7135	— 0.0176	0.0310
7	0.0278	0.7253	0.0202	0.0008	0.7198	+ 0.0055	0.0030
12	0.0579	0.7481	0.0433	0.0034	0.7445	+ 0.0036	0.0013
11	0.0826	0.7622	0.0629	0.0068	0.7647	— 0.0025	0.0006
13	0.1023	0.7816	0.0800	0.0105	0.7809	+ 0.0007	0.0000
10	0.1282	0.8106	0.1039	0.0164	0.8021	+ 0.0085	0.0072
16	0.1294	0.7905	0.1023	0.0168	0.8031	— 0.0126	0.0006
14	0.1490	0.7876	0.1173	0.0222	0.8191	— 0.0315	0.0992
18	0.1614	0.8866	0.1431	0.0261	0.8293	+ 0.0573	0.3283
15	0.2531	0.8896	0.2251	0.0640	0.9045	— 0.0149	0.0222
Totaal	1.1566	11.4032	0.9437	0.1678		+ 0.0942 — 0.0943	0.5285

Ter bepaling van α en β heeft men dan

$$\alpha = \frac{\Sigma y^2 \Sigma \mu - \Sigma y \Sigma y\mu}{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}$$

en

$$\beta = \frac{n\Sigma y\mu - \Sigma y \Sigma \mu}{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}$$

Door in plaatsstelling der waarden uit de voorgaande tafel vindt men dan

$$\alpha = 0.697015 \quad \beta = 0.81962.$$

Met deze waarden is de kolom 6 der voorgaande tafel berekend, en zijn de verschillen tusschen de berekende en de regtstreeksch uit de waarnemingen afgeleide waarden van μ (derde kolom) alsmede de honderdvoudige tweede magten dier verschillen onder de hoofden Δ en $100\,\Delta^2$ in de twee laatste kolommen opgegeven. Deze verschillen zijn alleen aanmerkelijk bij de waarnemingen 8 en 14, doch geven bij de overigen een voldoende afwisseling van teekens.

Uit de laatste kolom der tafel vindt men voor de som der vierkanten van de verschillen $\Sigma\Delta^2 = 0.005285$ en hieruit voor de waarde van de waarschijnlijkste fout, uit de formule

$$r = 0.47694\sqrt{2}\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{m-n}} = 0.6745\sqrt{\frac{0.005285}{15-2}}$$

$$= 0.0136.$$

Alzoo geeft de formule de waargenomene uitkomsten op voldoende wijze terug; men kan namelijk tusschen de grenzen 0.05 tot 0.12 voor de waarden van $\left(\frac{a}{h_1}\right)^2$ eene groote naauwkeurigheid verwachten.

Men kan evenwel niet ontveinzen, dat er bij den aanvang en het einde der reeks groote sprongen voorkomen, die niet voor de aangenomene formulen pleiten; het is ook

niet in te zien waarom juist bij de uitvloeijing onder water de betrekking tusschen de hoogte der opening en die van den bovenwaterspiegel overwegenden invloed moet hebben; de formule is alleen daarom als proef genomen, omdat in de formule van Weisbach voor de vrije uitvloeijing bij onvolkomen zamentrekking van den straal de betrekkingen $\left(\frac{a\,b}{h_1\,b_1}\right)^2$ of $\left(\frac{a}{h_1}\right)^2$ voorkomen.

10. Uit dien hoofde werd dan beproefd of niet de betrekking tusschen de hoogte der opening en de drukhoogte aan de tegengestelde zijde der opening te gebruiken zou zijn, en alzoo

$$\mu = \frac{Q}{a\,b\,\sqrt{(2\,g\,(h_1 - h_2))}} = \alpha + \beta\,\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a}$$

aangenomen.

De waarden van $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a}$ als abscissen en die van μ als ordinaten genomen, zoo verkrijgt men de kromme van figuur 4. Voor de berekening geeft de onderstaande tafel de vereischte gegevens.

Nummer.	$\frac{a}{h_2 - \frac{a}{2}} = y$	μ	y^2	$\mu\,y$	$\alpha + \beta\,y$	Δ	$100\,\Delta^2$
4	0.1704	0.7031	0.0290	0.1198	0.6888	+ 0.0143	0.0204
5	0.1947	0.6942	0.0379	0.1352	0.6961	— 0.0019	0.0004
3	0.1979	0.7089	0.0392	0.1403	0.6971	+ 0.0118	0.0139
2	0.2401	0.7058	0.0576	0.1694	0.7097	— 0.0039	0.0015
6	0.2465	0.6959	0.0608	0.1715	0.7116	— 0.0157	0.0246
1	0.3031	0.7132	0.0919	0.2162	0.7286	— 0.0154	0.0237
12	0.3233	0.7481	0.1045	0.2418	0.7347	+ 0.0134	0.0180
7	0.3254	0.7253	0.1059	0.2360	0.7353	— 0.0100	0.0100
11	0.4108	0.7622	0.1688	0.3132	0.7609	+ 0.0013	0.0002
13	0.4220	0.7816	0.1781	0.3298	0.7643	+ 0.0173	0.0299
14	0.5445	0.7876	0.2965	0.4289	0.8010	— 0.0134	0.0180
10	0.5520	0.8106	0.3047	0.4471	0.8033	+ 0.0073	0.0053
16	0.6025	0.7905	0.3630	0.4763	0.8184	— 0.0279	0.0778
15	0.7392	0.8896	0.5464	0.6575	0.8595	+ 0.0301	0.0906
18	0.8516	0.8866	0.7252	0.7550	0.8932	— 0.0066	0.0044
Totaal	6.1240	11.4032	3.1095	4.8383		— 0.0948 + 0.0955	0.3387

Men vindt daaruit

$$\alpha = 0.637752 \text{ en } \beta = 0.299954.$$

De daaruit berekende coëfficiënten $\mu = \alpha + \beta\,y$ zijn in de zesde kolom der tafel opgenomen, de verschillen met de waarden van μ uit de waarnemingen afgeleid, in de zevende. Die verschillen leveren mindere sprongen dan de voorgaande; hunne som is niet grooter dan die in de vorige § en de afwisseling der teekens beter; ook geeft de som der vierkanten der verschillen eene kleinere waarde $r = 0.0109$ voor de waarschijnlijke fout. Dezelfde gevolgen zijn uit de graphische voorstelling in figuur 1 en 4 af te leiden, daar de figuur 4 niet zulke sterke sprongen geeft, als in figuur 1, en van de regte lijnen die de formulen voorstellen, die van figuur 4 beter met de gebrokene lijn der proeven overeenkomt, dan de regte lijn voor μ in figuur 1.

11. Men zou dan de laatst gevondene formule als beter met de waarnemingen overeenkomende kunnen aannemen; daar echter in de theoretische formule van § 5 de betrekking tusschen den inhoud der schutopening en van het dwarsprofil benedenwaarts voorkomt, zoo kwam het onderzoek gepast voor, of niet die betrekking eene nog betere overeenkomst opleverde dan $\frac{a}{h^2 - \frac{1}{2}a}$; diensvolgens is dan nog de formule

$$\mu = \alpha + \beta\,\frac{a\,b}{h_2\,b_2}$$

onderzocht, nadat door eene graphische constructie gebleken was dat deze onderstelling uitkomsten zou geven nabij overeenkomende met die der vorige §.

De volgende tafel wijst het nadere daarvan aan.

Nummer.	$\frac{a\,b}{h_2\,b_2}$	μ	$\alpha + \beta\,y$	Δ	$100\,\Delta^2$
4	0.1391	0.7031	0.6797	+ 0.0234	0.0548
5	0.1573	0.6942	0.6894	+ 0.0048	0.0023
3	0.1596	0.7089	0.6906	+ 0.0183	0.0335
2	0.1900	0.7058	0.7068	— 0.0010	0.0001
6	0.1945	0.6959	0.7091	— 0.0132	0.0174
1	0.2333	0.7132	0.7298	— 0.0166	0.0276
12	0.2467	0.7481	0.7369	+ 0.0112	0.0125
7	0.2488	0.7253	0.7380	— 0.0127	0.0161
11	0.3021	0.7682	0.7663	+ 0.0019	0.0004
13	0.3088	0.7816	0.7699	+ 0.0117	0.0137
14	0.3793	0.7876	0.8074	— 0.0198	0.0392
10	0.3834	0.8106	0.8095	+ 0.0011	0.0001
16	0.4104	0.7905	0.8239	— 0.0334	0.1116
15	0.4864	0.8896	0.8643	+ 0.0253	0.0640
18	0.5294	0.8866	0.8871	— 0.0005	0.0000
				+ 0.0977	0.3933
				— 0.0972	

De berekening geeft bij deze onderstelling

$$\alpha = 0.60584 \text{ en } \beta = 0.53134$$

waarnaar uit de waarden van $\frac{a\,b}{h_2\,b_2}$ der kolom IV van § 7, de waarden van $\alpha + \beta\,y$, vergeleken met de uitkomsten der waarneming, zijn afgeleid, evenals de kolom Δ der verschillen, waarvan de teekens minder goed afwisselen dan bij de formule van § 10; ook is de som der vierkanten van de verschillen iets grooter even als de waarschijnlijke fout

$$r = 0.01173.$$

§ 12. Het vermoeden dat de waarde van

$$\mu = \alpha + \beta\,\frac{a\,b}{h_2\,b_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

beter met de waarnemingen dan de uitdrukking

$$\mu = \alpha + \beta\,\frac{a}{h_2 + \frac{1}{2}a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

zou overeenkomen bevestigt zich dus niet, doch zijn de verschillen tusschen de uitkomsten van beide formulen gering. Even zoo geeft de formule van § 8,

$$\mu = \alpha + \beta\left(\frac{a}{h}\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

niet zoo veel minder goede uitkomsten, om die formule zonder meer te verwerpen.

Om meerder zekerheid te verkrijgen omtrent de voorkeur van eene dezer drie formulen, zoo kan men nog de verdeeling der fouten naar hare grootte uit die formulen vergelijken met die volgens de theorie.

Dewijl er 15 waarnemingen zijn, zoo zouden er volgens de theorie moeten zijn

tusschen 0 en $0.1\,r$ $15 \,.\, 0.0538 = 0.8$ fout
0 en $0.2\,r$ $15 \,.\, 0.1073 = 1.6$ „
0 en $0.3\,r$ $15 \,.\, 0.1614 = 2.4$ „ enz.

terwijl volgens de formule (1)

tusschen 0 en $0.1\,r = 0.0014$ er waren 2 fouten
0 en $0.2\,r = 0.0027$ „ „ 4 „
0 en $0.3\,r = 0.0041$ „ „ 5 „ enz.

blijkens de tafel van § 8.

In de volgende tafel zijn de uitkomsten voor de drie formulen bijeengesteld.

Tusschen 0 en $\frac{\Delta}{r} =$	Naar de theorie.	Naar formule 1.	Naar formule 2.	Naar formule 3.
0.1	0.8	2	0	3
0.2	1.6	4	2	4
0.3	2.4	5	2	4
0.4	3.1	5	3	4
0.5	3.9	7	3	5
0.6	4.7	7	3	5
0.8	6.1	9	5	5
1.0	7.5	10	6	7
1.2	8.7	12	7	9
1.4	9.8	13	10	9
1.6	10.8	13	13	11
2.0	12.3	13	13	13
3.0	14.3	14	15	15
4.0	14.9	14	—	—

Uit deze tafel blijkt dat voor de formule (2)

$$\mu = \frac{Q}{a\,b\,\sqrt{(2\,g\,(h_1 - h_2))}} = \alpha + \beta\,\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a}$$

de verdeeling der fouten volgens de waarneming en de formule (2) ongeveer dezelfde is als die volgens de theorie moest zijn, terwijl bij de formule (1) fouten grooter dan $4\,r$ voorkomen en daarenboven bij deze formule en bij (3) de verdeeling der fouten zeer veel van de theoretische afwijkt.

De schrijver meent dus dat de formule (2) binnen de grenzen 0.17 tot 0.85 voor $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a}$ is aan te bevelen, waarbij het echter nog te onderzoeken is of zij ook voor breedere of smallere openingen te gebruiken is, zijnde hier die breedte 1.006 M.

13. Uit deze formule als grondslag is de volgende tafel berekend, gevende de uitvloeijing in liters in de seconde voor eene schutopening van 1 M. breedte en 1 c.M. hoogte bij gegevene drukhoogten $h_1 - h_2$ en verschillende waarden der betrekking $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a}$. Blijkbaar vindt men daaruit de uitvloeijing bij eene breedte b en eene hoogte der schutopening a, als men de uitvloeijing der tafel met a en b

vermenigvuldigt. Is bijv. de wijdte in den dag 0.8 M. en de hoogte der opening 5 c.M., de waterhoogte bovenwaarts 50 en benedenwaarts 30 c.M., zoo moet men $h_1 - h_2 = 50 - 30 = 20$ en $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a} = \frac{5}{30-2.5} = 0{,}18$, voor $h_1 - h_2$ en $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a} = 0.15$ opzoeken en vindt in de tafel voor $h_1 - h_2 = 20$ en $\frac{a}{h_2 - \frac{1}{2}a} = 0.15 : Q = 13.5$ liter; daarentegen voor $h - h_2 = 20$ en $\frac{a}{h^2 - \frac{1}{2}a} = 0.20 : Q = 13.8$.

Men kan alzoo Q = 13 7 liter voor 1 M. breedte en 1 c.M. hoogte aannemen en vindt dan voor ons voorbeeld $Q = 13.7 \times 0.8 \times 5 = 54.8$ liter.

Hoeveelheid afgevoerd water in liters in de seconde voor een M. breedte en een c.M. hoogte der schutopening.

Drukhoogte $h_1 - h_2$ in centimeters.	Grootte der betrekking $\frac{a}{h_2 - \frac{a}{2}}$														
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
0.5	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8
1	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0
2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
3	5.2	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8
4	6.0	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7	6.8	7.0	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9
5	6.8	6.9	7.1	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.5	8.7	8.8
6	7.4	7.6	7.7	7.9	8.0	8.2	8.4	8.5	8.7	8.9	9.0	9.1	9.3	9.5	9.7
8	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.7	9.9	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.0	11.2
10	9.6	9.8	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.0	11.2	11.4	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5
12	10.4	10.7	10.9	11.1	11.4	11.6	11.8	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.2	13.4	13.7
14	11.3	11.5	11.8	12.1	12.3	12.5	12.8	13.1	13.3	13.6	13.8	14.1	14.3	14.6	14.8
16	12.1	12.4	12.6	12.9	13.1	13.4	13.7	13.9	14.2	14.5	14.7	15.0	15.3	15.5	15.8
18	12.8	13.1	13.4	13.7	13.9	14.3	14.5	14.8	15.1	15.4	15.7	15.9	16.2	16.5	16.8
20	13.5	13.8	14.1	14.4	14.7	15.0	15.3	15.6	15.9	16.2	16.5	16.8	17.1	17.4	17.7
22	14.2	14.5	14.8	15.1	15.4	15.8	16.0	16.4	16.7	17.0	17.3	17.6	18.0	18.3	18.6
24	14.8	15.1	15.5	15.8	16.1	16.4	16.8	17.1	17.4	17.8	18.1	18.4	18.7	19.0	19.4
26	15.4	15.8	16.1	16.4	16.8	17.1	17.5	17.8	18.1	18.5	18.8	19.1	19.5	19.8	20.2
28	16.0	16.3	16.7	17.0	17.4	17.7	18.1	18.4	18.8	19.1	19.5	19.8	20.2	20.5	20.9
30	16.5	17.0	17.3	17.7	18.0	18.4	18.8	19.1	19.5	19.9	20.2	20.6	21.0	21.3	21.7
32	17.1	17.5	17.8	18.2	18.6	19.0	19.3	19.7	20.1	20.5	20.8	21.2	21.6	22.0	22.3
34	17.6	18.0	18.4	18.8	19.2	19.6	19.9	20.3	20.7	21.1	21.5	21.9	22.3	22.6	23.0
36	18.2	18.6	19.0	19.4	19.7	20.2	20.5	20.9	21.3	21.7	22.1	22.6	22.9	23.3	23.7
38	18.6	19.0	19.5	19.9	20.3	20.7	21.1	21.5	21.9	22.3	22.7	23.2	23.6	24.0	24.4
40	19.1	19.5	20.0	20.4	20.8	21.2	21.6	22.1	22.5	22.9	23.3	23.7	24.2	24.6	25.0

Aanteekening van het honorair lid dr. I. P. Delprat.

De hier behandelde waarnemingen zijn te beschouwen als een vervolg op die, overgenomen in dit Tijdschrift (over 1871—72) en genomen bij zoogenoemde onvolkomene overlaten; zij schijnen echter met minder zorg te zijn overwogen dan die vroegere: zoo volgt uit de eerste tafel met de daarin opgegevene waarden van h_1 en h_2 bij de waarnemingen n°. 15 $h_1 - h_2 = 1.55$ c.M. en niet 1.85, bij n°. 16 $h_1 - h_2 = 8.349$ c.M. en niet 8.066, en uit n°. 18, 4.405 c.M. en niet 3.80; welke verschillen van merkelijken invloed zijn op de berekende uitkomsten. Het blijft twijfelachtig of niet welligt de opgegevene verschillen $h_1 - h_2$ de juiste zijn en daarentegen h_1 of h_2 onjuist: te meer daar de verschillen $h_1 - h_2$ eveneens opgegeven zijn in de tafel van blz. 182. In de kolom II van de tafel op blz. 182 is opgegeven $\frac{a}{h_1} = 0.5030$ bij n°. 15, 0.3597 bij n°. 16 en 0.4017 bij n°. 18; de beide eerste waarden komen overeen met de onderstelling van $h_1 = 18.55$ en 37.433 en zouden dus deze waarden juist en de verschillen $h_1 - h_2$ onjuist zijn, doch de derde of n°. 18 geeft met $\frac{a}{h_1} = 0.4017$ en $a = 0.174$: $h_1 = \frac{0.174}{0.4017} = 0.43$ en niet 0.33588. Uit de kolom IV van die tafel heeft men met $b = 1.006$ en $b_2 = 1.135$, zooals uit de opgaven van den schrijver volgt, voor de proeven n°. 15, 16 en 18 dezelfde waarde voor h_2 als uit de eerste tafel, zoodat wij in de hier nog mede te deelen berekeningen voor de verschillen $h_1 - h_2$ in n°. 15, 16 en 18 genomen hebben 0.0155 M, 0.08349 M en 0.04405 M.

Minder verklaarbaar is de uitdrukking:

$$\mu\, b_2\, h_2 \sqrt{\{2\, g\, (h_1 - h_2)\}}$$

in § 2 voor de waarde van de afgevloeide waterhoeveelheid Q en ook vervolgens gebruikt als zijnde de formule van Dubuat voor de uitvloeijing door eene opening onder den beneden waterspiegel. Voor dit geval beschouwt Dubuat even als alle andere bekende schrijvers de uitvloeijing als plaats hebbende door eene opening onder drukhoogte $h_1 - h_2$, zijnde het verschil der beide waterspiegels; men heeft dus bij eene opening ter breedte van b en ter hoogte van a; $Q = \mu\, a\, b \sqrt{\{2\, g\, (h_1 - h_2)\}}$, waarin μ den coëfficient voor de zamentrekking van den waterstraal voorstelt. Er kan daarbij enkel twijfel bestaan omtrent de waarde van dien coëfficiënt. Die coëfficiënt is daarbij gelegen tusschen 0.60 en 0.85 als de opening klein is in vergelijking van de dwarsprofillen van de kanalen van aanvoer en afvoer.

Voor het bijzondere geval, waarin de hoogte a der opening gelijk is aan de hoogte van den benedenwaterspiegel zou men $a = h_2$ hebben en is dan nog de breedte b der opening gelijk aan b breedte der aan- en afvoerkanalen, zou slechts de formule

$$Q = \mu\, b_2\, h_2 \sqrt{\{2\, g\, (h_1 - h_2)\}}$$

kunnen gelden.

De schrijver, die deze formule ook voor elke opening aanneemt bij de berekening zijner proeven, waarbij $a\, b$ kleiner was dan $b_2\, h_2$, heeft dus geheel verkeerde uitkomsten verkregen, waarbij de waarden voor μ geheel afwijken, zoowel onderling, als van de gewoonlijk aangenomene. De vergissing is te meer bevreemdend, dewijl verder de schrijver bij de toepassing der formule van Poncelet de juiste formule gebruikt en daardoor ook veel betere overeenkomst bij zijne waarnemingen onderling en met de reeds bekende verkrijgt.

Nog vergist de schrijver zich weder bij sommige toepassingen van de formule, door te stellen

$$Q = \mu\, \frac{a\, b \sqrt{(2\, g\, (h_1 - h_2))}}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{a\, b}{h^1\, b^2}\right)^2\right)}}.$$

Poncelet namelijk geeft voor den noemer zijner formule $\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{A^2}\right)}$, waarin ω den inhoud der schutopening en A den inhoud van het dwarsprofil in het aanvoerkanaal voorstelt; met de gegevens van den schrijver is $\frac{\omega}{A} = \frac{b\, a}{b_2\, h_1}$ en dus voor $b = b_2 : \frac{a}{h_1}$ en niet $\frac{a}{h_1 - h_2}$. Daar nu altijd $a < h_1$ is, blijft de wortelgrootheid altijd bestaanbaar, dat niet het geval is met de formule van den schrijver; aldaar kan zeer wel de drukhoogte $h_1 - h_2$ kleiner zijn dan a, zooals onder anderen het geval is bij de proef n°. 18. Deze vergissing is des te vreemder, dewijl de schrijver de mogelijkheid van het onbestaanbaar zijn van de formule heeft opgemerkt en evenwel niet op het vermoeden eener vergissing zijnerzijds is gekomen.

Ofschoon dus de proeven van den schrijver allezins opmerking verdienen, hebben de daaruit door hem afgeleide formulen weinig waarde. In § 5 berekent de schrijver den coëfficiënt μ uit eene zamengestelde formule van Boileau, welke waarden nog al vrij sterk uiteenloopen; gebruikt men de meer eenvoudige formule van Boileau

$$Q = \mu\, a\, b\, \frac{\sqrt{2\, g\, (h_1 - h_2)}}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{a\, b}{h^1\, b^2}\right)^2\right)}},$$

dan vindt men de uitkomsten in de ondersstaande tafel bijeen gesteld. Zondert men de waarneming n°. 15 uit, als bij zeer kleine drukhoogte genomen, dan verschillen de berekende waarden van μ weinig van elkander of van het gemiddelde 0.7231. Zelfs al brengt men ook de waarneming n°. 15 in rekening, is nog het gemiddelde 0.733 niet zoo sterk afwijkend, om meer zamengestelde formulen noodig te maken; de verschillende betrekkingen tusschen de grootheden a, b, b_2, h_1 en h_2 zullen wel altijd eenigen invloed hebben en eene geheel naauwkeurige waarde van den coëfficiënt μ onmogelijk maken.

Volgnummer.	a M.	h_1 M.	$h_1 - h_2$ M.	Q M³.	μ
1	0.0343	0.3545	0.2242	0.05159	0.7151
2	0.0343	0.3880	0.2280	0.05150	0.7026
3	0.0343	0.4160	0.2255	0.05444	0.7484
4	0.0343	0.4490	0.2305	0 05159	0.7044
5	0.0480	0.39125	0.12075	0.05159	0.6821
6	0.0480	0.3385	0.11975	0.05150	0.7138
7	0.0470	0.2820	0.1110	0.05168	0.7324
10	0.0743	0.2075	0.03575	0.05074	0.7685
11	0.0743	0.2585	0.0405	0.05078	0.7209
12	0.0743	0.30875	0.0475	0.05060	0.6850
13	0.0933	0.29175	0.0240	0.05034	0.7455
14	0.0933	0.24175	0.02375	0.05446	0.7400
15	0.0933	0.1855	0.0155	0.05030	0.8698
16	0.13467	0.37433	0.08349	0.13471	0.7363
18	0.174	0.33538	0.04405	0.13399	0.7311

Aanmerkingen.

De breedte b_2 van het afvoerkanaal was 1.135 M. en van de schutopening b 1.006 M.

Zonder n°. 15 is de gemiddelde waarde van μ 0.7231 en met die waarneming 0.7328.

OVER HET CREOSOTEREN VAN HET HOUTWERK IN DE HAVEN VAN TROUVILLE, DOOR LA RIVIERRE, *hoofdingenieur*, EN ARNOUX, *ingenieur*.

(*Annales des ponts et chaussées*, 1871, Mai, p. 293.)

Memorie van den heer Arnoux.

De verlenging van het westelijke hoofd der haven van Trouville was in de eerste helft van 1871 in uitvoering overeenkomstig de bepalingen van een bij ministerieele beschikking van 30 Maart 1868 goedgekeurd ontwerp.

Die beschikking hield in, dat al het timmerwerk van Noordsch greenen hout, dat bij het maken van het verlengde hoofd gebezigd werd, gecreosoteerd moest worden.

Het creosoteren van dit hout had eerst moeten geschieden in de werkplaats, aan de haven der Sables-d'Olonne gevestigd, maar bij nadere beschikking van 9 Junij 1868, waarbij de vroegere voorschriften werden ingetrokken, is magtiging verleend om het creosoteren op de plaats zelve in de nabijheid van de werken te doen geschieden.

Ten gevolge van die beschikking is de aannemer van de werken der verlenging van het westelijke havenhoofd gehouden de vereischte toestellen voor het creosoteren van het hout op de plaats zelve in te rigten, tegen eene vergoeding, die op het bedrag van 10 000 franken is bepaald, verminderd met de reductie der aanbesteding. De aannemer is in de tweede plaats gehouden al het greenenhout, dat bij de zamenstelling van het verlengde hoofd moet worden gebruikt, te creosoteren, door inpersing van 300 K.G. per M³., tegen den prijs van 33.03 frank (*f* 15.60) per M³., verminderd als voren.

Deze hoeveelheid van 300 K.G. en de prijs van *f* 15.60 zijn vastgesteld volgens de uitkomsten van proefnemingen, door den hoofd-ingenieur Forestier beschreven. (*)

De aannemer heeft zijne creosoteer-werkplaats ingerigt overeenkomstig die van de Sables d'Olonne, maar den persing-cilinder minder lang genomen. De inrigting van den cilinder, van de luchtpompen en de perspompen en de verschillende onderdeelen van het voor het creosoteren benoodigde materieel is geheel in overeenstemming met de aan de Sables d'Olonne gemaakte schetsen. De ondernemer heeft bij zijne werkplaats eene loots gevoegd, die aan de zuid- en westzijde gesloten en tegen het noorden open is, alwaar het greenen timmerhout in 1868 is opgeslagen en van October 1868 tot den zomer van 1869 is bewaard en droog gehouden.

Daar de werkplaats te Deauville aan de voorwaarden van de aanbesteding en van het besluit van 9 Junij 1868 voldeed, heeft de aannemer het hem toegekende subsidie van 9 500 franken (10 000 franken, verminderd met de reductie der aanbesteding, ad 5 ten honderd onder de eenheids-prijzen) ontvangen.

Den 21sten Maart 1869 heeft men met het creosoteren van het hout een aanvang gemaakt, en dien arbeid eerst den 22sten November voltooid, na verschillende stakingen, ten gevolge van het aanbrengen van verbeteringen of herstellingen.

Een bijzonder daartoe aangewezen opzigter was bij alle werkzaamheden tegenwoordig. Op een door den ondernemer zelf elken dag en bij iedere bewerking als juist erkend en voor gezien geteekend aanteekenboekje heeft men het gewigt van elk stuk hout vóór en na de inpersing aangeteekend, zoomede den duur van het luchtledige, den tijd noodig voor het vullen van den cilinder en den duur van de persing van de creosoot onder eene drukking van 10 dampkringen, op den manometer aangewezen, de temperatuur van de creosoot en alle omstandigheden, welke zich bij de behandeling voordeden.

Daar de eerste uitkomsten volstrekt niet aan de verwachting beantwoordden, hebben wij het hout veel sterker doen verwarmen evenals de creosoot, den cilinder over een goed deel der lengte doen omgeven met een niet geleidend omhulsel en eindelijk den duur van de inpersing der creosoot van twee op vijf uren doen brengen, onder eene gelijkmatig gehandhaafde drukking van 10 dampkringen. Bij de werkplaats van de Sables d'Olonne heeft de inpersing over het geheel niet langer dan twee uren geduurd.

In weerwil van deze pogingen, in weerwil van alle proefnemingen, ingesteld volgens de inlichtingen door ons ingewonnen (bepaaldelijk bij den heer Dingler, ingenieur aan de Sables), en wij moeten er ook bijvoegen in weerwil van alle inspanning en goeden wil van den aannemer, den heer Rengnet, heeft het greenenhout, dat voor het hoofd wordt gebezigd, gemiddeld niet meer dan 168 K.G. creosoot per M³. opgenomen, welke hoeveelheid is gebleken uit de dubbele weging van elk der 642 stukken hout, voor het geheele hoofd gebezigd; 60 stukken zijn met minder dan 100 K.G. per M³. gecreosoteerd. Deze stukken zijn vooral in het begin der bewerking, in Maart en April, behandeld, ten tijde dat de inpersing niet langer dan twee uren duurde en dat de creosoot en het hout niet op een genoegzaam hoogen warmtegraad waren gehouden, namelijk tusschen 60 en 80 graden.

166 stukken hebben 100 tot 150,
217 " " 150 " 200,
133 " " 200 " 250.
66 " " meer dan 250 (250 tot 400) K.G.

creosoot per M³. opgenomen.

De redenen, waarom wij het gemiddelde van 300 K.G., door den hoofdingenieur Forestier als normaal bedrag der inpersing van hout voor zeewerken aangewezen, in weerwil van alle in het werk gestelde pogingen niet hebben kunnen bereiken, zijn, naar onze meening, gemakkelijk na te gaan. De inpersing van creosoot tot eene hoeveelheid van 300 K.G. per M³. kan ligtelijk verkregen worden bij hout, dat nog van het spint is voorzien, en bij betrekkelijk kleine stukken, ronde of halfronde liggers van 2 tot 3 d.M. middellijn en 1 tot 2 M. lengte. Maar te Trouville zijn de stukken hout van het hoofd vierkant bezaagde balken, ten einde daaraan gelijken vorm te geven met dien van het reeds bestaande hoofd; deze stukken zijn derhalve van het spint ontdaan, waarvan eene aanzienlijke vermindering in de opname van de creosoot het gevolg is.

Voorts bestaat het te Trouville behandelde hout uit 642 stukken, die de volgende afmetingen hebben:

126 stukken van 0.30 bij 0.30 in het vierkant, lang 7.5 à 8 M. (teerling inhoud 0.67 à 0.72.)

22 stukken van 0.30 bij 0.30 in het vierkant, lang 6.50 M. (teerling inhoud 0.58.)

64 stukken van 0.30 bij 0.30 in het vierkant, lang 4.5 à 5 M. (teerling inhoud 0.40 à 0.45.)

430 stukken van 0.25 bij 0.25 in het vierkant, lang 4 à 6 M. (teerling inhoud 0.25 à 0.37.)

Deze stukken hout zijn blijkbaar moeijelijker te doordringen:

1°. Omdat zij van het spint ontdaan zijn, hetwelk het meest sponsachtige gedeelte uitmaakt;

2°. Omdat zij wegens hunne groote afmetingen en vooral hunne groote lengte, met betrekking tot hun teerling inhoud, eene mindere oppervlakte aanbieden, dan de liggers, waarmede men ze zou kunnen vergelijken. De creosoot dringt gemakkelijk in door den houtvezel; men ziet dus gereedelijk in, welk nadeel de lange stukken aanbieden in vergelijking met de korte, alwaar de creosoot tot in het midden kan doordringen door van de beide uiteinden de rigting van de vezels te volgen. Dit is zoo waar, dat wij dikwijls op het aanteekenboekje van het creosoteren opmerkingen vinden van den volgenden aard (opgeteekend 10 Mei 1869): Naast stukken hout, een teerling inhoud hebbende van 0.358 tot 0.712 M³. en die gemiddeld slechts 185 K.G. per M³. hebben opgenomen, heeft men aan dezelfde behandeling onderworpen balken of balkeinden van 3 d.M. in het vierkant, maar slechts 5 d.M. lang, en deze proefblokken hebben 271, 363 en 387 K.G. per M³. opgenomen onder dezelfde drukking, met denzelfden warmtegraad, waarbij slechts 185 K.G. in de groote stukken werd geperst. Wanneer deze stukken werden gekloofd, bleek dat de creosoot tot in het hart van het hout was doorgedrongen, terwijl bij de groote stukken alleen de oppervlakte was doortrokken. Uit deze bijzonderheden kan men verklaren, waarom bij de stukken hout voor het havenhoofd, in weerwil van al de daaraan bestede zorg, niet de gewenschte uitkomsten konden verkregen worden.

De heer Rengnet had zich verbonden 300 K.G. per M³. te leveren, overeenkomstig het bestek; hij is tot die uitkomst niet kunnen geraken. Het was van belang aan het bestuur rekenschap te geven van hetgeen men heeft kunnen doen en te verklaren, om welke redenen de heer Rengnet moet geacht worden aan zijne verpligtingen te hebben voldaan, hoezeer hij die niet ten volle heeft kunnen nakomen.

Er bestaat overigens, naar onze meening, alle reden om den prijs van het creosoteren te herzien, en daarbij tot grondslag aan te nemen de hoeveelheid werkelijk geleverde creosoot en alle onderdeelen van werkelijk gedane uitgaven, volgens inlichtingen, door ons met zorg verzameld.

Men had gerekend op het creosoteren van de 303.27 M³. greenenhout, die in de zamenstelling van het hoofd gebezigd werden, en waartoe niet alleen het timmerhout van de gebindten, maar ook de dekbalken en de boven- en tusschenregels van de leuning behooren.

Het scheen echter beter de dekbalken en regels niet te creosoteren, wijl men anders aanleiding zou geven, dat de voetgangers werden verontreinigd, vooral in den zomer, wanneer door de hitte de creosoot wordt uitgezweet, en men heeft zich derhalve tot het creosoteren van de groote greenenhouten gebindten bepaald, een teerling inhoud opleverende van 258.945 M³.

Daarentegen had men niet gerekend op het creosoteren der eiken palen, die de gebindten dragen, en met goedkeuring van den hoofdingenieur hebben wij die ongeschilde eiken palen, ten getale van 63, gevende een teerling inhoud van 55.17 M³., doen bereiden.

De 258.945 M³. greenenhout hebben 43 564 K.G. creosoot opgenomen, of gemiddeld 168.256 K.G. per M³.

De 55.17 M³. ongeschild eikenhout hebben 11 978 K.G. creosoot opgenomen of gemiddeld 217.110 K.G. per M³.

(*) Zie *Annales des ponts et chaussées*, 1868.

Die meerdere opslorping van creosoot is te verklaren door het behoud van het spint.

In deze omstandigheden en met het oog op deze hoeveelheden verbruikte creosoot moet de prijs van 33 franken per M³., die op de berekeningen van den hoofdingenieur Forestier berust, worden verdeeld als volgt:

Prijs van de creosoot. — De creosoot kost 6 franken de 100 K.G. (netto gewigt), geleverd te Parijs volgens de factuur van de heeren Camus, depothouders van de Parijsche gasmaatschappij. Die prijs is bepaald met het oog op- en op voorwaarde van eene levering van 100000 K.G. (De heer Rengnet voert creosoteringen uit voor verschillende werken, die niet tot de rijkswerken behooren) . . . . . 6.00 frank

Het vervoer van Parijs naar Trouville, aan het station, kost 1.30 frank de 100 K.G. netto gewigt. (De vrachtbrief van de maatschappij van den Westerspoorweg voor eene wagenlading van 33 vaten, gezamenlijk wegende 6000 K.G. (bruto gewigt) en bevattende 5036 K.G. creosoot (netto gewigt), bedraagt 65.65 frank). . . . . 1.30 ″

Vervoer van het station naar de werkplaats 0.20 frank de 100 K.G. . . . . 0.20 ″

De creosoot wordt vervoerd in goed geconditionneerde, met ijzeren hoepels beslagen vaten, elk 150 K.G. bevattende. De vaten zijn in rekening gebragt tegen 4 franken het stuk, hetgeen den prijs per 100 K.G. creosoot (netto gewigt) met 2.66 frank zou verhoogen, als elk vaatje slechts eens moest dienen. De heer Rengnet heeft tot heden 240 vaten tot het vervoer van 85 000 K.G. creosoot gebezigd, door ze ledig naar Parijs terug te zenden, waardoor de door hem op dit punt gemaakte kosten tot 960 franken per 85 000 K.G., of tot 1.13 frank per 100 K.G. worden teruggebragt. (Wij zijn van oordeel, dat die prijs nog voor vermindering vatbaar zou zijn voor eene reeks van werkzaamheden van meer omvang). . . . . 1.13 ″

De fusten moeten telkens op nieuw gekuipt en naar den spoorweg gebragt worden, hetgeen kost. . . . . 0.25 ″

Eindelijk bedragen de kosten van de terugzending der ledige fusten van Trouville naar Parijs en het weder in orde brengen aldaar,

Over te brengen . . . 8.88 frank

Overgebragt . . . 8.88 frank

volgens de factuur van de heeren Camus, eene som overeenkomende met 0.38 frank de 100 K.G. . . . . 0.38 ″

De geheele prijs der 100 K.G. creosoot komt dus te staan op . . . . . 9.26 frank (*f* 4.36)

Creosoteren van greenen hout. Prijs per M³. — Creosoot, 168.236 K.G. (gemiddelde ingeperste hoeveelheid) tegen 9.26 frank de 100 K.G. . . . . 15.58 frank

Kolen. Iedere bewerking heeft gevorderd 350 K.G. Cardiffkolen tegen 28 franken de ton. Men heeft gemiddeld bij elke bewerking 3.70 M³. greenenhout bereid. Men heeft dus per M³. bereid hout 95 K.G. verbrand tegen 28 franken de 1 000 K.G. . . . . 2.66 ″

Arbeidsloon. Elke bewerking heeft een dag vereischt, te weten:

Laden, lossen en tweemaal wegen van al de stukken	5 uren
Voorafgaande verwarming van het hout en van den cilinder . . .	1 ″
Duur van het luchtledige. . .	1½ ″
Vulling van den cilinder door het luchtledige en aan den gang brengen van de perspompen.	½ ″
Duur van de persing door de perspompen onder een druk van 10 dampkringen, aan den manometer gehandhaafd, gerekend van het oogenblik dat de manometer 10 dampkringen aanwijst.	5 ″
Te zamen . . .	13 uren

Gedurende dien tijd heeft men gebezigd:

1 werktuigkundige tegen 160 franken 's maands, dat is per dag . .	5.33 frank
1 stoker tegen 120 franken .	4.00 ″
1 helper tegen 90 franken .	3.00 ″

Dat is per dag of voor 3.70 M³. 12.33 en voor 1 M³. . . . . 3.33 frank

21.57 frank

Het laden, lossen en het tweemaal wegen vóór en na de behandeling, van eene hoeveelheid van 3.70 M³. heeft, behalve het boven vermeld personeel, nog gevorderd 5

Over te brengen . . . 21.57 frank

Overgebragt . . . 21.57 frank

arbeiders gedurende 5 uren, derhalve 25 uren tegen 0.35 frank, den prijs van een uur arbeidsloon te Trouville. Te zamen 8.75 frank voor 3.70 M³. of voor 1 M³. . . . . 2.37 ″

Gezamenlijke kosten per M³. . . . 23.94 frank (*f* 11.31)

Ziedaar de som, waarop den aannemer zijne werkelijke uitgaven aan levering en arbeidsloon zouden te staan komen, waarbij niet in rekening zijn gebragt onkosten en kleine herstellingen, noch de door hem gedane voorschotten, noch eindelijk de hem wettig toekomende winst.

Creosoteren van palen van ongeschild eikenhout. Prijs per M³. — Er zijn drie en twintig bewerkingen noodig geweest om 55.17 M³. palen ongeschild eikenhout te creosoteren, dat geeft dus slechts 2.40 M³. voor iedere bewerking, hetwelk in verband staat met den vorm der stukken en de verloren plaatsruimte.

Om echter de ladingen aan te vullen heeft men er gemiddeld 0.87 M³. greenenhout bijgevoegd, zoodat de teerling inhoud bij elke behandeling is geweest 3.27 M³.

Elke M³. eikenhout heeft 217.110 K.G. creosoot opgenomen tegen 9.26 frank de 100 K.G. . . 20.10 frank

Kolen. Er zijn verbrand 350 K.G. Cardiffkolen tegen 28 franken de ton, bij elke bewerking van 3.27 K.G., dat is 107 K.G. per M³. waarde. . . . . 2.99 ″

Het arbeidsloon heeft gekost als volgt:

Een dag voor elke bewerking of voor 3.27 M³. kost voor den werktuigkundige, den stoker en den helper 12.33 frank, dat is per M³. . . . . 3.76 ″

Het laden, lossen en wegen van elke lading, bestaande uit 2.4 M³. ongeschild eikenhout en 0.87 M³. greenenhout, heeft gevorderd 6 uren voor 5 arbeiders, dat is 30 uren arbeidsloon tegen 0.35 frank. Geheele uitgaaf 10.50 frank, of per M³. . . . . 3.21 ″

Te zamen . . . 30.06 frank (*f* 14.20)

Vergelijkt men de hier berekende prijzen met die, welke in de memorie van den heer Forestier worden opgegeven (*), dan ziet men deze verschillen:

De heer Forestier stelt den prijs van de creosoot op 90 franken aan de Sables d'Olonne (creosoot aangeschaft te Parijs), en zij kost 92.60 frank te Trouville. Maar wij moeten doen opmerken, dat de door den heer Forestier gestelde prijs een weinig hypothetisch is, en dat hij het cijfer van 90 franken als een *minimum* opgeeft, waartoe hij hoopt te geraken en dat hij in werkelijkheid niet heeft bereikt.

Het verbruik van kolen, ongeveer 100 K.G. per M³., staat bij beiden gelijk, maar de prijs is aan de Sables d'Olonne hooger dan te Trouville, namelijk 38 franken tegen 28 franken.

Ten opzigte van het arbeidsloon bestaat er een aanmerkelijk verschil, dat wij moeten verklaren.

De heer Forestier rekent aan de Sables d'Olonne twee bewerkingen van 5 M³. daags; te Trouville heeft men slechts eene lading van 3.70 M³. daags behandeld (*), 1°. omdat de stukken van groote afmetingen, zwaar en moeijelijk te behandelen waren; 2°. omdat men ze allen zonder uitzondering twee malen heeft gewogen, vóór en na de inpersing (dit is het eenig afdoend middel om zich rekenschap te geven van de verkregen uitkomsten); 3°. omdat de duur der persing telkenmale vijf uren heeft bedragen.

Wij moeten er nog bijvoegen, dat, zelfs zonder het wegen van het hout, zelfs wanneer de duur der persing tot op twee uren wordt beperkt, het ons moeijelijk zou voorkomen twee ladingen in minder dan vijftien of zestien uren te behandelen, waartoe altijd een dubbel personeel van werktuigkundigen, stokers, enz. zal benoodigd zijn.

Het arbeidsloon is overigens te Trouville aanmerkelijk hooger dan aan de Sables d'Olonne (0.35 frank in het uur voor een goed arbeider te Trouville, tegen 0.25 frank aan de Sables; 4 en 5 franken het dagloon der stokers te Trouville, tegen 3 franken en 1.75 frank aan de Sables.)

De berekening der ongelden op slechts 7 of 8 ten honderd, *alleen van de arbeidsloonen*, komt ons bepaald te laag voor. Die berekening komt voor in de memorie van den heer Forestier; maar wij berekenen de ongelden van allerlei aard, daaronder begrepen het lekken en het verlies aan creosoot, op niet minder dan 7 of 8 ten honderd van de geheele uitgaaf; en voor proefnemingen op meer beperkte schaal, zooals die welke te Trouville in 1869 zijn gedaan, bedragen zij ongetwijfeld niet minder dan 10 ten honderd, ten gevolge van oponthoud, herstellingen en verbeteringen, die in zulke omstandigheden onvermijdelijk zijn.

(*) *Annales des ponts et chaussées*, 1868, p. 387.

(*) De cilinder te Trouville is 9 M. lang en heeft 1.20 M. middellijn, die aan de Sables heeft 13.50 M. lengte en 1.25 M. middellijn. Een grooter cilinder moet klaarblijkelijk, als al het overige gelijk staat een weinig goedkooper uitkomsten opleveren.

Indien het ons overigens geoorloofd is hier een kort overzigt te geven van de twee hoofdopmerkingen, waartoe wij te Trouville aanleiding vonden, dan diene het volgende:

1°. Dat om den toestel voor het creosoteren, zooals die aan de Sables d'Olonne en te Trouville bestaat, volledigér te maken, het zeer wenschelijk zou zijn den cilinder, daar waar de inpersing van de creosoot plaats heeft, geheel met een de warmte slecht geleidend omhulsel te omgeven, of liever met een tweeden concentrischen cilinder van plaatijzer, zoodat de stoom tusschen de beide cilinders kon circuleren, waardoor men in den eerstvermelden cilinder en in het daarin aanwezige hout een gelijkmatigen warmtegraad van geregeld 70° zou kunnen doen ontstaan en behouden. Wij beschouwen dit als eene hoofdzaak. Men heeft dit doel aan de Sables trachten te bereiken door binnen in den cilinder eene spiraalvormige buis aan te brengen. Deze buis, aan uitwendige drukkingen van 10 dampkringen onderworpen, schijnt niet behoorlijk gewerkt te hebben, en men heeft ons medegedeeld dat men van haar gebruik had afgezien.

2°. Dat om groote stukken timmerhout te bereiden, zooals die, welke men gewoonlijk bij de zeewerken bezigt, met 300 K.G. creosoot per M³., volgens het normaalcijfer, bij de merkwaardige proefnemingen van den heer Forestier vastgesteld, men met geen mogelijkheid op regelmatige en voldoende uitkomsten kan rekenen, wanneer men om die groote stukken het spint niet behoudt, hetwelk men gewoonlijk in de bestekken zoo streng weert, dat wil zeggen, dat men die stukken ongeschild moet bezigen en daarnaar de vormen van het timmerwerk inrigten.

Het dennenhout zonder harst zal voor het creosoteren ongetwijfeld te verkiezen zijn boven het greenenhout, waarin de harst om zoo te zeggen de plaats vult, welke men aan de creosoot wil doen innemen.

Het is overigens, gelijk men weet, voor het welslagen van de inpersing volstrekt noodig dat het hout volmaakt gedroogd en gedurende minstens een jaar op eene drooge plaats goed beschut blijve, gelijk dan ook de heer Forestier aanbeveelt.

Om kort te gaan, de gemiddelde uitkomst van de proefneming te Trouville met 642 stukken dennenhout, elk metende van 0.25 tot 0.72 M³., en te zamen 259 M³., is, dat men gemiddeld niet meer dan 168 K.G. per M³. heeft kunnen verwerken (of ongeveer 180 K.G., als men de eerste bewerkingen buiten rekening laat, die natuurlijk het minst geregeld geschiedden en als het ware proefnemingen waren.)

De inpersing tot het normaal bedrag van 300 K.G. per M³., voortvloeijende uit de proefnemingen van den heer Forestier, is bij niet meer dan 25 stukken, van hoogstens 0.420 M³. inhoud, kunnen verkregen worden. Het schijnt dus zeer moeijelijk te zijn deze hoeveelheid creosoot te persen in timmerwerk van groote afmetingen, van greenenhout, vierkant bezaagd en van spint ontdaan, zooals het bij zeewerken wordt gebezigd en men moet het gebruik van meer sponsachtig hout of ten minste dat van ongeschild en met spint omgeven hout aanbevelen.

Advies van den hoofdingenieur.

Uit hetgeen men bij het creosoteren van het hout te Trouville heeft waargenomen volgt:

1°. dat het hout, in verhouding tot zijn teerling inhoud, minder creosoot opneemt naar gelang de afmetingen grooter zijn;

2°. dat greenenhout, niet van harst ontdaan, het moeijelijkst is te doordringen, en zelfs moeijelijker dan de palen van eikenhout, waarvan men het spint gemakkelijk kan doordringen;

3°. dat de creosoot veel gemakkelijker doordringt in de lengte-rigting der vezels, dan in de rigting loodregt daarop;

4°. dat het doen opnemen van 300 K.G. creosoot, wat men aan de Sables d'Olonne heeft verkregen, niet te Trouville is kunnen bereikt worden dan bij stukken van kleine afmetingen, in weerwil dat de bewerking meer dan eens zoo lang duurde en de drukking standvastig op 10 dampkringen werd gehouden (hetgeen ons doet onderstellen, dat het aan de Sables gecreosoteerde en onderzochte hout van vrij wat geringer afmetingen was dan het onze);

5°. dat de temperatuur van het hout en de creosoot gedurende de bewerking steeds omstreeks 80° moet bedragen, om tot eene opslorping van 250 tot 300 K.G. per M³ te geraken.

Sedert de voltooijing der werken aan het hoofd, heeft de conducteur Koerner eenige nieuwe proeven genomen met het creosoteren en, zijn voordeel doende met de opmerking, dat de doordringing in de lengterigting van de vezelen gemakkelijk plaats heeft, heeft hij hout gecreosoteerd, door het eene uiteinde der stukken in de open lucht te laten uitkomen, en op het andere eind en het omhulsel van het in de creosoot gedompelde stuk eene drukking van 4 tot 5 dampkringen uit te oefenen.

In dezen toestand liep de creosoot in de open lucht met stralen uit al de poriën van de dwarsdoorsnede en het geheele stuk was doortrokken, zoowel in het hart als in het spint; en naar onze meening zou men tot deze wijze van bewerking moeten overgaan wanneer het bestuur nog hout te creosoteren heeft om het tegen den paalworm te beveiligen; en met het doel om de aandacht op deze bewerking te vestigen, waarvoor octrooi is genomen, wijzen wij er op als toevoegsel op onze opmerkingen omtrent de creosotering van het hout aan het verlengde hoofd te Trouville.

OVER HET GEBRUIK VAN BETON BOVEN DEN GROND, VOORNAMELIJK BIJ GEHEELE GEBOUWEN, DOOR J. SCHLIERHOLZ,

Baurath te Stuttgardt.

(*Allgemeine Bauzeitung*, 1870, S. 260.)

(Plaat 17, figuren 6—9.)

Sommige streken, zooals bijvoorbeeld Würtembergsch Oberschwaben, zijn zeer arm aan natuurlijke bouwsteen, of wanneer die voorhanden is, bezit zij zulke eigenschappen, dat zij of zeer sterke muren, of, bij geringer dikte, goeden en snelbindenden kalk vereischt. Zoo zijn in die streek de Jura-kalksteen, de zoetwaterkalk of dolomiet van het Blau- en Donaudal, gedeeltelijk niet bestand tegen het weder of voor woonhuizen minder geschikt, terwijl de tuf- en Molassen-zandsteen te ver van vele bouwplaatsen verwijderd zijn en de Vondelingsteenen slechts in Algau in beperkte mate te gebruiken.

Zulke omstandigheden maken meestal kunstmatige bouwmaterialen onontbeerlijk, waaronder tot nu toe de gebakken steenen voornamelijk voor woonhuizen en gewelven gebruikt worden. De laatst genoemde steenen kunnen echter niet altijd van goede hoedanigheid en in de benoodigde hoeveelheid verkregen worden, voornamelijk niet bij bouwwerken als spoorwegen die in korten tijd moeten gereed zijn, zoodat het bij den jongsten spooraanleg in Oberschwaben noodzakelijk was een andere wijze van bouwen te beproeven.

In Noord-Duitschland en Frankrijk werd vroeger de aard-pisé-bouw, in Zweden, Pommeren en in de pruissische marken, de kalk-pisé-bouw onder dezelfde omstandigheden ingevoerd.

Voor ons doel zou de eerste niet soliede genoeg en meer voor ondergeschikte gebouwen aanbevelenswaard zijn; de tweede — daar het verharden van den mortel in de lucht zeer langzaam gaat, en er niet overal kalk van goede hoedanigheid is te verkrijgen, — zal eveneens tot veel bedenkingen aanleiding geven; daarentegen moest de opmerkzaamheid gevestigd worden op de snelbindende en verhardende cement-soorten, daar op vele plaatsen in de diluviaalvorming van Oberschwaben ruimschoots zand en kiezel van de beste hoedanigheid wordt gevonden.

In 't bijzonder geldt dit voor de fabrieken van romeinsch cement der gebr. Leube, tusschen Ulm en Ehnigen in het Blau- und Aachthal gelegen, (alwaar in de laatste jaren ook spoorwegwerken aangelegd werden); van Schwenk te Ulm, Siegloch te Blaubleuren, Präg te Ehnigen, waarbij zich in andere deelen van het land de volgende aansluiten: Chailly, Herrmann te Kirchheim en Teck, Jakob Rilling te Dusslingen (Tübingen), Burkhard te Hausen bij Burladingen, Anton Gäng te Waizen bij Engen, alsmede de Portland-cement fabrieken van Dyckerhoff & Söhne, Espenschied te Mannheim, die van de bergwerkmaatschappij te Bonn, Lothary te Mainz en in het aangrenzend buitenland.

De door vermenging verkregen beton kan men als eene provinciale bouwstof beschouwen. Sedert lang werd bij ons de beton hoofdzakelijk slechts voor fondamenten en zelden in het groot bij andere bouwwerken gebezigd. Ik meende nu — met de leiding van den aanleg der Oberschwabische spoorwegen belast zijnde — proeven met geheele gebouwen te moeten nemen, vooreerst bij den aanleg van baanwachterswoningen, en met het oog op de eeuwenoude tot ons gekomen romeinsche bouwwerken, met hun onvergankelijke muren en gewelven, niet slechts de muren maar het geheel, van de fondamenten tot de nok, de kelders, daken, keldertreden, vloeren enz. van beton te moeten maken, zoodat alle hoofddeelen zonder hout of ander materiaal zouden aangelegd worden. Het kwam mij daarbij voor, dat in het vervolg deze bouwwijze, door betonstorting tusschen ijzeren balken, voor de horizontale afscheidingen der verdiepingen voor trappen en dergelijke, nog meer kon volmaakt worden.

Hierbij deden zich vele bezwaren voor, die wel is waar reeds meer of minder in geschriften waren besproken, maar die voor eene algemeene toepassing der nieuwe bouwwijze nog niet of te weinig door de ondervinding waren opgeheven of bevestigd en derhalve door eigen ervaring moesten worden nagegaan.

Daarbij had de bedoelde bouwwijze groote waarde in geval zij gelukte, om de volgende redenen:

a. de snelle en zonder twijfel de in de meeste gevallen betrekkelijk goedkoope uitvoering;

b. de stabiliteit;

c. de brandvrijheid;

d. de meerdere beschutting tegen de invloeden van het weder;

e. de geringe onderhoudskosten;

f. de vermeerderde produktie en den grooteren afzet van onze cementen,

zoodat het voor de koninklijke spoorwegdirektie een aangewezen zaak was om de door mij voorgestelde proeven te doen en zij met goedvinden van het ministerie van buitenlandsche zaken, afdeeling vervoermiddelen, volgens besluit van 27 April 1867 bepaalde, dat er tusschen Ulm en Blaubleuren drie proefhuisjes volgens de ontwerpen gebouwd zouden worden.

Daarbij moest alles wat onder den grond en binnenwerk was uit romeinsche cement, en alles wat boven den grond en buitenwerk was, bestaan uit:

a. bij het eene uit romeinsche cement;

b. bij het tweede uit een mengsel van 75% romeinsche en 25% Portland-cement;

c. bij het derde enkel uit Portland-cement.

Volgens het plan was aangenomen:

bij *a.* de buitenmuren van de onderste verdieping 34 c.M. dik, de geboorte van het dakgewelf 286 m.M. dik en het dakgewelf, op de zwakste plaats 20 c.M. dik (waarvoor echter 23 c.M. wordt aanbevolen), vormende aan de binnenzijde een spitsboog en aan de buitenzijde het beloop van het dak, en wel zoodanig dat de bovenste helft van het gewelf geheel en, de buitenbekleeding van de onderste helft ter dikte van 43 m.M. uit Portland-cement zou worden zamengesteld. De dikte der gewelven van de benedenverdieping bedraagt in de kruin 23 c.M.

bij *b.* de afmetingen van dezelfde zwaarte aan het dakgewelf, de buitenste bekleeding 43 m.M. dik van Portland-cement.

bij *c.* de buitenmuren zouden slechts 23 c.M. dik zijn, de afmetingen van het dakgewelf dezelfde als bij *a.* en *b.*

Deze gebouwen moesten niet enkel uit betonblokken, met cement-mortel verbonden, zamengesteld worden, maar in kasten en vormen, gelijk bij den pisé-bouw geschiedt, en de gewelven over elkaar uit dunne sterke lagen van 14 tot 23 c.M. dikte, als het ware uit één stuk gegoten worden.

Of deze afmetingen de juiste zijn, moet de ondervinding leeren, die ook omtrent andere punten uitspraak zal moeten doen, voornamelijk wat betreft:

1°. Hoe de beton zich verhoudt, zoo met betrekking tot de vermeerdering als de vermindering van zijn volumen?

2°. Hoe hij zich houdt na de verharding onder den invloed van droogte, vochtigheid, zonnewarmte en koude?

3°. Hoe onder temperatuurs-verandering, met betrekking op hygroskopischen toestand en warmtegeleidend vermogen; en

4°. Hoe onder de trillende werking van spoortreinen?

1°. Hierbij moet op de onderscheiding gelet worden, of voor den beton romeinsche of Portland-cement wordt gebezigd. Veel is hierover reeds geschreven, doch de ondervinding schijnt te hebben geleerd dat, hoe digter en vaster de deeltjes van cement-mortel zich in den beginne verbinden en het ongebonden overvloedige water afscheiden, het volumen des te bestendiger zal zijn.

Vandaar dat het gebruik van Portland-cement, die, volgens de onderzoekingen van Pettenkofer uit fijne schilfers bestaande, in het algemeen en vooral ook voor gebouwen in de open lucht niet slechts om de voornoemde redenen, maar ook omdat zij voor de bereiding minder gevoelig is, meer water verdragen kan en minder snel verhardt, verre te verkiezen is boven de romeinsche cement, welker zamenstellende deeltjes meer een kogelvormige gedaante hebben en tusschen elkander grooter ruimten overlaten.

Van belang is ook de omstandigheid dat de eerste cement vaster aangestampt kan worden, dat men er om zoo te zeggen het overvloedige water kan uitkloppen, terwijl de beton uit romeinsche cement bereid, slechts vastgedrukt kan worden, wil men den zamenhang niet verbreken. Bij de Portland-cement heeft men ook minder voor vermindering in volumen te vreezen dan bij de romeinsche cement, die zelfs, — wanneer zij zich, door minder goede hoedanigheden bij het vermengen verwarmt en te spoedig verbindt — in volumen vermeerdert, in welk geval zij na eenigen tijd hare verbindingskracht verliest en los laat.

In allen geval doen deze eigenschappen zien, dat men hier even als bij alle andere cement-werken slechts voortreffelijk materiaal moet bezigen, de ware verhouding der menging door proeven moet bepalen, geoefende en vertrouwde werklieden moet nemen en bij muuraansluitingen en voornamelijk bij gewelven de noodige voorzigtigheid moet in acht nemen; belangrijke nadeelen behoeft men bij zulk eene voorzigtige behandeling niet te duchten.

2°. Men zal wel mogen aannemen dat de vastheid van den beton, na het tijdstip zijner geheele verharding, niet meer toeneemt; of echter het tegendeel plaats vindt, mag bij werken, die aan de lucht blootgesteld zijn, nog betwijfeld worden.

De ondervinding heeft, zoo ver zij gaat, toch zooveel aangetoond, dat, wanneer de verharding onder de omstandigheden onder 1°. opgegeven, buiten de vorst, langzaam en onder de inwerking van vocht plaats vindt, de buitenvlakken der gebouwen aan de lucht blootgesteld, gedurende eenige weken voldoende worden bevochtigd en de verharding, in warmer jaargetijden, tegen de inwerking der zon, wordt beveiligd en daardoor de deelen zich langzaam kunnen verbinden, zich ongestoord chemisch kunnen groepeeren en tot ontwikkelde kristalvormen kunnen vormen, alsdan de betonmassa niet zal los laten en dit bij Portland-cement minder dan bij romeinsche cement het geval zal zijn, daar de laatste niet zoo zeker kan worden bewerkt, het ontbonden water niet zoo volkomen er uit verwijderd kan worden, sneller verhardt en ook tot hare duurzaamheid meer vocht noodig heeft.

3°. Van vele kanten wordt beweerd, dat betonmuren aanleiding geven tot het nat worden of doorzweeten der wanden, wijl zij niet of zeer weinig poreus zijn, derhalve goede warmtegeleiders zijn, onder den invloed der koude buitenlucht snel afkoelen en aan de binnenzijde aanslag veroorzaken. Volgens anderen b.v. Mihalik, Bauinspektor in Oostenrijk, en Becker, Landbaumeister te Berlijn, die zich veel met betonwerken hebben bezig gehouden, is dit daarentegen geenszins het geval.

De ondervinding heeft ook bij de sedert twee winters bewoonde huisjes aangetoond — dat, wanneer goed gelucht wordt, — de woningen minstens even droog en warm zijn als die uit bak- of tufsteen gebouwd.

4°. De invloed van de dreuning moet als eene zeer belangrijke zaak beschouwd worden, wanneer men bij den dreun der spoortreinen, en de broosheid van den beton, scheuren bij zulke gebouwen wil vermijden, en daar het verhardingsproces bij Portland-cement steeds van vier tot zes weken duurt, mogen er binnen dien tijd geen storingen plaats vinden.

Wordt de baan te kort na de uitvoering bereden zoo moeten scheuren in het muurwerk daarvan het noodzakelijk gevolg zijn. Ook moet de geaardheid van den grond, of deze meer of minder gemakkelijk de dreuning voortplant, de ligging van het huis regelen — en dat te meer, wanneer ook de daken uit beton bestaan. — Men zal ze dus op voldoenden afstand (minstens 5.75 M. uit de kruin van de baan) moeten bouwen.

Op grond van dit onderzoek kwam ons de bouw van betonhuizen volgens de afbeeldingen (plaat 17), vooral bij geen te groote hoogte en met de noodige zorg gebouwd, niet bedenkelijk voor en werden in den zomer van 1867, en in het voorjaar van 1868 drie huisjes, volgens overeenkomst met een waarborg van tien jaar, gebouwd.

Het oprigten van zulk een gebouw kan, indien men over de noodige vormen, steigerwerken en bekwame werklieden beschikt, in gemiddeld 3½ of 4 weken geschieden.

De vormen waren even als bij den pisé-bouw zamengesteld uit hout met schroefverbindingen (bij een der gebouwtjes van plaat-ijzer, dat langs ijzeren loodregte geleidstangen verschuifbaar en verstelbaar was.)

De lichtopeningen waren volgens de vormen uitgespaard. De beton werd in lagen van ongeveer 17 tot 23 c.M. hoogte aangebragt, de verschilende blokken met uitgehakte voegen aangebragt en vast aangestampt of gedrukt (en indien zij te sterk verhard waren, voor het aanbrengen van een volgende laag opgewerkt), de gewelven op de draagvlakken gesteld, het dakgewelf met Portland-cement aangestreken en glad gemaakt, de kroonlijsten getrokken, de schoorsteen om een houten raam en een mantel vervaardigd, de kop opgezet en slechts de vensterbanken, de plinten (uit dunne platen bestaande) en de draagsteenen voor het platform (eveneens uit cement gemaakt) werden afzonderlijk ingezet.

Twee van de uitgevoerde gebouwen stemmen geheel met de teekening overeen, het derde, uit Portland-cement-beton gebouwd, moest, daar de aannemer niet in tijds gereed en de opening van den spoorweg ophanden was, gedekt worden met een gewoon dak met cementpannen.

De ondervinding heeft getoond, dat de huisjes zich tot nu toe over het algemeen goed gehouden hebben, terwijl aan dat met romeinsch cement gebouwd, eene latere bestrijking van het dak en van de buitenzijden met Portland-cement noodig was.

De muren aan den zoogenaamden weerkant vertoonden zich wel is waar bij snelle weersverandering eenigzins afgekoeld en vochtig, echter niet meer dan zulks het geval is wanneer de buitenmuren, die slechts 0.287 m.M. dik zijn, uit bak- of tufsteen zijn opgetrokken. Dit bezwaar wordt geheel weggenomen, wanneer de muur- en gewelfdikten (hoewel op zich zelve sterk genoeg) iets zwaarder worden aangelegd, de buitenmuren worden bepleisterd en een voldoend overspringende kroonlijst wordt aangebragt, waarbij de muren, bij het gebruik van romeinsch cement, of van een mengsel van romeinsch en Portland-cement, minstens eene dikte van 358 à 430 m.M., bij Portland-cement minstens eene dikte van 287 m.M. verkrijgen.

Op grond van deze eigene ervaring werd de uitvoering bevolen van meerdere baanwachterswoningen, van stations-gebouwen, enkele muurwerken, gewelven, regtstandsmuren, vloeren en anderen, met het doel om dezen nuttigen bouwtrant in Oberschwaben uit te breiden. Tot

nu toe zijn weder tien zulke gebouwen, met en zonder dakgewelven, volgens eenheidsprijzen of volgens overeenkomsten uitgevoerd, die zich allen goed gehouden hebben en den huisbouw in beton in Wurtemberg reeds in alle deelen des lands ingang heeft doen vinden.

Bij de nieuwe gebouwen wordt boven den grond Portland-cement, of een mengsel van minstens ¼ tot ½ Portland met romeinsch cement, gebruikt, daar de ondervinding geleerd heeft dat de eerste soort eene aanmerkelijk grootere hoeveelheid zand en kiezel kan verdragen dan romeinsch cement en daarboven grootere vastheid verkrijgt, zonder belangrijk duurderen beton op te leveren, mits men bij geringe muurdikte zuiver scherp zand en zachte kiezel bezigt.

Proeven met blokken en grootere massa's gaven de volgende prijzen, die van de verschillende zamenstelling afhangen:

De Mannheimer Portland-cement kost per ton, van vier centenaar, tot Wolfsegg (waar het staticnsgebouw zelf uit beton met enkele ingelegde lagen baksteen bestaat) . . . . . ƒ 8.71
of per centenaar . . . . . „ 2.18
of per teerl. voet na aftrek van verlies, 34 K.G. . . . . „ 1.61
1 teerl. voet zand . . . . . „ 0.018
1 „ „ kiezel . . . . . „ 0.036

Van de Portland-cement van Leube, welke per teerl. voet gemiddeld 30 K.G. weegt, kost een centenaar
franco tot Ulm . . . . . ƒ 1.55
tot Wolfsegg . . . . . „ 1.92
en dus de teerl. voet . . . . . „ 1.11
1 centenaar romeinsche cement tot Wolfsegg „ 1.02⅝
1 teerl. voet = 22 K.G. . . . . „ 0.49

Een betonblok van 1 teerl. voet kost dientengevolge met inbegrip van ƒ 0.07 voor werkloon, bij de volgende vermengingen, zonder gereedschappen:

Uit 1 deel romeinsche cement
„ 1 „ zand
„ 3 deelen kiezel . . . . . ƒ 0.24⅝

Uit 1 dl. romeinsche cement
„ 1 „ zand
„ 4 dln. kiezel . . . . . ƒ 0.21⅝
} Mengsel voor funderingen en werken onder den grond, keldergewelven enz.

Uit 1 dl. romeinsche cement
„ 1 „ zand
„ 5 dln. kiezel . . . . . ƒ 0.20

Uit 1 dl. romeinsche cement
„ 1½ „ zand
„ 6 „ kiezel . . . . . „ 0.18⅝

Romeinsche en Portland-cement, de laatste uit Mannheim.
Uit ½ dl. Portland
„ ½ „ romeinsch
„ 2 dln. zand
„ 5 „ kiezel . . . . . ƒ 0.30⅝

Uit ¾ dln. romeinsch
„ ¼ dl. Portland
„ 1 „ zand
„ 4 dln. kiezel. . . . . ƒ 0.28⅝
} Mengsel voor buitenmuren, waarover echter nog eene laag Portland-cement komt.

Portland-cement van Mannheim.
Uit 1 dl. Portland
„ 3 dln. zand
„ 5 „ kiezel . . . . . „ 0.37
} Mengsel voor buitengewelven.

Uit 1 dl. Portland
„ 3½ dln. zand
„ 6 „ kiezel . . . . . „ 0.32⅝

Uit 1 dl. Portland
„ 3½ dln. zand
„ 7 „ kiezel . . . . . „ 0.32

De laatste mengsels van Portland-cement van Leube kosten per teerl. voet ƒ 0.03½ tot ƒ 0.04½ minder.

De uit gelijke deelen Portland-cement en zand bestaande 43 m.M. dikte dakbedekking kost per vierk. voet ƒ 0.10½.

Met betrekking tot gebouwen uit betonblokken zamengesteld, en uit verschillende mengingen bestaande, bij gebruik van Wurtembergsche romeinsche cement uit Oberschwaben en van Leube, en van buitenlandsche cementsoorten, heb ik door het technisch bureau der koninklijke spoorweg-commissie proeven over den wederstand laten nemen, die in de onderstaande tabel vermeld zijn:

Naam van den fabrikant.	Portland-cement. Cement.	Zand.	Kiezel.	Breukbelasting per vierk. duim breukvlakte in ponden.	Naam van den fabrikant.	Portland-cement Cement.	Zand.	Kiezel.	Roman-cement. Cement.	Zand.	Kiezel.	Breukbelasting per vierk. duim breukvlakte in ponden.	*Aanmerkingen.*
Chr. Lothary te Mainz.	1	2	4	4190	Gebr. Leube te Ulm.				1	1	4	830 (630)	De proefstukken hadden den vorm van blokken van 0.143 m.M. zijde. Van de blokken uit romeinsche cement vervaardigd (bij welker zamenstelling verschillende hoeveelheden water waren gebruikt) hadden die, welke met het minste water waren bereid, de grootste vastheid; de geringere breukbelasting is bij die blokken tusschen twee haakjes bijgevoegd. De duur der verharding (van de bereiding tot de zetting) bedroeg gemiddeld zestien weken. De nevensstaande uitkomsten zijn de gemiddelde waarden uit 2 proeven met dezelfde mengsels.
	1	3	5	2860					1	1	3	980 (760)	
	1	3½	6	2200					1	1½	6	620 (430)	
	1	3½	7	1840									
Espenschied te Mannheim.	1	2	4	2760	E. Schwenck te Ulm.				1	1	4	360	
	1	3	5	2170					1	1	3	400	
	1	3½	6	1790					1	1½	6	300	
	1	3½	7	1550									
Dyckerhoff & Söhne te Mannheim.	1	2	4	2310	Dyckerhoff(Portl.) Leube (Rom.)	½ ¼			½ ¼	2 1½	5 4	1400 1320	
	1	3	5	1950									
	1	3½	6	1740	Dyckerhoff(Portl.) Schwenk (Rom.)	½ ¼			½ ¼	2 1½	5 4	1300 1050	
	1	3½	7	1600									
Bergwerks- & Hüttengesellschaft te Bonn.	1	2	4	1400	Leube (Portl.) » (Rom.)	½ ¼			½ ¼	2 1½	5 4	1350 1260	
	1	3	5	1040									
	1	3½	6	790	Leube (Portl.) Schwenk (Rom.)	½ ¼			½ ¼	2 1½	5 4	1090 1020	
	1	3½	7	680									
Gebr. Leube te Ulm.	1	2	4	1760									
	1	3	5	1370									
	1	3½	6	1080									
	1	3½	7	900									

Uit deze tabel blijkt, dat zelfs het geringste draagvermogen van de aangegeven mengsels nog tegenover de grootste uit te oefenen kracht een zes- à achtvoudige zekerheid aanbiedt en dus de hiergemelde romeinsche cement-soorten ook als goed beschouwd mogen worden.

Al is de beschreven bouwwijze op zich zelf niets nieuws, daar reeds sedert tientallen van jaren eene reeks van beton-constructien met goed gevolg en in korten tijd voor bouwwerken te land en te water zijn uitgevoerd, gelijk bijv. in Engeland en Frankrijk, voornamelijk woningen voor officieren en soldaten, paardestallen, schoolgebouwen en dergelijke gemaakt zijn, zoo geschiedde dit, op enkele uitzonderingen na, zonder dakbedekking met beton. Deze werd slechts in enkele gevallen met goed gevolg toegepast, zooals bijv. door Aug. Lebrun te Massac, in de nabijheid van Albi bij een woonhuis; door den distriktsbouwraad Ruland in Munchen, bij eene in het jaar 1858/59 gebouwde baanwachterswoning aan de Isar; bij een gebouw aan de machinen-fabriek van Haenkel en Co. te Kassel; bij verscheidene kleinere huizen door den rijksarchitekt Becker te Berlijn; waarbij men nog kan rekenen een modelhuis geheel van beton van Coignet op de laatste tentoonstelling te Parijs. In Wurtemberg echter mag die bouw geheel nieuw genoemd worden en kan de bij de uitgebreide toepassing daar verkregen ondervinding ook in wijdere kringen als algemeen nuttig beschouwd worden, in welke meening mij de menigvuldige vragen versterken, welke mij omtrent de genoemde bouwwijze gedaan worden.

In deze bouwwijze ligt voor streken, die arm aan steen, doch rijk aan zand en kiezel zijn, bij niet al te dure cement — afgezien nog daarvan, dat door hare aanwending minder gemakkelijk gebrek aan materiaal zal komen en elke vorm kan gebezigd worden — in staathuishoudkundigen zin, een rijke schat van geld en tijdsbesparing; waarbij echter voor duurzame werken, zooals wij reeds gezegd hebben, Portland-cement verre te verkiezen is boven romeinsche cement. Bekwame arbeiders, scherp zand en kiezel (voor kleinere werken en geringe muurdikten) alsmede eene goede verharding voor dat men het voorwerp in gebruik neemt, kunnen niet genoeg aanbevolen worden.

MAYNARD'S DRAADKABELBRUG.

(*The Engineer*, Mai 13 1870, p. 292.)

(Plaat 18, figuren 1—14.)

Door H. N. Maynard, lid van het engelsche Instituut van civiele ingenieurs, is octrooi genomen voor de hierna beschrevene bruggen.

Deze soort van bruggen is bestemd om gebezigd te

worden onder moeijelijke omstandigheden als wanneer het vervoer moet geschieden door middel van muilezels, andere lastdieren of handenarbeid. Ook voor militaire doeleinden zouden deze bruggen goede diensten kunnen bewijzen, daar zij zoodanig geconstrueerd zijn dat geen der onderdeelen meer dan 40 K.G. weegt en zij niet behoeven geklonken te worden. De materialen bestaan hoofdzakelijk uit gesmeed ijzeren buizen, gestrekte platen (volgens Mallet), gegolfd of gewoon plaatijzer, staafijzer, ijzerkabel en banden: zij kunnen tot verschillende einden door de sappeurs worden benuttigd en op die wijze eene belangrijke besparing van transportkosten te weeg brengen.

Deze bruggen zijn zamengesteld volgens het traliestelsel, waarvan de zamengedrukte deelen bestaan uit korte stukken gesmeed ijzeren buizen, die, van flenzen voorzien, door middel van schroefbouten aan elkander verbonden zijn, bij geringe spanningen aaneen geschroefd zijn door kernbouten in de vlakke einden der buizen, waaraan tevens, tusschen de flenzen, kleine ijzeren platen bevestigd zijn, die, aan de boven- en onderzijden uitstekende, tot bevestiging dienen van de staande schoren en diagonalen aan de onderzijde, terwijl aan de bovenzijde de dwarsverbindingstukken van hoek- of ⊤ ijzer worden aangebragt, die tevens het brug-dek dragen. De uitgerekte deelen zijn zamengesteld uit bundels of bossen bandijzer, ijzerkabel of stalen of ijzeren stangen en worden bevestigd aan de staande schoren door middel van kleine gesmeed ijzeren klemplaten en schroefbouten. Deze bruggen kunnen van verschillende lengte gemaakt worden zonder andere materialen te vereischen, door het aantal liggers te vermeerderen. Voor elke lengte beneden de 60 engelsche voet = 19 M. zijn deze materialen voldoende. doch voor bruggen van grootere spanning worden buizen van grootere doorsnede en een grooter aantal ijzerkabels gevorderd. Voor eene spanning van 19 M., als op plaat 18, figuur 1, is aangegeven, zoude eene breedte van 21 voet = 7 M. toereikend zijn voor alle gewone doeleinden. De heer Maynard verzekert, dat zulk een brug, bestaande uit 6 langsliggers en gedekt met gewoon plaatijzer, behalve haar eigen gewigt eene belasting kan dragen van 96 pond per vierkanten voet = 4.8 K.G. per vierkanten d.M., zonder in het ijzer meer spanning te weeg te brengen dan 5 ton per vierkanten duim = 5.6 K.G. per vierkanten m.M. in de uitgerekte en 4 ton per vierkanten duim = 4.5 K.G. per vierkanten m.M. in de zamengedrukte deelen, terwijl het totaal gewigt der brug niet meer dan 19 ton bedraagt. De verschillende deelen der brug met hun gewigt zijn de volgende:

72 gesmeed ijzeren buizen met flenzen aan beide uiteinden, wegende 80 pond = 36 K.G. elk.

24 ijzerkabels afzonderlijk opgerold, 80 pond = 36 K.G. elk.

12 gesmeed ijzeren draagsloffen, 73 pond = 33 K.G. elk.

12 gesmeed ijzeren beddingplaten, 24 pond = 11 K.G. elk.

144 gesmeed ijzeren diagonalen van 20—30 pond = 9 à 14 K.G. elk.

66 gesmeed ijzeren staande schoren 24—28 pond = 11 à 13 K.G. elk.

40 gesmeed ijzeren verticale dwarsdraagstangen 12 pond = 5 K.G. elk.

20 gesmeed ijzeren onder-verbinding-stangen 20 pond = 9 K.G. elk.

168 gesmeed ijzeren vloerplaten 3 voet bij 2 voet 6 duim = 90 × 75 c.M., 75 pond = 32 K.G. elk.

48 ⊤ ijzeren verbindingstrooken, elk 10 voet = 3 M. lang, 70 pond = 30 K.G. elk.

26 ⌊ ijzeren dito, elk 10 voet = 3 M. lang, 80 pond = 35 K.G.

2 pakken bouten enz. 80 pond = 35 K.G.

De pijlers, waar die noodig mogten zijn, worden zamengesteld uit gesmeed ijzeren holle schroefpijlers van ongeveer gelijke lengte als die voor de langsliggers en met afzonderlijke flenzen door middel van schroefbouten aan de einden verbonden. De figuren 1 en 2 van plaat 18 stellen den opstand voor van eenen langsligger voor zoodanige brug, met den platten grond, waarbij een gedeelte is afgebeeld zonder vloer, een gedeelte gedekt met gestrekte platen, een ander met gewoon plaatijzer en een deel met gegolfd ijzer. De twee volgende figuren zijn doorsneden van de voorgaande. Voorts is afgebeeld een platte grond en opstand van een gesmeed ijzeren pijler met eenige gewijzigde details van het oorspronkelijke denkbeeld. De langsliggers bestaan uit korte stukken gesmeed ijzeren buis, aan elk der einden voorzien van flenzen, waarmede zij aan elkander verbonden worden door schroefbouten, die tegelijk de verbindingplaten der staande schoren bevestigen, zooals in detail is aangegeven. Een H-, ⊤- of U-profiel kan gebruikt worden voor de schoorstukken. Aan de einden der langsliggers worden de geflensde einden der schoorstukken op eene dwarsplaat in de draagslof met bouten bevestigd zooals is afgebeeld. Aan het vooreinde der draagslof zijn de einden van den ijzeren kabel bevestigd, die de trekstang van den ligger uitmaakt en waartoe die einden worden voorzien van eene tapsche sok, met schroefbouten aan eene sterke dwarsbout bevestigd, welke laatste aan de zijplaten der draagslof is bevestigd.

Ook kunnen er afzonderlijke sokken gebezigd worden, mits met oogen voorzien, waarmede zij in losse oogbouten worden gekoppeld, zooals de afbeelding aangeeft. De ijzeren kabels worden aan de schoren verbonden door ze onder de platen der laatsten te leiden en daarop eene plaat vast te schroeven, zoodat de kabel tusschen die beiden vast gehouden of geknepen wordt. In plaats van ijzeren kabels kan men bundels of bossen band- of staafijzer of staal gebruiken, geschiedende de bevestiging aan de schoren op de wijze als in de doorsnede is aangetoond.

De trossen worden in de gewenschte stelling gehouden door middel van gegoten ijzeren sluitringen of klemmen met schroefbouten. De verbindingplaten aan het boveneinde der schoren steken boven de buizen uit en dienen voor de bevestiging van de dwarsliggers van ⊤- of ⌊-ijzer, die de vlakke, gegolfde of gestrekte platen dragen, waaruit het bruggedek is zamengesteld, en ook voor de diagonalen. De verschillende langsliggers worden vereenigd door kruisstangen en hoekijzeren verbindingstukken *i i*, bevestigd aan de uitstekende platen aan de einden der schoren. De pijlers worden ook vervaardigd uit korte stukken gesmeed ijzeren buis met bouten te zamen verbonden en met verbindingplaten tusschen de einden der buizen ingevoegd, waaraan de kruisstangen worden bevestigd; *n n* is een dwarsligger, die de twee staande gedeelten van den pijler verbindt en tevens tot steunpunt der hoofdliggers dient. De heer Maynard geeft ons de verzekering, dat de kosten van den geheelen toestel slechts zeer weinig meer bedragen dan die voor gewoon tralie-brugwerk. De inrigting is zeer vernuftig en verdient wel de aandacht der ingenieurs.

VERDERE MEDEDEELINGEN OMTRENT DE DOOR-BLAAS- EN EJECTOR-CONDENSORS.

(*The practical Mechanic's Journal*, February 1870, p 245.)

(Plaat 18, figuren 15—21.)

Wij hebben vroeger verschillende inrigtingen opgegeven om de overgeblevene kracht van zoogenaamd afgewerkten stoom te benuttigen om het ingestorte water uit den condensor eener stoommachine te verwijderen en daardoor het gebruik der luchtpompen te vermijden. Een nader onderzoek van dit onderwerp deed ons kennis maken met andere inrigtingen, tot hetzelfde einde vervaardigd en toegepast, welke wij niet onopgemerkt mogen voorbijgaan, te meer daar de werktuigen, welke wij op het oog hebben, in eenige toekomstige volledige en onpartijdige geschiedenis van het stoomwerktuig eene gewigtige plaats moeten innemen.

De eerste dier inrigtingen of toestellen was de condensor in 1824 ontworpen en vervaardigd door den heer John Pattison en toegepast op eene pompmachine van de Elswick steenkolenmijnen in de nabijheid van Newcastle-on-Tyne. Fig. 15 vertoont eene verticale doorsnede van dezen condensor: *a* is de condensatiebuis, waarin de stoom uit den cilinder binnendringt door de halzen *b* en *b'*. Het instortingwater wordt met de noodige tusschenpoozen toegelaten door de buis *c* en door de werking der injectieklep *d*. Naar wij vermeenen is het reservoir te Elswick, waaruit het water wordt aangevoerd, 22 voeten = 6.70 M. hooger geplaatst dan de condensor. Onder de condensatie-buis *a* bevindt zich eene tweede buis *e*, die, voorzien van eene voetklep *f*, gedeeltelijk is ingedompeld in den bak of het warmwaterreservoir *g*. Eene blaasklep *h* is aan het boveneinde der condensatiebuis aangebragt voor den afvoer van lucht. Deze klep wordt zoo ligt mogelijk gemaakt, opdat zij gemakkelijk kan worden opgeligt door eene zeer kleine hoeveelheid lucht. De heer Pattison heeft zelf eene beschrijving gegeven, zoowel van den condensor als van de machine, waarbij die toestel werd gebruikt en wij hebben aan den heer T. Pattison, van Maryport, te danken, dat deze beschrijving ongeveer een jaar geleden in druk verscheen. Wij willen haar hier overnemen:

„De cilinder dezer machine heeft 31½ duim = 78 c.M. middellijn, de zuiger maakt zeven slagen van 8 voet = 2.40 M. in de minuut en voert met elken slag 64 gallons = 290 L. water op, uit eene diepte van 55 fathoms = 100 M. Voor het gebruik van den condensor werd de stoomketel gestookt op 34.7 pond drukking per vierkanten duim = 2.3 atmospheer en werden 69 cwt. steenkolen verbruikt in 8½ uur = 406 K.G. per uur. Nadat ik den condensor ontworpen en toegepast had en dien in verbinding had gebragt met eene pomp op het warm-waterreservoir om de ketels te voeden, werd de stoomdruk verminderd tot op 27 pond per vierkanten duim = 1.8 atmospheer en werden niet meer dan 4½ cwt. steenkolen in den genoemden tijd verbruikt = 244 K.G. per uur.

„Deze uitslag was zeer bevredigend en om verder den aard en de uitgestrektheid van het luchtledig waar te kunnen nemen bevestigde ik een kwikbarometer aan den condensor en bevond dat de kwikkolom eene gemiddelde hoogte van 14 duim = 35 c.M. aanduidde; de maximum hoogte, die bereikt werd, was 22 duim = 56 c.M. Dezen condensor moet men laten „doorblazen"

alvorens hij in werking wordt gesteld, maar om alsdan het maximum effect uit te oefenen. moet de injectie zoo worden geregeld dat de condensor niet meer afkoelt dan tot de temperatuur, waarbij de blaasklep zich bij elken dubbelen zuigerslag opent.

„De bovenste afvoerklep wordt eenigzins vroeger dan de injectie in den condensor geopend, waardoor de blaasklep zich opent en de aanwezige lucht ontwijkt. Alsdan wordt de injectie aangebragt en een luchtledig verkregen van ongeveer 22 duim = 56 c.M. Het is duidelijk, dat het ingestorte of injectiewater met den gecondenseerden stoom door de onderste buis en de voetklep wordt afgevoerd, terwijl de lucht te gelijker tijd wordt uitgedreven. Deze klep wordt op hare bedding gehouden door middel van een gewigt aan een hefboom, die nagenoeg in balans wordt gehouden, waardoor de afvoer van het water in het warm-water-reservoir gereedelijk kan geschieden. Naar aanleiding van het bovenstaande zal welligt de opmerking worden gemaakt, dat het luchtledig niet bestendig is. Dit is noodwendig het geval door de wijze, waarop de lucht wordt uitgedreven: doch wat betreft den invloed, die daardoor wordt uitgeoefend op de werking der machine, brengt dit niet alleen geenerlei onregelmatigheid te weeg, maar bewerkt integendeel eene belangrijke en aanhoudende toename van beweegkracht."

Dr. Ernst Alban van Plau in Mecklenburg heeft eene andere soort van doorblaas-condensor uitgevonden, die met volledige afbeeldingen beschreven wordt in zijn werk: „Die Hochdruck-Dampfmachinen", waarvan eene engelsche vertaling door professor Pole in 1848 werd uitgegeven. Dit is inderdaad een boek dat wel verdient beter bekend te zijn en, indien het op nieuw werd uitgegeven na herziening van eenige artikelen op den voet der hedendaagsche praktijk, vertrouwen wij dat het eene plaats zoude vinden in menige ingenieurs bibliotheek. De schrijver toch behandelt eenige punten van wezenlijk belang, die bijna geheel over het hoofd worden gezien door engelsche schrijvers over de stoommachine.

De bedoelde condensor is afgebeeld in fig. 16, waarin *a* is de afvoerbuis der machine, *b* de condensor, bestaande uit eene koperen buis, van dezelfde middellijn als de afvoerbuis en ter lengte ongeveer van het dubbele van den zuigerslag der machine. Deze buis ligt in een bak *c*, die door de pijp *k* van water voorzien wordt: *i* is eene zeef, waardoor het injectiewater wordt gezuiverd en *h* is eene aflaatplug, waardoor het overvloedige water wegvloeit. Door de kraan *l* kan de bak geledigd worden. De condensor is hellend geplaatst; het laagste gedeelte valt buiten den bak in eene kast *e* en is voorzien van eene hangklep die naar buiten opent; *m* is eene naauwe buis, waarin de injectiekraan *n* is bevestigd, die door den sleutel *o* kan bewogen worden. De buis is binnen den condensor gebogen en heeft een mondstuk *l* zoodanig gevormd, dat de waterstraal verspreidt wordt.

Dr. Alban beschrijft de werking van den condensor als volgt:

„Op het oogenblik dat de afvoerpijp van den cilinder wordt geopend ontwijkt de stoom onder eene drukking boven die van den dampkring, breekt de injectie af en drijft het water en de lucht, in den condensor verzameld, door de klep *d* in den bak *e*. Dit is echter slechts het werk van een oogenblik; de klep valt onmiddellijk, de waterstraal dringt op nieuw binnen en de stoom wordt gecondenseerd. De lucht en dampen ontsnappen uit den bak *e* door de pijp *f* en het water door de pijp *g*.

„Ik heb nog slechts gelegenheid gehad dezen condensor op twee machines toe te passen en wel beiden op enkelvoudig werkende pompwerktuigen. Het spreekt van zelf dat men den barometer niet bezigen kan om de eigenschap van het luchtledig waar te nemen en het is dus moeijelijk daaromtrent bijzonderheden te vermelden. Het beste bewijs echter voor de doeltreffendheid van den toestel is dat de machines, zelfs wanneer zij het meest kracht ontwikkelen en het snelst werken, tot stilstand worden gebragt door eenvoudig de injectiekraan af te sluiten."

Figuur 17 vertoont eene Albans machine met een van deze condensors, waaromtrent wij de volgende bijzonderheden vermelden:

„Het was, zegt de schrijver, eene machine van twee paardekrachten, door mij gebouwd om een turfmoeras te Dobberan droog te malen. De stoom werd afgesloten op de helft van den slag en de machine voerde 30 tot 36 millioen pond een voet hoog bij verbruik van een bushel steenkolen = 5 of 6 pond of 2 à 3 K.G. per paardekracht en per uur, een uitstekend resultaat voor een zoo klein werktuig." De schrijver zegt verder: „In dit geval heb ik eene balans gebezigd, hoewel dit volstrekt niet noodzakelijk is. De cilinder is gemaakt voor enkelvoudige werking; dat is de zuiger werkt alleen bij het neergaan. De klep *b* is eene schuif en *g* is de balans met bogen *m* en *n* aan de einden, waaraan de zuigers hangen door middel van sterke riemen, die, bij de geringe beweegkracht van 2 of 3 paardekrachten, voldoende werken; *o* is het draagraam, *p* de pomp, uit koper vervaardigd, voorzien van een bak *q* en geledigd door den arm *r*, *s* is de pomparm en *e* het tegengewigt, *c* is de condensor en *u* de voedingpomp met hare stang *t*; *v* is eene trekstang om de machine te beletten een te grooten slag te maken. Het ondereinde van den cilinder is voortdurend in gemeenschap met den condensor, door eene zijbuis *d*. De stoom werkt op de bovenzijde van den zuiger en wordt op de helft van den slag afgesneden. Bij het einde van den slag ontwijkt de stoom in den condensor, en zoowel boven als beneden den zuiger vormt zich spoedig een luchtledig. De machine volbrengt alsdan haren buitenslag, aan welks einde de klep in tegenovergestelde rigting werkt en de werking als te voren wordt herhaald. De klep wordt bewogen door de stang *f*, die aan eene zijde twee nokjes *h* en *i* heeft, die tegen den hefboom *k* slaan en daardoor de klep openen of sluiten en de cilinderstoompoort in gemeenschap stellen met den stoomketel of den condensor. De hefboomstang is tevens voorzien van eenen kleineren gebogen hefboom *l*, die eveneens bewogen wordt door een nokje aan de tegenovergestelde zijde der stang *f* en ten doel heeft om de kleppen in staat te stellen den stoomaanvoer tot den cilinder op de helft van den zuigerslag af te sluiten. Dit laatste nokje is beweegbaar ten einde met verschillende graden van expansie te kunnen werken."

Behalve de hiergenoemde condensor heeft men nog den „gravity condensor" of zwaartekracht-condensor, maar, aangezien daarbij eene pomp vereischt wordt om de lucht te verwijderen, die, bij minder soortelijk gewigt dan het water, zich boven de kolom vloeistof verzamelt, valt deze toestel niet binnen de grenzen van onze beschouwing, die alleen handelt over condensors zonder luchtpomp.

Wij willen dus terugkeeren tot den ejector-condensor, omtrent wiens oorsprong wij nog een en ander hebben op te merken.

Het is ons bij persoonlijk onderzoek gebleken dat het oorspronkelijke denkbeeld, althans wat uitvoering betreft, moet worden toegeschreven aan den heer James Barclay, die in 1862 het voorstel deed om Giffards injector aan de afgewerkte stoompijp eener stoommachine te bevestigen. Deze toepassing, waarvan wij de oorspronkelijke teekeningen destijds hebben gezien, wordt voorgesteld in figuur 18, zijnde verkleind naar de oorspronkelijke teekeningen in ons bezit, welker dagteekening door talrijke getuigen kan bevestigd worden.

Men dacht in het eerst, dat het noodzakelijk was de overlooppijp van den injector van eene luchtpomp te voorzien, zooals bij B, figuur 18, ten einde een luchtledig te vormen, waarheen het water en de stoom zouden vloeijen wanneer de machine in beweging werd gesteld. Daar dit echter in het gebruik bleek onnoodig te zijn, werd zij naar wij meenen nimmer gebruikt. Om juist te zijn, kunnen wij er bijvoegen dat dezelfde James Barclay toen ter tijd voorstelde om een ejector in dier voege gebezigd een „ejector condensor" te noemen; zulks wordt ten minste onder eede bevestigd door minstens een half dozijn personen, die medegearbeid hebben aan de reeks van proefnemingen sedert 1862 bijna onafgebroken aan de Caledonia Foundry genomen. Voor wij eindigen, achten wij het ons ten pligt, ten einde dit tijdschrift eene volledige reeks feiten moge aanwijzen, welke, tot ons leedwezen, sommige onzer tijdgenooten hebben getracht te verduisteren, om te verwijzen naar den toestel die van het begin van 1865 heeft gediend voor de proefnemingen aan de Caledonia Foundry en met geringe tusschenpoozen bij voortduring in gebruik is geweest en tegenwoordig nog in werking is aan een der stoomwerktuigen van die fabriek. Die toestel wordt in figuur 19 in doorsnede afgebeeld; hij heeft een vacuum-meter *A* bevestigd aan den mantel, waarin de onderste waterbuis besloten is. Voor een geruimen tijd werd zijne doelmatigheid als condensor beproefd met verschen stoom uit den ketel, en niet dan nadat men bevonden had dat een luchtledig van 11 pond kon daargesteld worden, ging de heer Barclay er toe over om den toestel aan eene stoommachine toe te passen. Nu hij als zoodanig toegepast wordt, is de uitslag zeer bevredigend, zooals uit de diagrammen 20 en 21 blijkt.

Bij de laatste proefnemingen aan de Caledonia Foundry werd eene nieuwe ontdekking gedaan, namelijk, dat de trapsgewijze verwijde hals of ontlastpijp onnoodig is. Het diagram 20 werd zelfs genomen nadat de hals *x* verwijderd was, de machine dertig dubbele slagen per minuut maakte en het water in eene evenwijdige pijp van omstreeks 5 c.M. middellijn werd afgevoerd. Diagram 21 werd genomen terwijl de machine veertig dubbele slagen per minuut maakte en de hals of ontlastpijp zich op hare plaats bevond als in figuur 19 is aangeduid.

Eene vergelijking dezer diagrammen wijst terstond aan, dat figuur 20 (de hals verwijderd zijnde) een veel beter luchtledig toont dan figuur 21, waar de hals werd gebezigd. Gedeeltelijk kan dit verschil verklaard worden door de grootere snelheid der machine bij het nemen van diagram 20, aangezien grootere snelheid der machine natuurlijk oorzaak is dat een grooter volumen stoom door den condensor wordt geleid, doch daar de meerdere toevoer van stoom tevens een grooteren aan-

voer van water door den hals moet te weeg brengen, volgt daaruit dat de vermindering van luchtledig, daaruit alleen ontstaan, niet belangrijk kan zijn; vandaar dat er gegronde reden schijnt te bestaan om de voorkeur te geven aan de afwezigheid van den bedoelden hals.

De toestel figuur 19 werd gemaakt met twee stoomtoelaatarmen *B* en *C*, verbonden door een kanaal *D*, zoodat de stoom, toegelaten aan een van beide of aan beide einden, zoowel tot de in- als uitwendige halzen toegang konde verkrijgen, doch later werd dit kanaal afgesloten door middel van eene plug *E*, ten einde stoom van veranderlijke temperatuur en spanning te kunnen gebruiken. De waterstraal werd gevormd doordien de stoom uit den ketel door de pijp *B* binnendrong, terwijl de stoom die moest condenseren om het luchtledig te vormen door de pijp *C* werd toegelaten. Alleen moeten wij hier nog bijvoegen, dat de machine, waarvan de diagrammen 20 en 21 genomen werden (zooals uit de figuren zelve blijkt), in beweging wordt gebragt door stoom onder de dampkringsdrukking bij den aanvang van den slag.

VERSCHEIDENHEDEN.

IJsopruiming door middel van dynamiet, door Gobin, ingenieur der bruggen en wegen. (Plaat 19, figuren 1—9.) — Door de aanhoudende en strenge koude waren er op sommige gedeelten van den Rhône, maar vooral in het gedeelte, dat door Lyon stroomt, opeenhoopingen van ijs ontstaan, die de talrijke op den stroom drijvende inrigtingen ernstig bedreigden en die een grooten ijsgang hadden kunnen veroorzaken, vooral indien de dooi plotseling mogt invallen en gepaard mogt gaan met was in de rivier.

Daar deze toestand mij zeer zorgwekkend voorkwam, heb ik den 16den en 17den December proeven genomen om door middel van dynamiet het ijs te verbreken en om het vaarwater voor de scheepvaart open te maken. Deze proeven zijn genomen beneden de brug Lafayette en tegenover de groote tabaksfabriek, waarbij ik werd bijgestaan door den heer Grenier, aannemer van openbare werken, tevens dépôthouder van dynamiet uit de fabriek te Paulille (Pyrénées-Orientales): de verkregen uitkomsten zijn zeer opmerkelijk, en ik meen dat er in den tegenwoordigen tijd nut in gelegen is om dit nieuw gebruik van dynamiet bekend te maken, met vermelding van de wijze, hoe men het moet aanwenden om een maximum van uitwerking te verkrijgen.

De ontploffing der patronen op het ijs gelegen en bedekt met eene laag zand of met een mengsel klei vormde slechts een gat zonder scheuren, zelfs volgens de kortste weêrstandslijn; deze uitwerking komt geheel overeen met de bekende uitwerking van dynamiet, die plotseling en zeer plaatselijk is.

Om groote ijsschollen los te maken van eene geheel digtgevroren oppervlakte moet men eene drukking op het ijs te weeg brengen in nagenoeg evenwijdige rigting met den rand van het ijs, dat langs de open oppervlakte grenst.

Ik heb getracht dit op de volgende wijze te verkrijgen:

Op 14 M. afstand van den kant van het openwater, heb ik in het ijs, dat bij mijne proeven eene dikte had van 18 à 20 c.M., met den bijl eene sleuf doen hakken, in eene rigting evenwijdig aan dezen kant, in doorsnede den vorm van een ⅄ vertoonende, ter lengte van 1 M. en ter diepte van 4 of 5 c.M.; de vertikale kant het digtste bij het openwater, terwijl de achterhelling zeer flaauw moet zijn. (Figuur 1.)

Het dynamiet is aangewend in een rol of worst van 8 tot 10 d.M. lengte, gerold in zaagmeel en omwoeld met waspapier, om het bevriezen te voorkomen (figuren 4 en 5): deze aldus vervaardigde patroon, van een slaghoedje voorzien, werd in de gehakte sleuf geplaatst, tegen den vertikalen rand, daarna gedekt met een laagje zand van 3 of 4 c.M. dikte, gelegen in de rigting van de achterhelling, ten einde de kracht ontwikkeld bij het ontploffen tegen den vertikalen rand te doen werken. (Figuur 2.)

Na de ontploffing waren er in den regel, evenwijdig aan den rand van het ijs, verscheiden scheuren ontstaan, die eene lengte hadden van 40 tot 50 M. en zich uitstrekten aan weêrszijden der plaats waar de mijn ontstoken was. Ik heb zelfs uitwerkingen verkregen, waarbij ik scheuren waarnam ter lengte van 58 M.

aan den eenen kant en ter lengte van 160 M. aan den anderen kant. (Figuur 8.)

De lading van iedere rol bedroeg slechts 210 G. dynamiet nº. 3.

Op zulk een wijze krijgt men verbazend groote ijsschollen los, ter oppervlakte van 100 tot 200 M²., slechts in drie of vier stukken gebarsten. Om ze vervolgens tot kleinere stukken te verbreken ben ik op de volgende wijze te werk gegaan, waarmede ik zeer goede uitkomsten heb verkregen. (Figuren 3, 6 en 9.)

Men boort een gat in het midden van de schol op ongeveer 8 M. afstand van den kant en van 8 à 10 c.M. middellijn, en men duwt daardoor een gewone patroon, vastgebonden aan eene waterdigte lont van getah pertja, waaraan tevens een stuk hout gebonden is, dat op de ijsoppervlakte boven het gat moet komen te liggen, en waaraan dus alles in het water hangt; men kan het uiteinde der lont aan den rand van het gat bevestigen door er een stuk ijs op te leggen. De lengte van de lont is zoodanig geregeld dat de patroon ongeveer 70 c.M. onder het ondervlak van het ijs komt te hangen; bij mijne proeven is mij deze afstand het geschiktste voorgekomen; bij dikker ijs moet men die lengte verminderen en omgekeerd.

Deze patronen bevatten slechts 17 of 33 G. dynamiet; bij de ontploffing wordt het ijs opgeheven, en er ontstaan scheuren van 10 tot 30 M. lengte, straalsgewijze uitloopende. Mijnen op deze wijze aangewend kan men slechts gebruiken op 7 of 8 M. uit den ijsrand; maar de uitwerking is veel gunstiger wanneer men ze aanwendt op ijsschollen, die reeds aan alle zijden zijn losgescheurd.

Het is volstrekt noodig de patronen vooraf te ontdooijen, en het bevriezen van de dynamiet te voorkomen door vlug te werken. Deze stof wordt werkelijk hard bij 7° honderddeelige schaal en ontploft dan niet; daarom moet men de patronen dompelen in zaagmeel, en die, even als boven bij de rol, sluiten in waspapier.

Deze rollen of worsten hebben minder goede uitwerking, wanneer het ijs minder dik is of minder wederstand biedt; men moet dan de lading verminderen, en een weinig zaagmeel met het dynamiet vermengen om de uitwerking eenigzins te matigen; in zulk geval zijn de mijnen onder het ijs aangebragt voldoende.

Door dit middel is het mij gelukt in een dag 50 000 M². ijs op te ruimen; ijs dat het bed van den Rhône opstopte tusschen de bruggen de la Guillotière en du Midi; vier werklieden waren voldoende voor dezen arbeid en de onkosten bedroegen nog niet ten volle 40 franken. *On peut donc affirmer maintenant que les débâcles sont devenues impossibles, puisqu'on a un moyen assez puissant et assez économique pour les éviter.*

(*Annales des ponts et chaussées.*)

Goedkoope ijzeren bruggen met snel gemaakte funderingen, door C. A. Oppermann. (Plaat 19, figuren 10—15.) — Daar talrijke bruggen in den laatsten oorlog zijn vernield en bovendien het vraagstuk van vaste overgangen over de rivieren altijd aan de orde van den dag is, uit een economisch oogpunt, bieden wij aan de gemeentebesturen, aan het beheer der bruggen en wegen, aan dat der spoorwegen, enz. een nieuw stelsel aan, zeer snel en goedkoop in uitvoering, om grooter en kleiner bruggen en wegleidingen te maken, hetzij over eene rivier, hetzij over eene diepte van welken aard ook.

Bij de verschillende door ons aangelegde bruggen waren wij dikwerf getroffen door het gewigtig bezwaar, gelegen in zware pijlers met gemetselde funderingen, die veel kosten, wier bouw veel tijd vereischt, die de bedding der rivier versperren en aanleiding geven tot ontgronding, terwijl zij tevens een beletsel vormen tegen de vrije afvloeijing van overstroomingen; wij hebben daarom vaak de funderingen in den vorm van metalen kokers aanbevolen of het engelsch stelsel der funderingen op schroefpalen, voor bruggen, vuurtorens, hoofden, enz.

Wij meenen zelfs in Frankrijk de eersten te zijn geweest, die bekendheid hebben gegeven aan de schroefpalen volgens het stelsel van Mitchell, die zoo geschikt zijn in zandachtig, slibachtig terrein, of in weinig zamengepakt grind. (*) Daarin toch dringt de schroefpaal gemakkelijk door en het ronddraaijen is niet zeer moeijelijk. Men heeft daarbij echter vrij groote pontons en kaapstanders met grooten straal noodig. Bovendien, als de bodem eenigzins vast is, moet men den paal, wil men hem vat doen krijgen, aanmerkelijk belasten, ook om hem te verhinderen op zich zelf om te draaijen, waarbij eene kegelvormige massa in de bladen van de schroef blijft hangen en wordt medegevoerd, zoodat de schroef in den vasten bodem niet meer vatten kan.

Ons stelsel is veel eenvoudiger; onze palen bestaan uit twee afzonderlijke deelen: 1°. eene kern van gesmeed ijzer, met scherpe punt, die door de slagen van een ringvormig heiblok in den grond wordt gedreven; 2°. een gegoten ijzeren mantel, die vertikaal om den ijzeren paal grijpt en beneden op den wederstandbiedenden bo-

(*) *Annales de la construction*, 1855.

dem rust, door middel van eene breede cirkelvormige, ovale of veelhoekige grondplaat, ten einde het drukkingsvlak naar believen te kunnen vergrooten.

Men begrijpt, dat men altijd zeer gemakkelijk met groote snelheid en groote juistheid de aldus zamengestelde metalen pijlers zal kunnen plaatsen.

De kern is zeer juist op het verlangde punt in den bodem der rivier te plaatsen, door middel van een eenvoudigen vloer, dwars op eenig vaartuig gelegd, dat men aan de beide oevers vastlegt of aan den bodem door twee convergerende kabels, en dat men aldus naar believen kan verplaatsen.

Een ijzeren telegraafdraad, in de as der brug gespannen, dient tot leiding van de werkzaamheden; verkenmerken zijn aangebragt op die punten, waar men de assen der pijlers wil bepalen.

Twee kijkers met kruisdraden zijn op de oevers geplaatst en beide gerigt op het juiste punt, alwaar men de kern wil indrijven; men kan deze daardoor met volkomen juistheid haren stand doen behouden, terwijl zij door haar gewigt in den bodem dringt, hetgeen niet het geval is met schroefpalen, waarbij de eerste slagen van den kaapstander altijd eene zijdelingsche afwijking veroorzaken.

Om de kern in te drijven is in gewone gevallen eene eenvoudige trekhei, door vier man bediend, voldoende.

In plaats van eene van ter zijde bewogen hei, kan men met meer voordeel een ringvormig heiblok van gegoten ijzer bezigen, door het midden waarvan de paal heengaat en dat op een cirkelvormigen kraag of nok valt, die stevig aan de kern is vastgebout.

De schijf van den trekkabel kan van boven op den paal zelf worden aangebragt of op een, opzettelijk daarvoor op den paal door middel van een ring bevestigd verlengstuk, welke ring alsdan zelf als stootkraag dienst doet.

De kerns behoeven overigens niet zeer zwaar of van groote middellijn te zijn: zij hebben geenerlei loodregte drukking te ondergaan, als de brug eenmaal gesteld is.

De mantel van gegoten ijzer draagt den geheelen last en brengt dien regtstreeks op de oppervlakte van zijne grondplaat over op den bodem, die vooraf rondom den paal uitgebaggerd en schoongemaakt is.

Men kan ook des noods daarop eene laag of een blok beton aanbrengen, of eenvoudig grind, om een meer regelmatig draagvlak te verkrijgen, zooals is afgebeeld bij *B'* in figuur 11.

Zijn de pijlers geplaatst, dan worden de kolommen onderling door T-ijzeren kruisen verbonden (figuur 15), en kan de bovenbouw daarop worden gesteld.

Men kan daartoe bokken op twee vaartuigen plaatsen of zelfs eenvoudig op den bodem der rivier, als zij niet zeer diep is.

Eene brug volgens dit stelsel kan binnen eenige dagen gefundeerd en gelegd worden.

(*Annales de la construction.*)

Over de eerste kaarsen. — Het eerste denkbeeld tot de vervaardiging van vetkaarsen ontwikkelde zich in de twaalfde eeuw, toen vet-flambouwen in gebruik geraakten. In den loop der volgende eeuw werd de vetkaars algemeen bekend en verscheen in eenen vorm weinig verschillende van den tegenwoordigen. Daar katoen echter destijds nog niet bekend was werd de pit van vlas gemaakt. Deze kaarsen werden intusschen als voorwerpen van bijzondere weelde beschouwd en alleen door personen van hoogen rang gebruikt. Vijftig jaar later (omstreeks de helft der 14de eeuw) werden de eerste waskaarsen vervaardigd voor vorstelijke hoven en paleizen. Toen deze soort van kaarsen in zwang kwam voor de verlichting van kerken waren zij zeer kostbaar. Eene waskaars tot Gods verheerlijking op het altaar te offeren werd als een vorstelijk geschenk beschouwd.

(*The Engineer.*)

Mangaan glas. — Het gebruik van mangaan-verbindingen in de vervaardiging van glas is eene van de vroegste toepassingen dezer grondstof. Dat het glas daardoor gebleekt later onmiskenbare verandering ondergaat en binnen weinige maanden geheel verschillende optische eigenschappen verkrijgt, is welligt niet algemeen bekend.

De bijvoeging van mangaan-oxyde geschiedt om de werking van het ijzer-oxyde tegen te gaan, doch na verloop van tijd begint het licht en de lucht invloed uit te oefenen op het eerstgenoemde oxyde en het glas rood te kleuren. Menige photograaf heeft zich verwonderd waarom het glas zijner bovenlichten niet langer voldoend licht doorlaat om goede afbeeldingen te verkrijgen en menige tuinman heeft verdriet gehad over het uitgedroogde aanzien van den wijngaard in de broeikast en de afneming van den druivenoogst. Beide verschijnselen hebben hunne oorzaak in de aanwezigheid van mangaan in het glas en de daaruit ontstane roode kleur. Rood glas laat geene chemische stralen door, vandaar dat de photograaf geene goede photografien kan maken. Hetzelfde glas laat echter wel de warmte door die de druiven doet uitdroogen, doch de levenwekkende stralen worden tegengehouden.

Bij het toenemen van onze kennis, moeten wij ons glas bestellen in overeenstemming met de wetten van het licht zoowel als met die der chemie.

(*The Engineer.*)

De waterwerken van Weenen. — Tot de uitvoering van dit grootsche werk is eindelijk besloten, nadat het gedurende eenige jaren was besproken. Het verstrekken van water aan Weenen en de omstreken met eene bevolking van 800 000 zielen is eene zaak van het grootste gewigt. Tot dusverre geschiedde de toevoer uit den Donau. Volgens het tegenwoordige ontwerp wordt het water uit de Semmering, aan den voet der schilderachtige Alpen, verkregen en wel uit twee bronnen, namelijk de Kaiserbrunn en de Sixtenstein, waaruit het bij uitstek zuivere water naar het hoofdreservoir zal worden geleid, den Rosenhügel, een schoon gelegen plaatsje op een heuvel nabij Weenen. Op den 21sten April (1870) werd hier door den keizer van Oostenrijk, vergezeld van de keizerlijke familie en het hof, de verschillende ambassadeurs, den adel en de autoriteiten der stad en vele notabelen des rijks, het werk ingewijd. De totale lengte der leiding van Kaiserbrunn en Sixtenstein tot den Rosenhügel is 312 375 voeten = 95.180 K.M. en volgt de rigting langs Ternity, Baden, Weikersdorf, Matzendorf en Mödling. De twee bronnen te Kaiserbrunn en Sixtenstein zullen bij Ternity vereenigd worden. De noodige tunnels zullen eene gezamenlijke lengte hebben van 24 900 voet = 7.587 K.M., waarvan de langste door het Höllenthal 8 463 voet = 2 800 M. lang is. De leiding zal over hare geheele lengte bestaan uit overdekte kanalen, gemetseld in hydraulischen kalk en Portland cement, voor zoover de waterspiegel meer dan 6 voet = 2 M. onder den beganen grond ligt, ten einde het water tegen vorst en hitte te beschutten.

De meest belangrijke viaducten zullen voorkomen bij Baden, Mödling, Leising, Maur en Speising. Uit het reservoir te Rosenhügel zal het water naar de twee andere reservoirs te Schmelg en Wienerberg (Spirmerin en Kreug genaamd) worden geleid door gegoten ijzeren buizen van 33 en 36 duim = 82 en 92 c.M. middellijn. Uit deze drie reservoirs wordt het water naar de stad geleid in naauwere buizen. Het Donaukanaal en de rivier Wien worden gekruist door buizen, die onder de bedding der rivier loopen en de bovenzijde van alle buizen ligt op 7 voet of 2.10 M. onder de oppervlakte van den grond. De lengte dezer lijn is ongeveer 23 mijlen = 37 K.M. en die van het geheele net omtrent 80 mijlen = 128 K.M. De totale lengte der 5 viaducten 8382 voet = 2700 M., waarvan de langste, bij Baden, 2769 voet = 900 M. bedraagt.

De aannemer van dit werk is de heer A. Gabrielli, te Londen.

(*The Engineer.*)

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

NEDERLAND.

Tot 28 Februarij 1873.

BOEKEN.

Bosscha (H. C.). — Beschouwingen over locale spoorwegen. (80 blz. gr. 8vo.) Groningen, J. B. Wolters. ƒ 0.90

Ellis (A. G.) en J. H. Beucker Andreae. — Bijdrage tot de kennis van de torpedo's of watermijnen. (6, IV en 302 blz. gr. 8vo. met 14 uitsl. gelith. platen.) Nieuwediep, L. A. Laurey. ƒ 6.00

Gosschalk (J.). — Over de verbetering der wegen te Amsterdam, met het oog op het centraalstation, benevens een woord over de uitbreiding der stad aan de overzijde van het IJ. Met een schetskaart. (37 blz. gr. 8vo. met een uitsl. gelith. kaart.) Amsterdam, Schadd en Schröder. ƒ 0.50

Grieken (Th. M. M. van.) — Bouwkundig album. Verzameling van kleine ontwerpen voor architecten, timmerlieden, aannemers, opzichters, aankomende bouwkundigen enz. (1e afl.) 4e druk. (16 blz. roy. 8vo. met 5 gelith. platen.) Groningen, M. Smit en P. Noordhoff. Bij inteekening ƒ 1.25; buiten inteekening ƒ 1.50. (Compleet in 11 afl.)

Groll (J.) — Een zeehaven voor Batavia. Mijne indrukken over de verzameling van officieële bescheiden, uitgegeven door de kamer van koophandel en nijverheid te Batavia. (30 blz. post 8vo. met 1 kaart.) Rotterdam, Nijgh & van Ditmar. ƒ 0.60

Jaarboek (Nederlandsch meteorologisch) voor 1868. Uitgegeven door het koninklijk Nederlandsch meteorologisch instituut. 20e jaargang. 2e deel. Afwijkingen van temperatuur en barometerstand op vele plaatsen in Europa met waarnemingen van regen en wind. (4 en 163 blz. lang 4to.) Utrecht, Kemink en Zoon. ƒ 2.50

Korteweg (D. J.). — Nasporingen omtrent de bijzondere omstandigheid der centrale beweging, onlangs door dr. P. van Geer onderzocht. (4 en 67 blz. gr. 8vo.) 's Hertogenbosch, van Heusden. ƒ 0.85

Vaes (J. F.). — Telegraphie. System zum Gegensprechen mit Morse- und Hughes'schen Apparaten, wobei keine Veränderung in den Widerstand der Leitung eintritt. (8 blz. gr. 8vo. met eene uitsl. gelith. plaat.) Rotterdam, Nijgh en van Ditmar. ƒ 0.30.

Veening (J. G.). — Zeemans wegwijzer in de Noordzee, benevens eene beschrijving van de kusten van Frankrijk, België, Nederland, Hanover, Denemarken, Engeland, Schotland, de Orkadische en Hitlandsche eilanden en Noorwegen. Gedeeltelijk naar het Eng. en overigens naar de laatste opnemingen en berigten te zamengesteld. Op nieuw naar de laatste opnemingen verb. en verm. 5de dr, (8 en 287 blz. gr. 8vo.) Amsterdam, wed. G. Hulst van Keulen. ƒ 4.00

Verslag aan den koning over de openbare werken in het jaar 1871. (310 blz. 4to. met 13 uitsl. gelith. kaarten.) 's Gravenhage, van Weelden en Mingelen. ƒ 2.00

Voorwaarden (Algemeene), voor de uitvoering van werken en leveringen voor den dienst der genie, vastgesteld bij beschikking van den minister van oorlog van 3 Augustus 1872, nº. 58 G. (VIII en 229 blz. kl. 8vo. met een uitsl. tabel.) 's Gravenhage, Gebr. van Cleef. In half linnen ƒ 1.00

KAARTEN EN PLANS.

Gendt Jr. (J. G. van). — Ontwerp van scheepvaart- en handelsetablissementen te Amsterdam in verband met een spoorweg naar de Noordzeehaven. Schaal 1 : 6000. Amsterdam, H. J. van Kesteren & Comp. In kleurendr. ƒ 0.75

Plan van Amsterdam, met de buurtverdeeling. Geteekend door J. Kuyper. Schaal 1 : 4675. Amsterdam, F. Buffa en Zonen. ƒ 6.—; op linnen, met rollen ƒ 12.—

NIEUWE TIJDSCHRIFTEN.

Kunst en Industrie. 1873. Maandwerk van modellen voor alle takken van nijverheid, onder redactie van J. Schnorr en anderen. 1e afl. (blz. 1—16, roy. 4to. met houtgr. tusschen den tekst en 1 vel détail-teekeningen) Amsterdam, C. L. Brinkman. Per jaarg. van 12 afl. ƒ 7.20

Maandblad voor telegrafie en aanverwante wetenschappen. Onder redactie van R. K. van Eldik en Z. van der Vegte. 1873. Nº. 1. 4to. Arnhem, H. A. Tjeenk Willink, Per jaarg. van 12 nommers. ƒ 1.80

FRANKRIJK.

Tot 8 Maart 1873.

BOEKEN.

Annuaire des lignes télégraphiques. 1er septembre 1872. In-8°, VI—469 p. Paris, imp. nationale.

Annuaire météorologique de l'Observatoire physique central pour l'an 1873. In-18, XXXIV—312 p, A Paris, chez Gauthier-Villars.

Annuaire pour l'an 1873, publié par le Bureau des longitudes. Avec des notices scientifiques. In-18, 563 p. A Paris, chez Gauthier-Villars. fr. 1.25

Bouquet de La Grye. — Pilote des côtes ouest de France, par A Bouquet de La Grye, ingenieur hydrographe de la marine. T. 2. Partie comprise entre la Loire et la Bidassoa; et côte nord d'Espagne jusques et y compris Saint-Sébastien. In-8°, XXIII—384 p, A Paris, chez Challamel aîné; dans les ports. fr. 7.00
Publications du Dépôt de la marine.

Carnet de l'ingénieur, recueil de tables, de formules et de renseignements usuels et pratiques sur les sciences appliquées à l'industrie, chimie, physique, mécanique, machines à vapeur, etc., publié par les rédacteurs des Annales du génie civil, avec la collaboration d'ingénieurs et de savants français et étrangers. E. Lacroix, directeur de la publication. 18e édition. 1873. In-12, VIII—290 p. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 5.00

Debauve. — Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées, rédigé conformément au programme annexé au décret du 7 mars 1868 réglant l'admission des conducteurs des ponts et chaussées au grade d'ingénieur; par A. Debauve, ingénieur des ponts et chaussées, 7e fascicule, avec 124 fig. et 4 pl. Machines. In-8°, 175—411 p. A Paris, chez Dunod.

Hoüel. — Cours de calcul infinitésimal, professé à la faculté des sciences de Bordeaux; par J. Hoüel. Seconde partie, suivie d'un appendice sur la théorie des quantités complexes. In-4°, III—334 p. A Paris, chez Gauthier-Villars.

Instructions pour naviguer sur la côte occidentale d'Angleterre, de Milford Haven à la Mull of Galloway, y compris l'île de Man, traduites de l'anglais et corrigées d'après les travaux hydrographiques les plus récents, par A. Frickmann, lieutenant de vaisseau, In-8°, XII—414 p. A Paris, chez Challamel aîné.
Publications du Dépôt de la marine.

Julien, Valério et Casalonga. — Manuels Roret. Nouveau manuel complet du chaudronnier, comprenant les opérations et l'outillage de la petite et de la grosse chaudronnerie du cuivre et du fer, la fabrication du fer battu et du fer-blanc, l'estampage, l'étampage, l'étamage, la fabrication des chaudières et des appareils d'évaporation, de liquéfaction et de chauffage employés dans l'industrie et dans la construction des machines; par MM. C. F. Julien et Oscar Valério, ingenieurs civils. Nouvelle édition, entièrement refondue et augmentée, par M. D. A. Casalonga, ingénieur civil. Ouvrage accompagné d'un atlas renfermant 20 pl. gravées sur acier. In-18. VIII—316 p. A Paris, chez Roret. Avec l'atlas, fr. 5.00
Encyclopédie Roret.

Kattegat (le), le Sund et les Belts. Extrait du Danske Lods, traduit du danois par M. A. Le Gras, chef du service des instructions. Publié sous le ministère de M. le vice-amiral Pothuau. In-8°, XVI—599 p. et 12 pl. A Paris, chez Challamel ainé; dans les ports fr. 15.00
Publications du Dépôt de la marine.

Lance. — Dictionnaire des architectes français; par Adolphe Lance, architecte du gouvernement. 2 vol. In-8°, LXX—856 p. et 27 pl. A Paris, chez Ve Morel et Ce.

Le Gras. — Phares des mers des Indes et de Chine, de l'Australie, terre de Van-Diemen et Nouvelle-Zélande. corrigés en Novembre 1872; par M. A. Le Gras, In-8°, 77 p. Paris, imp. P. Dupont. fr. 0.25
Publications du Dépôt de la marine.

Matthey. — Notice sur la forme rationnelle des essieux de wagons pour chemins de fer et sur les avantages techniques de l'emploi des essieux en acier fondu (d'après les renseignements empruntés à divers auteurs); par F. Matthey, ingénieur. In-8°, 38 p. A Paris, chez E. Lacroix.

Mongé. — Nouveau cours pratique de constructions économiques en fer, contenant de nouvelles applications relatives à la construction de travaux publics, aux chemins de fer, avec atlas et texte, accompagné de devis descriptif et explicatif, prix au kilogramme, à la pièce, au mètre carré et au mètre courant, suivi de nouvelles formules pratiques, sur la résistance des matériaux. Ouvrage indispensable aux ingénieurs, architectes, conducteurs, agents voyers, entrepreneurs, constructeurs, etc.; par A. L. A. Mongé, constructeur. Nouvelle édition. In-4°, 60 p. et 12 pl. A Paris, chez E. Lacroix. Paris, fr. 10.00; départements, fr. 11.00; étranger, fr. 12.00
Publications scientifiques, industrielles et agricoles d'E. Lacroix.

Picot. — Traité complet d'arpentage élémentaire, théorique et pratique, contenant des notions sur la formation du carré et du cube des nombres, sur l'extraction des racines carrée et cubique, etc. Les opérations d'arpentage et de géodésie sont appuyées de démonstrations théoriques basées sur les principes de géométrie qui ont été exposés d'abord. Ouvrage orné de planches, par J. R. Picot, agent voyer en retraite. Nouvelle édition, revue, et corrigée. In-12, 540 p. et 60 pl. A Amiens, chez Lambert-Caron.

Statistique centrale des chemins de fer. Chemins de fer français. Situation au 31 décembre 1871. Ministère des travaux publics. Direction générale des ponts et chaussées et des chemins de fer. In-4°, 244 p. et carte. Paris, imp. nationale.

NIEUWE TIJDSCHRIFTEN.

Bulletin de la Société mathématique de France, publié par les secrétaires. T. 1. Nº. 1. Année 1872—1873. Gr. in-8°, 48 p. Paris, imp. Raçon et Ce; 25, rue Gay-Lussac; siége de la Société, 7, rue des Grands-Augustins. Abonnement; Un an, Paris, 15 fr.; départements et Algérie, 17 fr.; étranger 20 fr. Paraît par fascicules de 2 à 3 feuilles, et forme, par an, un vol. d'environ 25 feuilles.

Journal industriel du nord de la France, organe des intérêts matériels de la région du nord, fondé en 1872, 1re année. Nº. 1. 10 août 1872. In-fº à 6 col., 4 p. Roubaix, imp. Leroux; Lille, 20, rue de Béthune; Paris, H. Théry, palais de l'Industrie. Abonnement: France, un an, 25 fr.; colonies et étranger, 30 fr. (Paraît tous les samedis, sous la direction de M. Henry Théry.)

Moniteur de l'industrie du bronze et toutes celles qui s'y rattachent, orfévres, galvanoplastes, graveurs, ciseleurs, fondeurs, émailleurs, doreurs, etc. Numéro spécimen. In-folio à 4 col., 4 p. Paris, imp. Walder; 34, rue des Marais. Abonnement: Paris et départements, 20 fr. par an; étranger, 25 fr.
(Ce journal paraîtra hebdomadairement à partir du 1er janvier 1873.)

ENGELAND.

Tot 1 Maart 1873.

BOEKEN.

Adcock's Engineer's Pocket-Book for 1873. 12mo. London, Simpkin. tuck. 6s.

Atchley's Builder's Price-Book for 1873. Post 8vo. London, Lockwood. halfbound, 3s. 6d.

Atchley's Civil Engineer's and Contractor's Estimate and Price-Book, 1873. 8vo. London, Lockwood. cloth, 6s.

De Koninck (L. L.) and Dietz (E.) — A Practical Manual of Chemical Analysis and Assaying, as applied to the Manufacture of Iron from its Ores and to Cast Iron, Wrought Iron, and Steel, as found in Commerce. Edited, with Notes, by Dr. Robert Mallet. Post 8vo. pp. 228. London, Chapman & H. cloth, 6s.

Evers (Henry). — Steam and the Steam-Engine: Land, Marine, and Locomotive. 12mo. pp. 376. London, Collins. cloth, 2s. 6d.

Inman (Rev. James). — Nautical Tables, designed for the use of British Seamen. New edit. revised and enlarged, by his Son Rev. J. W. Inman. Roy. 8vo. pp. 300. London, Trübner. cloth, 16s.

Rankine (W. J.). — A Manual of the Steam Engine and other Prime Movers. 6th edit. revised. Post 8vo. pp. 582. London, Griffin. cloth, 12s. 6d.

Riddell (Robert). — Supplement to the «Carpenter and Joiner, Stair-builder and Hand-railer.» With 26 Plates, comprising a Series of Cardboard Models. 4to. (Edinburgh, Jack). London, Simpkin. cloth, 22s.

Robertson (Frank). — Engineering Notes. 8vo. pp. 498. London, Spon. cloth, 12s. 6d.

Spon's Dictionary of Engineering, Civil, Mechanical Military, and Naval. Division VI. Roy. 8vo. pp. 380. London, Spon. cloth, 13s. 6d.

AMERIKA.

Tot 1 Maart 1873.

BOEKEN.

Harrison (Joseph, jr.). — The Locomotive Engine, and Philadelphia's Share in its Early Improvement. 8vo. pp. 86. (Philadelphia, 1873) London. 10s.

Valle (C. A.). — Galvanised Iron Cornice-worker's Manual. (Philadelphia, 1873). London. 25s.

DUITSCHLAND.

Tot 20 Februarij 1873.

BOEKEN.

Becker (Ob.-Baur. M.). Handbuch der Ingenieurwissenschaft. 2. Bd. Der Brückenbau in seinem ganzen Umfange u. m. besond. Rücksicht auf die neuesten Constructionen Ein Leitfaden zu Vorlesgn. u. zum Selbstunterricht f. Wasser- u. Strassenbau-Ingenieure u. andere Techniker. Mit Atlas enth.: 44 gravirte Taf. in gr. Fol. 4. verb. u. verm. Aufl. gr. 8. (XVII, 482 S.) Stuttgart, Mäcken. n. 6⅔ *th.* (11 *fl.* 5 *kr.* rh.)

Bibliotheca historico-naturalis physico-chemica et mathematica od. systematisch geordnete Uebersicht der in Deutschland u. dem Auslande auf dem Gebiete der gesammten Naturwissenschaften u. der Mathematik neu erschienenen Bücher hrsg. v. Lehr. Dr. A. Metzger. 22. Jahrg. 1. Hft. Jan.—Juni 1872. gr. 8. (S. 1—74). Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht n. 7 *gr.*

—— mechanico-technologica od. systematisch geordnete Uebersicht aller der auf dem Gebiete der Mechanik u. Technik wie der gesammten Bau- u. Ingenieurwissenschaften in Deutschland u. dem Auslande neu erschienenen Bücher hrsg. v. Secr. Dr. W. Müldener. 11. Jahrg. 1. Hft. Jan. bis Juni 1872. gr. 8. (S. 1—48.) Ebd. n. ⅓ *th.*

Busse (Otto), üb. den Bau e. Locomotivbahn durch die Stadt Berlin. gr. 8. (32 S.) Berlin, Scheller. n. ⅓ *th.*

Dub (Dr. Jul.), die Anwendung d. Elektromagnetismus m. besond. Berücksicht. der neueren Telegraphie u. der in der deutschen Telegraphenverwaltg. besteh. techn. Einrichtgn. 2. vollständig neu bearb. u. unter Berücksicht. der Fortschritte der Wissenschaft ergänzte Aufl. Mit mehr als 400 in den Text gedr. Holzschn. 2. Lfg. gr. 8. (S. 209—416.) Berlin, Springer's Verl. (à) n. 1⅓ *th.*

Epstein (Dr. Max), das neue österreichische Eisenbahn-Betriebs-Reglement f. den Personen- u. Frachten-Verkehr, unter krit. Hinweisg. auf das alte österreich. u. das Eisenbahn-Betriebs-Reglement Deutschlands, dann auf das deutsche Handelsgesetz u. die Berathgn. u. Beschlüsse der Wiener Eisenbahn-Enquête, populär erläutert. Für Juristen, Eisenbahnbeamte, Kaufleute, Industrielle, sowie f. jeden Gebildeten. Lex.-8. (IX, 145 S.) Brünn 1872, Karastat. n. 1⅓ *th.*

Heyne (Wilh.), das Traciren v. Eisenbahnen in vier Beispielen u. e. Anh. Mit Atlas (in qu. gr. Fol.) enth.: 10 gravirte Taf. in gr. Fol. u. 35 in den Text gedr. Holzschn. 4. verb. Aufl. gr. 8. (XIV, 304 S.) Wien 1872, Beck'sche Univ.-Buchh. n. 4⅔ *th.*

Ingenieur-Kalender f. Maschinen- u. Hüttentechniker. 1873 Eine gedrängte Sammlg. der wichtigsten Tabellen, Formeln u. Resultate aus dem Gebiete der gesammten Technik, nebst Notizbuch. Unter gefäll. Mitwirkg. mehrerer Bezirksvereine d. Vereins deutscher Ingenieure bearb. v. Ingen. P. Stühlen. 8. f. Meter- u. Fussmaass bearb. Jahrg. 8. (X, 236 S.) Essen, Baedeker geb. n. 1 *th.*

Loewe (Doc. Ferd.), alte u. neue Versuche üb. Reibung u. Cohäsion v. Erdarten. gr. 8. (V, 87 S. m. e. Steintaf. in qu. 4.) München 1872, Oldenbourg. n. ⅔ *th.* (1 *fl.* 12 *kr.* rh.)

Reiche (H. v.), Anlage u. Betrieb der Dampfkessel. Handbuch f. Ingenieure, Kesselbezitzer u. Kesselwärter. Mit 82 eingedr. Holzschn. hoch 4. (X, 202 S.) Leipzig, Felix. n. 2 *th.*

Schinkel (Carl Frdr.), Sammlung architektonischer Entwürfe enth. theils Werke welche ausgeführt sind, theils Gegenstände deren Ausführg. beabsichtigt wurde. Auswahl in 80 Taf. (in Kpfrst.) Mit Text in (Imp.-)4. (23 S.) Imp.-Fol. Berlin, Ernst & Korn. geb. n. 26⅔ *th.*

Schlotter (Rath Herm.), üb. die rationelle Benutzung der Wasserkräfte vermittelst e. neuen Apparaten zur Transmission derselben. Mit e. lith. Fig.-Taf. (in gr. 4.) gr. 8. (28 S.) Gera, Griesbach. n. 12 *gr.*

Schultz (Dir. Prof. Joh. Carl), Danzig u. seine Bauwerke. 24 Kpfrtaf. m. Text in (Imp.-)4. (37 S.) 2. Ausg. Imp.-Fol. Berlin 1872, Ernst & Korn. geb. n. 36⅔ *th.*

Weisbach (Ob.-Berg.-R. Prof. Dr. Jul.), Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinen-Mechanik. 5. verb. u. vervollständ. Aufl. bearb. v. Lehr. Gust. Hermann. In 3 Thln. 1. Thl.: Theoretische Mechanik. Mit gegen 1000 in den text eingedr. Holzst. 1. Thls. 5. u. 6. Lfg. gr. 8. (S. 385—576.) Braunschweig, Vieweg & Sohn. n. 1⅓ *th.*

Winkler (Prof. Dr. E.). Vorträge üb. Eisenbahnbau, geh. an verschiedenen deutschen polytechn. Schulen. 5. Hft. Unterbau. [Geometrische Vorarbeiten u. Construction der Erdbauten.] Von Prof. Dr. E. Winkler. 2. verb. Aufl. 1. Lfg. Mit 76 (eingedr.) Holzschn. 2 Farbendruck-Taf. (in qu. gr. 4.) gr. 8. (96 S.) Prag, Dominicus. n. 1 *th.* 2 *gr.* (I, 1. 2. II, 1 u. V, 1: n. 4 *th.* 14 *gr.*)

KAARTEN.

Berendt, geologische Karte der Prov. Preussen unter Zugrundelegg. der topograph. Karten d. königl. Generalstabes aufgenommen. 1 : 100,000. Sect. 12. Dirschau. Chromolith. gr. Fol. Berlin, Neumann. (à) n. 1 *th.*

NIEUW TIJDSCHRIFT.

Allgemeine deutsche polytechnische Zeitung. Unter Mitwirkg. v. Mitgliedern der Genossenschaft deutscher Civil-Ingenieure, der polytechn. Gesellschaft in Berlin u. vieler Ingenieure u. Professoren hrsg. v. Dr. Herm. Grothe. 1. Jahrg. 1873. 52 Nrn. (2 B.) Fol. Berlin, Springer's Verl. baar n. 6 *th.*

VERHANDELINGEN.

DE AFDAMMING VAN HET SLOE,

door het lid P. J. Neyt.

(Platen 20—23.)

§ 1.

Beknopte beschrijving van den vroegeren toestand van het Sloe in het algemeen.

Het Sloe is het overblijfsel van de uitgestrekte waterplas, die in de dertiende eeuw tusschen de eilanden Walcheren, Borssele, Zuid-Beveland en Wolphaartsdijk bestond (*). Op een gedeelte van deze plas, de Lemmer geheeten, en gelegen tusschen Oud Arnemuiden en Wolphaartsdijk, vereenigde zich destijds de Swake, de Zuidvliet, het Veergat en de Arne, terwijl in de plas zelve eenige diepe vaargeulen stroomden. Een dezer laatste liep onder den Walcherschen kant, ter plaatse van het tegenwoordige St. Joosland, en was een voortreffelijke waterweg van de Hont naar Arnemuiden, dat in 1288 reeds eene bloeijende koopstad was.

Eene andere geul, de Loo-Yve, stroomde waar nu de Nieuwe Kraaijert-polder ligt en voorts langs de noordzijde van het toemalig Borssele en diende als vaarwater van Arnemuiden en Middelburg naar Antwerpen.

Tusschen deze geulen lag het Sloe, waarvan echter, voor zoover ons bekend is, eerst in 1488 melding wordt gemaakt, als van den weg, waarlangs Frans van Brederode met zijn 48 heuden het geschut van Arnemuiden trachtte te ontwijken.

Op een kaartje van Livinus Rute, anno 1568, wordt het Sloe aangewezen onder den naam van „Jonker Fransen gat" (†).

In 1572 leverde de Veersche admiraal Sebastiaan de Lange, in het noordelijk gedeelte van dezen zeearm, slag aan een smaldeel der Spaansche vloot (*).

De bedijkingen rond Heinkenszand en Overzand, die op het laatst der dertiende eeuw een aanvang namen; de nederzettingen in 1395 van het Arnemuider zand (het tegenwoordige St. Joosland) en van Steenisse, (de tegenwoordige Kraaijerts); het toenemende vermogen van het Veergat, waarvan gezegd wordt dat het in 1393 van dag tot dag verruimde; de afdamming van de Loo-Yve in 1480; de vereeniging van Borssele aan Zuidbeveland en de beperkingen en afdammingen van destijds bestaande geulen en kreken, mogen als onmiddellijke oorzaken van de uitbreiding en verdieping van het Sloe schouwd worden.

Blijkens eene kaart van Jan Mantrau, waarvan op plaat 20, figuur 1, op verkleinde schaal, kopij gegeven wordt, stroomde het Sloe in 1680 niet ver uit den dijk van Nieuw St. Joosland, dáár waar nu de Bijleveldpolder ligt en verder door den tegenwoordigen Suzannapolder, welke in 1766 bedijkt is, als uitbreiding van, en tegelijk met een gedeelte van den polder, genaamd „'t Middelburgse", die in 1682, wegens doorbraak van den dijk langs het Arnemuidsche gat, overstroomde.

De verandering, die het noordelijk gedeelte van het Sloe van 1670 tot 1680 onderging en die op genoemde kaart is aangewezen, was destijds verderfelijk voor het behoud der Arnemuidsche havenhoofden en ging gepaard met eene meer zuidelijke verplaatsing van het wantij.

Toen twee eeuwen later in den Suzanna-polder de spoorweg werd gemaakt, wees een tot uitwatering dienend kreekje nog den vroegeren loop van den zeearm aan, en ondervond men, te dezer plaatse, zeer be-

(*) Dresselhuis, *de provincie Zeeland in hare aloude gesteldheid*, enz.

(†) Vgl. Wagenaar, *Vaderlandsche historie*, IV, blz. 246.

(*) Vgl. *Hedendaagsche historie van alle volkeren*, XX, blz. 165.

langrijke verzinkingen. De spoorweg, die 5 M. boven het maaiveld moest komen, zakte achtereenvolgens wel 10 M. in de stroombaan van het voormalige Sloe en perste de slappe specie, waarmede deze verloopen waterweg gevuld was, ter wederzijde in overvloed op. Hier is dus, even als bij den dijkval van 1864 aan den Vlietepolder (zie *Verhandelingen* van het Instituut, 1865—1866) gebleken, dat juiste kennis van den alouden loop der stroomen voor den Zeeuwschen waterbouwkundige van groot belang te achten is.

Smallegange beschrijft in zijne kronijk van 1696 den loop van het Sloe, en zegt, ter waarschuwing van de schipperij, dat de gronden er van gevaarlijke welzanden zijn. Het schijnt dus destijds veel voor de scheepvaart gebruikt te zijn. Trouwens in het weleer zoo schoone Diep van Arnemuiden, langs Welsinge naar Rammekens, stond toen bij laagwater, op sommige plaatsen maar 7 voet water en nergens meer dan 14 voet.

Deze oude vaarweg verlandde meer en meer en was volgens de algemeen bekende kaarten van Hattinga en hetgeen men omtrent de scheepvaart naar Middelburg vindt opgeteekend, omstreeks de helft der achttiende eeuw vrij onbeduidend.

Het Sloe daarentegen is in de eerste helft dier eeuw tot 500 à 600 M. breedte op laag water verruimd en aanmerkelijk van de Walchersche naar de Zuidbevelandsche zijde overgekomen, vooral aan den noordelijken mond. Ter plaatse waar in 1871 de spoorwegdam gemaakt is, verdeelde het zich in 1750 in twee geulen, waarvan de eene breed 250 M. naar het Veergat en de andere breed 350 M. naar het Schenge strekte. De eerste liep niet minder dan 300 M. uit den eenige jaren later gelegden dijk van den Suzanna-polder; de tweede stoomde waar in 1856 de Jacob-polder bedijkt is.

In de laatste helft der vorige eeuw rigtte zich het vaarwater aan den noordelijken mond weêr naar de Walchersche zijde, ten koste van een belangrijk gedeelte van het voorland van den Suzanna-polder. De naar het Veergat loopende geul werd hoofdstroom, terwijl die, naar het Schenge strekkende, belangrijk verzandde.

In het zuidelijk gedeelte van het Sloe daarentegen, bleef het vaarwater zich naar den Zuidbevelandschen kant verleggen. Waar in 1750 nog 600 M. breedte schor en strand voor den Zuid-kraaijert polder gevonden werd, moest in 1818 een inlaagdijk gelegd worden, omdat het diep tot den zeedijk genaderd was.

Kapitein Speleveld peilde in 1806 in het vaarwater 6 à 10 M. diepte, op enkele plaatsen aan den Zuidkraaijert, zelfs 14 M.; hij bevond het Arnemuidsche gat tot 2.5 en het Welsingsche kanaal tot 1 M. boven laagwater opgeslibt (*). Uit zijne mededeelingen en die van den inspecteur Schraver in 1810, valt op te maken, dat destijds de voorvloed van Veere het Sloe verder introk en de tijkenteringen meer zuidwaarts lagen dan in later tijd.

Uit eene vergelijking van de kaart, in 1819 opgemeten door van Wijngaarden en Decker, met die volgens opmetingen in 1870, ten behoeve der staatsspoorwegen gedaan (plaat 20, figuren 2 en 3), is op te maken, welke veranderingen in de rigting van den stroom in de laatste vijftig jaren gekomen zijn.

In het zuidelijk gedeelte van het Sloe ging het vaarwater van de Zuidbevelandsche naar de Walchersche zijde terug. Op de Kaloot werd de van Citterspolder bedijkt. Waar in 1819 voor den Zuid-Kraaijertpolder 17.8 M. water stond, was het in 1870 droog.

In het middengedeelte rigtte zich de stroom op den zanderigen Zuidbevelandschen oever, die door val op val geteisterd werd, zoodat aan den noordelijksten dijkshoek van den Zuid-Kraaijertpolder aanzienlijke werken gemaakt moesten worden, de in 1856 bedijkte Jacobpolder herhaaldelijk in gevaar kwam, en de in 1825 aangelegde veerdam wel meer dan 150 M. inkortte. Aan den Walcherschen kant daarentegen kon de Bijleveldpolder bedijkt worden (†).

In het noordelijk gedeelte bleef de stroom den Walcherschen oever aanvallen. Het schor langs het meest vooruitstekende dijkvak van den Suzanna-polder ging geheel verloren, de diepte nam sterk toe en kwam kort onder den dijk.

Het vermogen van het Schenge werd beduidend minder.

De veranderingen, in de capaciteit van den zeearm gekomen, zijn eenigermate te beoordeelen uit de peilingen door van Wijngaarden en Decker, in door vaste punten bepaalde raailijnen gedaan en welke in 1871 tijdens de uitvoering van den Sloedam, van wege de administratie der staatsspoorwegen, herhaald zijn, benevens uit de waarnemingen der waterstanden, verrigt door de zorg van den heer Caland in 1814, den heer Rijsterborgh in 1829 en den heer Conrad in 1869.

De hier volgende tabellen geven van die peilingen en opnemingen een overzigt.

(*) Zie *Nieuwe Verhandelingen van het Zeeuwsche genootschap*, 1808, 2de deel.

(†) Zie *Jaarverslagen der provincie Zeeland. — Verslag betreffende de oeververdediging in Zeeland. — Middel van stroomafleiding, door* A. Magielse.

Peilraaijen. (Zie plaat 20, figuur 2.)	Grootste diepte beneden laagwater.		Breedte op laagwater.		Vierkante meters inhoud van het dwarsprofil beneden					
					laagwater.		hoogwater.		stormvloeden van 1.5 M. boven hoogwater.	
	1819	1871	1819	1871	1819	1871	1819	1871	1819	1871
I	17	7.5	440	380	2 845	2 045	6 345	4 625	8 775	6 675
II	8.6	19.5	580	240	2 515	2 265	6 000	4 265	8 385	6 005
III	5.3	9.9	560	420	1 660	1 420	5 060	4 375	8 180	6 745
IV	5.6	8.8	655	380	1 900	2 255	5 065	5 020	8 035	7 250
V	8.7	12.7	350	365	1 515	1 645	4 280	3 950	7 655	5 765
VI	5.5	2.9	350	312	505	550				
VII	4.8	7.2								
			Gemiddeld . . .		1 823	1 697	5 350	4 447	8 206	6 488

Aanmerking. Wegens verandering aan den noordelijken mond zijn de profillen VII niet met elkander te vergelijken.

Datum.	Tijen, waarin de waarneming geschiedde.	Verschil tusschen hoog- en laagwater op den dag der waarneming		Grootste verval van				Aanmerkingen.
				Vlissingen naar Veere (zuid naar noord).		Veere naar Vlissingen (noord naar zuid).		
		te Vlissingen.	te Veere.	Uren voor hoogwater-tijd te Vlissingen.	c.M.	Uren voor laagwater-tijd te Veere.	c.M.	
1814 1 Dec.	Gier-	4.09	3.78	40 m.	97	—	—	De peilschalen waren geplaatst aan de Zuidwatering en het Arnemuidsche gat, op 12 000 M. afstand, gemeten langs den thalweg.
» 8 »	Doode-	3.34	2.84	—	—	laagwater	40	
1829 5 Oct.	Doode-	3.15	2.86	1 u. 15 m.	96	1 u.	24	
» 6 »	id.	3.—	2.60	id.	56	1 » 45 m.	39	De peilschalen te Vlissingen en te Veere op 20 000 M. afstand.
» 7 »	id.	2.77	2.62	—	—	2 » 45 »	39	
» 11 »	Gier-	4.10	3.48	15 m.	46	laagwater	59	
» 12 »	id.	4.23	3.35	30 »	66	id.	60	
» 13 »	id.	4.40	3.50	45 »	91	id.	53	
1869 9 Julij	Gier-	3.85	3.24	40 m.	76	40 m.	45	
» 10 »	id.	3.82	3.39	50 »	83	30 »	48	Id. op 19 500 M. afstand.
» 11 »	id.	3.97	2.29	50 »	89	30 »	56	
» 15 »	Doode-	3.46	2.82	30 »	81	1 u. 10 »	45	
» 16 »	id.	3.53	2.98	1 u. 10 »	78	1 » 30 »	50	2 u. 40 m. voor laagw., ook 50 c.M. verval.
» 17 »	id.	3.40	2.92	1 » 30 »	74	2 » 40 »	40	40 m. idem. ook 39 c.M. verval. De waarnemingen van 1829 en 1869 zijn bij gelijken maansouderdom gedaan.

Hoewel de grootste diepte op de meeste punten toenam, zijn toch de doorstroomingsprofillen bijna zonder uitzondering verkleind; en daar het verval, en dus ook de stroomsnelheid, tusschen de Westerschelde en het Veergat niet vermeerderd schijnt te zijn, mag men op grond van bovenstaande tabellen aannemen, dat de capaciteit van het Sloe in 1871 nog bedroeg van die in 1819:

bij laagwater . . . . . 92 percent.
» hoogwater. . . . . 83 »
» gewone stormvloeden. . 79 »

In het belangrijk rapport van de heeren Brunings en Blommendal, opgenomen in de *Notulen* van het Instituut 1866—1867, wordt op dezen achteruitgang van het Sloe gewezen, en opgemerkt dat de reede van Rammekens als beschuttings- en ankerplaats veel van hare waarde voor de scheepvaart verloren had.

§ 2.

Het Sloe in 1870—1871, *ter plaatse van de afdamming, vóór de uitvoering van het werk.*

Het verhang der Zeeuwsche stroomen laat zich niet bepalen uit gelijktijdige waarnemingen op eenigzins ver van elkander gelegen plaatsen, omdat de tijgolf op beide waarnemingspunten niet in dezelfde periode van rijzing of daling verkeert.

Zoo bereikte, bijv., het water in het Sloe aan den Zuid-Kraaijert zijn hoogsten stand, terwijl het in de Westerschelde reeds daalde, waardoor het verval tusschen den Zuid-Kraaijert en het Veergat grooter was, dan dat tusschen de Westerschelde en genoemd zeegat.

De tabel van de vorige § dient dan ook alleen ter vergelijking van den algemeenen toestand in verschillende jaren. Daaruit mag geenszins tot het werkelijk verhang besloten worden.

Om dit ter plaatse der afdamming meer naauwkeurig te leeren kennen, zijn eenige waarnemingen gedaan, als bijlage A. hierachter gevoegd.

De daarbij gebruikte peilschalen waren dun en spits afgewerkt, zoodat de invloed van de opstuwing en zamentrekking zeer gering was.

Gelijktijdig met het verval tusschen de schalen, is de stroomsnelheid aan de oppervlakte in den stroomdraad gemeten. Daartoe zijn als drijvers gebezigd houten, inwendig met lood verzwaarde bollen van 30 c.M. middellijn, even onder de waterlijn bewegende, en door een dun koord verbonden, aan eene vlottende, rood geverwde kurk, waarop de invloed van den wind onbeduidend moet geweest zijn.

De tijd tot opneming van den waterstand is aangekondigd door een geweerschot, telkens als de drijver de helft van zijn weg doorloopen had. Een vooraf naauwkeurig geregelde metronome van Maelzel bepaalde het getal seconden door den drijver, tot het doorloopen van den afgebaakten afstand, besteed.

Uit deze waarnemingen, die aan sterke contrôle onderworpen zijn, blijkt het volgende:

De vloed uit het Veergat, in de rigting van de Westerschelde, had doorgaans eene snelheid van 30 à 40 en hoogstens van 60 c.M. in de seconde en hield aan tot 1 à 3 uur na den tijd van laagwater, als wanneer stroomkentering plaats greep, en de vloed uit de Westerschelde, in de rigting naar het Veergat, de overhand verkreeg.

Omstreeks een uur vóór hoogwatertijd had de waterspiegel het grootste verhang en 7 à 14 minuten later, de vloed de grootste snelheid, en wel bij giertij:

Op 22 Maart 1871 een verhang van $\frac{1}{3385}$, eene snelheid van 1.579 M. in de seconde.

Op 23 Maart 1871 een verhang van $\frac{1}{3850}$, eene snelheid van 1.714 M. in de seconde.

Op 24 Maart 1871 een verhang van $\frac{1}{7420}$, eene snelheid van 1.493 M. in de seconde.

Op 6 April 1871 een verhang van $\frac{1}{5000}$, eene snelheid van 1.45 M. in de seconde.

Op 7 April 1871 een verhang van $\frac{1}{3630}$, eene snelheid van 1.77 M. in de seconde.

Op 8 April 1871 een verhang van $\frac{1}{800}$, eene snelheid van 1.60 M. in de seconde.

Omstreeks $2\frac{1}{2}$ uur na den tijd van hoogwater kenterde de stroom andermaal, en nam als achtereb de rigting aan naar de Westerschelde, om die met eene gemiddelde snelheid van 36 c.M. in de seconde tot laagwater te behouden, en alsdan over te gaan in voorvloed uit het Veergat.

Het doorstroomings-profil in de spoorwegas had, bij een waterstand ter hoogte van AP., een inhoud van 2310 M².

De rijzing en daling van het water en de stroomsnelheid op 7 April 1871 is op plaat 21, figuur 6, grafisch voorgesteld.

Indien men met Weisbach aanneemt, dat de gemiddelde snelheid in het geheele dwarsprofil gelijk is aan 0.84 van die, even beneden den waterspiegel in den stroomdraad, dan is er van 's morgens 6 uur 8 minuten tot 'savonds 6 uur 48 minuten op genoemden datum, de navolgende hoeveelheid water door het rigtingsvlak van den spoorweg, dat vrij zuiver haaks op den stroomdraad stond, gepasseerd.

	Millioen M³.
In de rigting van de Westerschelde naar het Veergat en de Zuidvliet	± 36½
In de rigting van de Zuidvliet en het Veergat naar de Westerschelde . . .	± 9½
Meer in eerst- dan in laatstgenoemde rigting . . . , . , ...	± 27

Er bestond in het Sloe maar één wantij, veroorzaakt door de zamenkomst van den voorvloed uit het Veergat met dien uit de Westerschelde. De daaruit volgende stroomverlamming was vooral merkbaar op ongeveer 1200 à 1800 M. bezuiden den tegenwoordigen spoorwegdam. De felle vloed, die in later tijdperk van het getijde doortrok, onderhield echter de diepte op deze plaats.

De vloed van het Sloe kruiste dien van de Zuidvliet, in de rigting van den lantaarn van de Middelburgsche haven naar de noordzijde van den Bastiaan de Langepolder.

Het Schenge werd over den vloed gedeeltelijk uit het Sloe gevuld. Aan deze zijdelingsche afleiding zijn de ondiepten, die omstreeks de Arnemuidsche haven gevonden worden, hoofdzakelijk toe te schrijven.

Op grond van opzettelijk gedane waarnemingen, vergeleken met de bekende waterhoogten te Vlissingen, Zuid-Kraaijert en Veere, mag worden aangenomen dat ter plaatse van de afdamming, de vloed gemiddeld steeg tot 1.79 M. boven AP.;

de eb gemiddeld daalde tot 1.80 M. onder AP.;

de gierstroomvloeden hooger, en de doorstroomvloeden lager kwamen, dan gemiddeld hoogwater, ongeveer 0.28 M.;

de gierstroomebben lager daalden en de doorstroomebben hooger bleven staan dan gemiddeld laagwater, ongeveer 0.20 M.

De met voldoende zekerheid bekende hoogste vloed en laagste eb zijn:

de vloed van 2 December 1867, ongeveer 4 M. boven AP.;

de eb van 17 Januarij 1862, 2.9 M. onder AP.

Het in deze verhandeling bedoelde AP. komt overeen met dat der officieele registers, en ligt 10 c.M. lager, dan het AP. sedert 1 Januarij 1870 bij 's rijkswaterstaat in Zeeland aangenomen.

Volgens berekening van den heer E. Olivier Dzn. (*Verhandelingen* van het Instituut van 1863—1864) was het in de Westerschelde te Vlissingen 36 minuten vroeger hoogwater en duurde de vloed aldaar 17 minuten korter dan in het Veergat te Veere, ofschoon het verschil tusschen hoog- en laagwater op eerstgenoemde plaats ruim 50 c.M. meer bedroeg dan op laatstgenoemde. Ook hieruit kon vooraf besloten worden, dat bij de afdamming van het Sloe op eene belangrijke overstorting van den vloed moest gerekend worden. En dat ook de overstorting van de eb beduidend wezen zou, bleek daaruit, dat het te Vlissingen, alwaar het water gemiddeld 34 c.M. lager afliep, 19 minuten vroeger laagwater was dan te Veere (*).

De bodem van het Sloe bestond van den schorzoom op Zuidbeveland tot het diepst van het vaarwater uit zand, dat blijkens de vervormingen, die het natte strand gedurig onderging, zeer bewegelijk was. Vandaar tot den Walcherschen oever vond men klei en spier, steviger en zamenhangender, naarmate men de laagwaterlijn naderde. Vermoedelijk lag hier eene kleibank, die door de veranderingen van het vaarwater in 1670—1680 niet opgeruimd geworden is, maar waarin op het laatst der vorige en in onze eeuw de stroom zich een weg gebaand heeft. De groote wederstand van dezen grond blijkt ook daaruit, dat de steile onderzeesche oever op vele plaatsen trapsgewijze afgaat. Opmerkelijk is de diepe kuil, op 50 M. ten noorden van de spoorwegas en 40 M. uit de laagwaterlijn, aangetroffen (zie plaat 21, figuur 5). Te dezer plaatse bestond een sterke neêr.

Omtrent den invloed, dien de afsluiting van een zoo krachtigen stroom als het Sloe op den loop en de capaciteit der aanliggende vaarwaters noodwendig moet uitoefenen, zijn beschouwingen overbodig geworden, omdat de feiten, in allen opzigte, weldra uitspraak zullen doen.

(*) Latere waarnemingen van 7—10 Julij 1869, medegedeeld in het jaarverslag van Zeeland 1870 en door den heer Conrad aan de de boekerij van het Instituut geschonken, geven voor Vlissingen gemiddeld 29 minuten vroeger hoog- en 13 minuten vroeger laagwater dan voor Veere, als tijd genomen het oogenblik, waarop het water zijn hoogsten en laagsten stand bereikt. Deze waarnemingen geven tevens, voor elke periode van den vloed en de eb, den waterstand die gelijktijdig te Vlissingen en te Veere bestond.

§ 3.

Vroegere ontwerpen tot afdamming van het Sloe.

Nadat Napoleon I zich in 1810 op de plaats zelve van de mogelijkheid der afdamming van de Oosterschelde en het Sloe had overtuigd, werd den 23sten Augustus van dat jaar door den adjudant des keizers, graaf Bertrand, aan den inspecteur der zeewerken A. Schraver opgedragen, ontwerpen tot afdamming van genoemde vaarwaters op te maken. Aan dien last voldoende, leverde Schraver reeds in December een plan tot afdamming van het Sloe, met bijbehoorende uitgebreide memorie, gedagteekend 1 November 1810, waaraan de volgende bijzonderheden ontleend zijn.

De dam zou gelegd worden tusschen het Arnemuidsche gat en het haventje van den Zuid Kraaijert, ter plaatse van den toenmaligen Veerdam aan de Nieuwlandsche zijde (ongeveer 2500 M. bezuiden den tegenwoordigen spoorweg), omdat op die plaats de vloeden uit het Veergat en de Westerschelde zamentroffen, de oevers evenmatige hellingen hadden en de bodem regelmatig was.

Het Sloe was daar breed van dijk tot dijk 2090 M. (*) en tusschen de laagwaterlijnen 654 M.; de diepte van het vaarwater bedroeg 9.5 M. beneden laagwaterpeil.

(*) In de oorspronkelijke memorie zijn de afmetingen in voetmaat.

Allereerst zou de bodem beneden laagwater door eene laag zinkstukken tegen verdieping gedekt worden, en ter bescherming van de oevers, tusschen de zinkstukken en den schorrand, ter wederzijde van het vaarwater, eene keerkade van schorklei worden gelegd. De tonronde kruin der keerkade, van het schor tot de oeverlijn van halfvloed waterpas, ter hoogte van 45 c.M. hoven den gewonen vloed, en verder onder een flaauw versterf op de zinkstukken afgaande; de wederzijdsche beloopen van 6 op 1 met plakzoden en rietmat verdedigd, steunende op rijzen en rieten bedden, breed 5.6 M. buiten den teen.

Verder zouden tot vorming van een vast fondament van het boven laagwater komend gedeelte dam, dat Schraver berekende op een gewigt van 5 431 360 pond per rijnlandsche roede, twee rijzen dammen gezonken worden, in hoogte met laagwaterpeil overeenkomende, breed op de kruin 19 M.; het buitenbeloop van den noordelijken dam 2 op 1, dat van den zuidelijken dam $1\frac{1}{2}$ op 1; de binnenbeloopen $\frac{1}{2}$ op 1; de onderste laag zinkstukken als stortebed 3.7 M. buiten den teen der dammen uitstekende.

De koffer of aardkist tusschen deze dammen, breed van onder 37 en van boven 49 M., zou met schorgrond aangevuld worden, tot ten minste 30 c.M. boven laagwater, om daarna de keerkade van de oevers tot over het vaarwater te verlengen; de kade, hoog 1.2 M. boven laagwater, met zijtaluds van 24 op 1, geheel gedekt met een rijsbeslag van 30 c.M. dik.

Vervolgens zou de keerkade, van de worteleinden der rijzendammen, zoowel naar het midden als naar de oevers, successivelijk verhoogd worden. de koppen altijd onder 20 op 1 vooruit gewerkt, tot dat het Sloe tot 45 c.M. boven vloedshoogte afgedamd zou zijn.

Tegelijkertijd zou het gedeelte dam op de oevers worden verzwaard, met grond uit de daartoe beverschte schorren met kruiwagen en kar en paard aangevoerd. Op dezelfde wijze en door vletters, zou later het transport plaats hebben van den vereischten grond, tot voltooijing van het gedeelte dam in het afgesloten vaarwater.

Figuur 1 van plaat 21 vertoont een dwarsprofil van den ontworpen dam op het diepst van het Sloe. De kruin zou de hoogte verkrijgen van 7.56 M. boven laagwater, overeenkomende met de hoogte, volgens Schraver, door den stormvloed van 1808 in het Veergat bereikt, en de breedte van 7.56 M., zijnde het dubbele van die eens gewonen zeedijks. Het noordelijk talud van 6 op 1 en het zuidelijk van 4 op 1, zou van laagwater tot 3.78 M. daarboven verdedigd zijn met Doornikschе bloksteen op brikken, en vandaar opwaarts tot stormvloedshoogte (aangenomen op 5.67 M. boven laagwater) met rijsbeslag, bezet met Vilvoordschen steen. De trappen der zinklagen zouden met brikken aangevuld en, van laagwater tot 2.5 M. daar beneden, bovendien met Doornikschen steen bestort zijn.

Op grond van door hem gedane waarnemingen, waaruit bleek dat de stormvloed van 15 Januarij 1808 te Veere 4 voet (1.24 M.) hooger zou geklommen zijn, dan aan den Rapenburger polder in het Sloe, heeft Schraver aanvankelijk aangeraden, de kruin van den Sloedam, bij de aansluiting aan de dijken zoo hoog te maken als deze, en in het midden 4 voet lager, opdat het water zich, bij noordweste stormen, uit het Veergat over den dam in het Sloe zou kunnen ontlasten.

Bij het uitwerken van zijn later ontwerp, is hij hiervan echter teruggekomen, uit vrees voor beschadiging van het werk, en in de meening, dat bij stormvloeden het water gedeeltelijk in de Zandkreek zijdelings uitweg vinden zou; weshalve hij voorstelde, de kruin waterpas te maken, tot de hierboven genoemde hoogte van 7.56 M. boven laagwater, en de dijken benoorden den dam tot diezelfde hoogte te verhoogen. Na eene uitvoerige berekening der vereischte hoeveelheden, gaf de ontwerper eene begrooting van kosten, die, verkort en met weglating der verwijzingen, op het volgende neêrkomt:

	Totaal schachten (*)	Per schacht.	Bedrag.
		Gulden.	Gulden.
Zinkwerken, pakwerk en rijsbeslag.	35 424	14.00	495 936
Aardewerk, bestaande in vletterij, enz. beneden laagwater . . .	40 887		
Aardewerk, bestaande in vletterij, schuijer- en karwerk	84 887		
	125 774	8.00	1 006 192
	Totaal lasten van 4000 pond.	per last.	
Brikken	16 236	4.00	64 944
Doornikschе steen	27 907	13.00	362 791
Vilvoordsche steen.	22 330	7.00	156 310
	Stuks.	per stuk.	
Eiken perkoenpalen	199 260	0.50	99 630
	Bossen.	per 100 bos.	
Stroo	55 000	9.00	4 950
Riet	1 181 700	14.00	47 268
Totaal . . .			2 238 021

(*) Een schacht = 4.456 M³, een last = 2000 K.G.

Als gevolgen van de afdamming van het Sloe noemde Schraver verhooging van de stormvloeden benoorden den dam, waarin hij door dijksverhooging wilde voorzien; verlanding en aanwinst van schorren van te meer waarde, omdat daardoor geen enkele polder in zijne afwatering wordt gestoord; belemmering in de scheepvaart tusschen het Veergat en de Westerschelde, waaraan hij wilde temoet komen door uitdieping tot 2 à 3 voet beneden laagwater van het Arnemuidsche vaarwater en het kanaal van Welsinge (zijnde het eerste tot 8 à 9 voet en het tweede tot 3 à 4 voet boven laagwater verzand en opgeslibt), verwachtende hij verdere verdieping en diephouding van den ebstroom; verbetering der reede van Rammekens en van het vaarwater aan de Zuidwatering, wegens verminderde aanleiding tot het vormen van banken; verbetering en verlegging onder den noorderwal van het Veergat.

De ontwerper van de Sloe-afdamming, anno 1810, eindigde zijne beschouwingen met het verzoek, dat, indien hij bij de zamenstelling van zijne memorie en daarbij behoorende teekeningen niet volkomen naar wensch geslaagd mogt zijn, men zich zal willen herinneren: *dat het genoeg is, in groote zaken gewild te hebben.*

De mededeeling van Schraver, dat het water in het Veergat bij noordweste stormen veel hooger zou gestegen zijn dan in de Westerschelde, — in sommige geschriften leest men vijf, zes en meer voeten — heeft, toen Dronkers en Comp. te Middelburg in 1840 vergunning verlangden, onder meer tot afdamming van het Sloe, in 1843—1844 aanleiding gegeven tot veel geschrijf in open brieven, dagbladen enz., vooral tusschen de heeren B. P. G. van Diggelen en J. ab Utrecht Dresselhuis; terwijl de eerste zich als een voorstander der afdamming kennen deed, en geene schadelijke gevolgen daarvan duchtte, vreesde de tweede ten zeerste de schromelijke gevolgen, die het sluiten van den overlaat, zooals hij het Sloe noemde, na zich zoude slepen.

In 1845 werd van regeringswege eene commissie van deskundigen benoemd, ter beoordeeling van een nader in 1842 door Dronkers en van Sorge ingediend plan, tot het graven van een kanaal van Vlissingen naar Middelburg en de afdamming van het Sloe (zonder spoorweg).

Deze commissie rapporteerde gunstig over de afdamming. Zij meende dat daardoor geen belangrijke invloed op de meer noordwaarts gelegen Zeeuwsche stroomen zou worden uitgeoefend, en dat, voor zooveel de vloed- en ebstroom door den dam mogt gekeerd worden, dit alleen aanleiding zou geven tot eenen eenigzins sterkeren stroom door het Veergat, hetgeen voor de instandhouding van dat zeegat voordeelig zou kunnen zijn, en zoo al niet gunstig voor de Zandkreek, althans daarvoor niet schadelijk wezen zou. Zij wees op de voordeelen aan de afdamming verbonden, als: verbetering van de middelen van gemeenschap te land over den dam, en te water door het kanaal in Walcheren; aanwinst van land; vermindering van het onderhoud der zeedijken; gunstige toestand van de reede van Rammekens en van de Zuidwatering. Als nadeel werd genoemd: bevordering van de verlanding der Arnemuidsche haven, waarin zou moeten voorzien worden door het graven van een kanaal van Arnemuiden naar de haven van Middelburg.

Aan het rapport der commissie zijn de bepalingen ontleend, opgenomen in de concessie, welke den 13den Februarij 1846 verleend is aan de firma Dronkers & Comp., tot het maken van een ijzeren spoorweg van Vlissingen naar Maastricht, benevens de afdamming van het Sloe, en die, wat laatstgenoemd werk betreft, op het volgende neêrkwamen:

„tot afdamming van het Sloe, mag niet worden overgegaan, voor en aleer het te graven kanaal in Walcheren, met al deszelfs aankleve volledig zal zijn afgemaakt;

„de wederzijdsche zeedijken moeten, zooveel noodig, verhoogd en verzwaard worden, over eene gezamenlijke lengte van 4000 M.;

„de dam zal ten minste eene hoogte van 4 M. boven gierstroomshoogwater hebben, met een kruinsbreedte op die hoogte van minstens 12 M. en wederzijdsche glooijingen van 4 op 1;

„de werken zullen overeenkomstig de profillen, teekeningen en bestekken, door den minister van binnenlandsche zaken goedgekeurd, worden uitgevoerd onder toezigt van een ingenieur van den waterstaat enz.„

Volgens mededeeling van den heer Dronkers, was het door hem overgelegd plan der Sloeafdamming gegrond op de werkwijze, beschreven in de *Handleiding tot de kennis der dijksbouw- en zeeweringkunde* van wijlen den heer A. Caland, en had het ontworpen dwarsprofil, voor zooveel het onder water komend gedeelte betreft, den vorm, in genoemd werk aangegeven.

Zooals opgeteekend is in het *Kort overzigt van den Zeeuwschen spoorweg* door mr. G. N. de Stoppelaar, hebben noch de concessie Dronkers, noch de overige, in het tijdvak 1846—1859 aangevraagde of verleende concessiën tot eenig afdoend resultaat geleid.

Onder de laatste bekleedt die in 1854—1856 voor de lijn Vlissingen-Venlo aan den heer Dubois-Nihoul gegeven en door dezen vervolgens overgedragen aan de Banque Suisse de crédit international te Genève, eene eerste plaats.

Nopens de wijze van overgang van het Sloe moest de concessionaris zich gedragen naar de voorschriften der regering. Er werd daarom een tweeledig ontwerp opgemaakt voor het geval van overbrugging en voor het geval van afdamming van genoemd vaarwater.

Het Sloe zou worden overgegaan tusschen de dijken van de Jacob- en Suzannapolders, ongeveer 400 M. benoorden de plaats, waar de spoorwegdam later gelegd is. De afstand van dijk tot dijk bedroeg daar 1475 M.; de grootste diepte 13.7 M. onder gierstrooms-hoogwater (ongeveer 11.5 M. onder AP.)

De lengte der overbrugging zou 218 M. bedragen hebben, verdeeld in drie openingen van 50 M., waarover eene vaste-, en twee openingen van 20 M., waarover eene draaibrug. De hoogte der rails was aangenomen op ruim 2 M. boven den hoogst bekenden waterstand.

De ontworpen dam had (zie figuur 2, plaat 21), eene kruinshoogte van 4 M. boven gierstrooms-hoogwater; de rail lag 69 c.M. daarboven. De kruinsbreedte was 6.4 M., dus voor enkel spoor. Er bestond echter gelegenheid, die later voor dubbel spoor te verbreeden. Het noordelijk talud was $3\frac{1}{2}$, het zuidelijk 3 op 1. Ter hoogte van gierstroomsvloed had men aan de noordzijde een berm van 6, en aan de zuidzijde een van 4 M. breedte. De grondvulling onder water was besloten tusschen twee rijzen dammen. De kruin van den zuidelijken, hoog 1 M. beneden gierstrooms-hoogwater, breed 5 M.; de kruin van den noordelijken 1 M. lager en breed 6 M. De buitentaluds bestort volgens de kromme lijn van Bossut en Viallet (*), het buitentalud aan den zuidelijken dam $1\frac{1}{4}$ op 1; dat van den noordelijken dam 1 op 1. De rijzen dammen verkregen dus ter hoogte van laagwaterpeil eene breedte van ruim 14 en 12 M.

In eene zeer belangrijke nota, gedateerd 17 Maart 1857, ontwikkelden de ingenieurs van de lijn Vlissingen-Venlo hunne, op waarnemingen gegronde zienswijze omtrent de gevolgen der afdamming van het Sloe op de overige Zeeuwsche stroomen. Hunne gevolgtrekkingen komen overeen met die van de commissie van 1845.

Het dwarsprofil van den Sloedam, zooals dat in 1864 voor het algemeen ontwerp van den staatsspoorweg aangenomen werd, is in figuur 3, plaat 21, voorgesteld. In beginsel komt dit profil met dat van vroegere ontwerpen overeen. De afmetingen en details moeten echter geheel als voorloopige beschouwd worden.

Zooals bekend is, werd eerst in 1865 omtrent de wijze van overgang van het Sloe beslist. Aanvankelijk werden dan ook, van dit gedeelte spoorweg, door de administratie der staatsspoorwegen, twee plannen overwogen, een met overbrugging en een met afdamming.

De kamer van koophandel te Middelburg en anderen, verklaarden eene overbrugging ten nadeele van den handel, omdat het vaarwater daardoor onbruikbaar zou worden voor zeeschepen en voor een groot deel ongeschikt voor de binnenvaart. Alleen in de afdamming van het Sloe en het graven van een kanaal van Vlissingen naar Middelburg in verbinding met de haven van deze plaats, zag men het eenige, maar dan ook onfeilbare middel om handel, welvaart, voordeelige exploitatie van den spoorweg en het staatsbelang in hooge mate op te voeren, het laatste uithoofde van de aan te winnen schorren en de mindere kosten van eenen dam dan van eene brug.

Naar aanleiding daarvan werd door den eerstaanwezend ingenieur der staatsspoorwegen te Vlissingen in 1862 een uitvoerig rapport uitgebragt, waarin de kwestie van afdamming in al hare bijzonderheden en gevolgen overwogen werd.

Daarin werd aangetoond, dat de groote vaart door het Sloe, die wegens den spoorweg nog verminderen zou, onbeteekenend was en even als de kleine vaart zich zeer goed naar het getijde, waarvan de loop in het gegeven geval gunstig was, regelen kon, weshalve het geringe oponthoud door de Sloebrug te veroorzaken, inderdaad niet schaden zou aan den handel, die toch zooveel belemmering ondervond wegens ondiepte van de Middelburgsche haven, en eventueel ook in het Walchersche kanaal met zijne sluizen en bruggen aan tijdverlies bloot zou staan. Het gevoelen werd daarin ontwikkeld dat de spoorweg en het staatsbelang, als zoodanig, veel gebaat zou worden door eene handelshaven te Vlissingen, maar niet door een kanaal dat hoofdzakelijk alleen de locale belangen van Middelburg bevorderen zou, dewijl de vaart van de Westerschelde op Holland hoofdzakelijk door het kanaal van Zuidbeveland zou kunnen plaats hebben.

Volgens raming overtroffen de kosten van eene brug wel is waar die van eenen dam wanneer men elk werk afzonderlijk beschouwde; maar bleven zij niet minder dan twee millioen gulden beneden de totale som, vereischt voor een dam met kanaal en verder daartoe behoorende werken.

Met de conclusie van de commissie van 1845 „dat de afdamming eer vóór- dan nadeelig wezen zou voor de aanliggende Zeeuwsche stroomen" werd niet ingestemd, maar integendeel de vrees uitgesproken van verderen achteruitgang van de reede van Rammekens en

(*) *Recherches sur la construction la plus avantageuse des digues*, (Paris, 1764.) p. 22.

verzanding van de Zandkreek en het Veergat, waardoor te eeniger tijd het Walchersche kanaal tot de Roompot zou moeten verlengd worden.

---

§ 4.

Afmetingen en zamenstelling van den spoorwegdam.

In verband met de algemeene rigting van den spoorweg op Walcheren en Zuidbeveland is de dam gelegd op het naauwst gedeelte van het Sloe, niet ver van de plaats door de staatscommissie van 1845 aanbevolen. Het vaarwater veranderde hier zeer weinig in de laatste jaren; het scheen het normaalprofil van den zeearm te zijn. Dit ware vooral van belang geweest, ingeval van overbrugging.

De spoorwegdam is lang, van dijk tot dijk, 1000 M. Daarvan liggen 35 M. op de zeedijken; 370 M. op het schor van den Jacobpolder; 230 M. op het natte strand en 365 M. tusschen de laagwaterlijnen van het voormalig vaarwater.

De kruin is aangelegd voor dubbel spoor, en alzoo breed 10 M. Hare hoogte is 6 M. boven AP., zijnde ongeveer 2 M. boven den hoogstbekenden waterstand in het Sloe, en even hoog als het hoogste dijkvak van Walcheren langs het Veergat.

Daar de ondervinding geleerd heeft, dat de dam door de Oosterschelde twee jaren na zijne voltooijing gezakt was, in het voormalig vaarwater 6 percent en op de zandplaten 5 percent der hoogte, is de kruin van den Sloedam, wegens te wachten nazakking hooger opgeleverd: in het diepst van het vaarwater, alwaar 16 à 17 M. ophooging bestaat, 1 M. en op het voorland van den Jacobpolder, alwaar de ophooging ruim 4 M. is, 2 d.M. Ook de bermen zijn, naar evenredigheid der ophooging, hooger gemaakt.

In het voorbijgaan zij opgemerkt, dat de kruin van den Sloedam op den 20sten Augustus 1872, dus 8 maanden na hare voltooijing, zeer regelmatig gezakt was, in het vaarwater 42 en op het schor 26 c.M.

De zuidelijke berm verbindt den rijks grooten weg op Walcheren met dien op Zuidbeveland. Met het oog hierop is hare breedte op 10 M. bepaald, waarvan 5 M. tot rijweg bestraat zijn. De as van dezen rijweg ligt ter hoogte van 4.4 M. boven AP. of 40 c.M. boven den hoogstbekenden waterstand in het Sloe, en daar, bij zulke buitengewoon hooge vloeden, de windstreek voor de zuidzijde van den dam altijd eene aflandige is, waarbij slechts deining en geen golfslag plaats heeft, zal de weg wel te allen tijde bruikbaar zijn. Langs den straatweg is eene stevige afheining geplaatst.

De noordelijke berm ligt in de voorlijn 3.7 M. boven AP. of ruim 2 M. boven den dagelijkschen vloed. Deze groote hoogte is wenschelijk, omdat het gewigt van den berm de vastheid van den rijzendam bevordert, en bij lager aanleg, bijv. 1.5 M. boven hoogwater, volgens de waterstanden in het tijdvak 1856—1867 in de Zandkreek voorgekomen, telken jare ondervloeijing zou moeten verwacht worden, waardoor het voordeel van kleiner aanlegkosten zich verliezen zou in meerder onderhoud en minder weligen grasgroei. Vergeleken met andere waterkeeringen, zou eene breedte van 5 M. voor dezen berm voldoende geweest zijn; men nam echter 7.5 M. om den rijzendam des te meer uit het ligchaam van den spoorweg te kunnen brengen.

Het zuidelijk watertalud is 3 op 1. Op de heerschende winden gelegen, mogt dit, ter wille van het onderhoud, niet steiler gemaakt worden. Het zuidelijk beloop boven den berm is $2\frac{1}{2}$ op 1. Deze helling laat nog eene digte grasbegroeijing toe.

Het op de stormstreek gelegen noordelijk watertalud daalt onder 4 op 1. Deze vlakke ligging is nuttig, niet alleen voor den golfslag, maar ook voor het ijs, dat eventueel uit het Schenge medegevoerd, zich aan den spoorwegdam verzamelen zal en dan, bij storm, eene aanleiding te meer tot schade is. Boven den berm kan het noordelijk beloop bij hooge stormvloeden, gedurende korten tijd, aan golfslag bloot staan; het is daarom 3 op 1 genomen.

Bij het bepalen van de dikte der kleibekleedingen is men te rade gegaan met die, in de laatste jaren voor dijksverbeteringen en nieuwe dijken in Zeeland voorgeschreven.

De watertaluds zijn met steenglooijing bezet. Dit verdedigingsmiddel is uithoofde van de duurzaamheid gekozen. Eene steenglooijing intusschen, zooals die volgens § 56 der Algemeene Voorschriften gemaakt moet worden uit vlakke steenen, zoo behandeld dat zij, onder een effen vlak, onwrikbaar vastkomen, is voor ophoogingen van 14 M. en meer, zooals er bij den Sloedam zijn, niet wenschelijk. De onwrikbaar gezeten steenen kunnen niet volgen de sterke, vaak onregelmatige inklinking van den grond; zij blijven hier en daar als gewelfsteenen op elkander drukken, maar bedekken den onderliggenden grond niet, zooals de ondervinding genoegzaam leert. Om dit euvel te ontgaan, zonder de voordeelen van eene steenen bekleeding prijs te geven, zijn de steenen niet te vast sluitend gezet, tusschen rijen gecreosoteerde

sparren, dienstdoende als gewone staken en tevens min of meer als perkoenpalen.

Vroeger werden, hetzij als hulpmiddel tot het afsluiten van den stroom, hetzij tot steun van de grondvulling, bij het afdammen van vaarwaters, en het maken van onder water komende gedeelten van landhoofden en dijken, steeds twee rijzen dammen noodig geacht, zooals onder anderen voorgesteld of gevolgd zijn bij het ontwerp tot afdamming van het Sloe in 1810, in § 51 van de *Dijksbouw* van Caland; bij den dam door de Oosterschelde; de landhoofden van de brug over het Hollandsch diep, en den ontworpen afsluitdijk voor de droogmaking van de Zuiderzee (*).

Zooals ook uit § 3 van deze verhandeling af te leiden is, ging men daarbij uit van het denkbeeld dat tot het afdammen van breede geulen en vaarwaters eerst een breed fundament beneden laagwater gemaakt moest worden, een aarde- of kleikist, door zinkstukken omsloten en zooveel mogelijk in waterpasse lagen opgewerkt, om dan daarop de afsluiting van laag- tot hoogwater, met een pakwerk of kleikade tot stand te brengen.

Deze wijze van afdammen, waarbij het veel tijd vorderend, grootste en moeijelijkst uit te voeren gedeelte van het werk, in *stroomend* water zou moeten gemaakt worden, is bij den Sloedam niet toegepast. Integendeel, bij het ontwerpen van dat werk en het redigeren van het bestek, werd men geleid door de meening dat *eerst* het vaarwater tot stormvloedshoogte moest worden afgesloten door een in korten tijd te verkrijgen dam, van klein profil maar hechte zamenstelling, en die niet alleen van den bodem opwaarts maar gelijktijdig van de oevers naar het midden gemaakt moest worden, om dan daarna, in *niet stroomend* water, zoowel het beneden als boven laagwater komend grootste gedeelte van het werk te kunnen uitvoeren. Tot deze wijze van werken was men in hoofdzaak, ook bij de afdamming der Oosterschelde gekomen.

Tot digting van het Sloe is dus maar één rijzendam gemaakt, die in het noordelijk gedeelte van het profil geplaatst is, om de grondvulling, tijdens de uitvoering, tegen golfslag uit het noorden en noordwesten, te dekken.

In verband met den waterstand, waarop het tij kenterde, werd de kruinshoogte van dien dam op 1 M. onder AP. bepaald. De kruinsbreedte werd op 17.5 M. vastgesteld, opdat eene tot stormvloedshoogte reikende kade van voldoend profil, die tevens tot hulpspoor kon dienen, zou kunnen worden opgewerkt. De zijtaluds nam men 1 op 1; steiler was niet wenschelijk, omdat eenig zinkstuk alligt uit de raai te liggen komt. Het dwarsprofil verkreeg bij deze afmetingen op de grootste diepte h, een inhoud van 2.67 h^2. Dit profil werd ook gevorderd om den onder water betrekkelijk niet zwaren dam van rijshout tegen gronddruk en andere daarop werkende krachten, bestand te maken.

Had men in plaats van één dam, twee dammen willen maken, zonder daarvoor meer rijshout te gebruiken, men zou daaraan slechts 6 M. kruin, en 1.57 h^2 doorsnede, kunnen gegeven hebben.

De rijzen dammen, door den inspecteur Schraver ontworpen, hadden elk een dwarsdoorsnede van 3.21 h^2; die door den hoofdingenieur Caland voorgesteld van 3.36 h^2; die aan den Scheldedam van 4.5 h^2; die aan het Hollandsch diep van 2 h^2; die ontworpen voor den afsluitdam in de Zuiderzee van 2.65 h^2.

Indien voor laatstgenoemden dijk op slechts één rijzen dam gerekend ware, zou men gereedelijk tot de gevolgtrekking gekomen zijn, dat er voor het afsluiten van een gedeelte der Zuiderzee op verre na geen acht jaar noodig is (*).

Tegen het steil beloop van den rijzendam is, aan de noordzijde, een vlakker van 2½ à 3 op 1 met zand aangeplempt. Deze onderzeesche voetversterking sluit de rijzenmassa van den zeeworm af en is verdedigd door eene ruime steen-, klei- en zandbestorting op zinkstuk.

Oordeelde men, tot afdamming van het Sloe, met één rijzendam te kunnen volstaan, ter weêrhouding van de grondvulling onder water meende men er in het geheel geen te behoeven. In plaats van zulk een stapel rijshout, schreef het bestek, ter vorming van den onderzeeschen zuidelijken voet, dan ook grondvulling voor, op het diepst der geul door een 2 à 3 M. hoogen drempel van zinkstukken gesteund, en wijders tegen vervorming bekleed met dekstukken, die als eene voortzetting van de verdediging boven laagwater te beschouwen zijn. Door genoemde stukken in de breedte opdragend over elkander te doen vallen, zooals plaat 21, figuur 4 aanduidt, kon de grondvulling laagsgewijze en onder hellingen van 8 op 1 aangestort worden, terwijl de gangboorden der stukken kwamen te liggen onder 5 op 1.

Onder de uitvoering is gebleken, dat de taluds en de wijze van zamenstelling van den onderzeeschen voet juist gekozen waren.

(*) *Proeve van een ontwerp tot afsluiten, indijken, droogmaken enz. van de Zuiderzee*, door den inspecteur J. A. Beijerinck.

(*) Zie *Proeve* van den heer Beijerinck, 2de herziene druk, bl. 21.

Wegens zijne geaardheid moest de Sloebodem, tot op behoorlijken afstand uit de eigenlijke afdammingswerken, tegen ontgronding en verdieping beveiligd worden. De vorm, grootte en juiste plaats der daartoe noodige grondbezinking moest, volgens het bestek, onder de uitvoering, op voorstel van- en in overleg met den aannemer nader bepaald worden. Deze verlangde, op grond van de stroomversnelling en overstorting, welke hij verwachtte, de afmetingen aan te houden, die in hoofdzaak op de besteksteekening aangegeven waren. De grondbezinking verkreeg derhalve op het natte strand van den Zuidbevelandschen oever 18 M. en in het diepst van het vaarwater 82 M. breedte. Zij werd aldaar zoo gelegd, dat het buitenste gangboord aan de noordzijde 35 en aan de zuidzijde 15 M. uit den teen van den rijzendam kwam.

Onder den Walscherschen wal is aan de grondbezinking een vorm gegeven, die strookte met eene verdediging van den steil staanden oever van den Suzannapolder. De versnelde stroom en de neêren, die ongetwijfeld aan de afdamming gepaard zouden gaan en waardoor alligt afschuivingen konden ontstaan, hebben er toe geleid dezen oever van laagwater tot de grootste diepte, over eene lengte van 375 M., met kraagstukken te bezetten.

§ 5.

De uitvoering van den spoorwegdam in het jaar 1871.

De wijze van afdamming, bij bestek nº. 450 der Staatsspoorwegen in hoofdtrekken voorgeschreven, is bij de uitvoering geheel gevolgd.

Zij kwam hierop neder:

Eerst den steilen onderzeeschen oever van Walcheren over voldoende lengte verdedigen; dan den bodem van het vaarwater door bezinking tegen verdieping vrijwaren; vervolgens op den oever boven laagwater een aarden- en op de bezinkingen beneden laagwater een rijzen afsluitdam maken, van zoo klein raadzaam een profil, maar over welks watervrije kruin gespoord kon worden, om daarna deze afsluiting tot den vereischten vorm van den spoorwegdam uit te breiden.

Zoodra het, na den strengen winter van 1870—1871, open water was, werden bouwstoffen voor het werk aangevoerd en wel zoo krachtig, dat in de eerste helft van April reeds 460 000 bos rijs en 3000 scheepston steen aan den dijk van den Suzanna-polder in voorraad lag. In de week van 22 tot 30 Maart, zijn niet minder dan 65 scheepsladingen materialen en gereedschappen gelost.

Steeds is gezorgd voor een ruimen voorraad bouwstoffen en hoewel deze maatregel kostbaar was, wegens uitgaven voor opslaan, overladen enz., zoo is hij niettemin aanbevelenswaardig, omdat door langdurigen tegenwind, ruw weder of andere omstandigheden de aanvoer zeer ligt vertraagd kan worden, tot groote schade voor het werk.

Dingsdag den 7den Maart is het eerste kraagstuk ter bekleeding van den onderzeeschen oever van den Suzannapolder gezonken. Deze bekleeding is van het noorden naar het zuiden aangebragt, opdat eventueel op elkander vallende stukken met den vloed strijkend zouden liggen. Zij is den 23sten Maart voltooid. Tot dragt der zinkstukken zijn alvorens eenige onregelmatige oevervakken met schorgrond aangeplempt, en is de kuil, vermeld in § 2, met vletgrond en zand en voorts met een paar ladingen steen en puin aangevuld tot 9 à 10 M. beneden AP. Daartoe werden de te lossen vletschuiten, met eenige tusschenruimte, boord aan boord vastgemaakt, ter gewenschte plaats boven den kuil gelegd, en gemeerd aan de boeijen van zware ankers, waaraan de vaartuigen van tijd tot tijd, allen tegelijk, verhaald werden.

Nu moest de bodem van het vaarwater bezonken worden en wel, om de bewegelijke zanden van den Zuidbevelandschen oever niet te verjagen, van dien oever naar den reeds verdedigden Walcherschen.

Uithoofde van een sints geruimen tijd hangende onteigenings-procedure tusschen het Rijk en ambachtsheeren van 'sHeer Arendskerke, mogt echter over genoemden Zuidbevelandschen oever niet beschikt worden, zoodat met de afdamming niet kon worden voortgegaan.

Gelukkig kwam het weldra tot een accoord. De werken werden den 11den April hervat, door het plaatsen van het eerste stuk der grondbezinking. Vóór het eerst volgend giertij was, in aansluiting met de overbekleeding van den Suzanna-polder, de bodem van het vaarwater ter breedte van ongeveer 25 M. met een strook zinkstukken bezet.

Inmiddels was op het voorland van den Jacobpolder over ongeveer 400 M. lengte een kade geschuijerd van 3 M. kruinsbreedte, gelegen binnen het profil van den definitieven dam, reikende tot boven gierstrooms hoogwater, aan den kop met klei en noodbeslag verdedigd en door een plasberm aan de stukken der grondbezinking verbonden. Deze kade werd verhoogd en verzwaard, tegelijker tijd, dat de bezinking van den bodem van het vaarwater verbreed werd.

De grondbezinking, die den laatsten April gereed kwam, bestaat uit 16 stukken, aangebragt in drie strooken (zie plaat 23, figuur 1).

Bij de uitvoering er van slaagde men niet altijd gelukkig.

De trossen van een op de constructie-plaats gereed liggend stuk van 1540 M²., dat den 21sten April zou gezonken zijn, waren niet voldoende vastgemaakt. Het stuk werd vlot, dreef over den vloed naar de Zuidvliet, en strandde aan den Bastiaan de Lange-polder, gelegen op 3000 M. benoorden den Sloedam. Onder het drijven begaven er zich een dertigtal rijswerkers op en bragten een anker uit, om de vaart zoo mogelijk te stuiten, maar de proppen vlogen met geweld uit de rijsvulling. Het gelukte met veel inspanning, het gestrande stuk weder vlot te krijgen en tusschen eenige inmiddels nagezeilde schepen over de eb naar het werk terug te voeren alwaar het, een volgend tij met goed gevolg, aan den grond gebragt is.

Het stuk op den 26sten April gezonken, is te laat geballast; het was eerst ter zinking gereed, toen de eb reeds zoo sterk was, dat twee der ankers doorgingen. Hierdoor kwam het landeind 2 M., en het zeeëind 15 M. uit de verlangde rigting aan den grond. Het onbedekte oevervak is met klei, puin en steen bestort.

Ook de zinking van het grootste der bij de Sloe-afdamming gebezigde stukken, op den 27sten April, is niet best gelukt. Het stuk, lang 151, breed 20 M., lag voor 20 ankers uitmuntend in de raai; de beballasting ging aanvankelijk geregeld, maar geraakte later, op het westelijk gedeelte achterlijk, omdat het daarliggend steenschip te weinig handsteen en te veel zware steen in de lading had. Het oogenblik van zinken kon ondertusschen niet meer verschoven worden. Het te gering geballaste gedeelte stuk volgde het overige snelzinkende niet voldoende na, schepte eb, en keerde om. Er stond op die plaats 8 M. water.

Bij nader onderzoek naar de gesteldheid van het stuk bleek, dat het oostelijk vak, lang 100 M. goed in de raai en vlak gezonken lag, afgescheurd van het middenvak lang 40 M., hetwelk met het zuidelijk gangboord aan den grond zat, maar overigens steil overeind stond, afgebroken van het westelijk vak, lang 11 M. dat behoorlijk op den bodem lag.

Het vlottend middenvak, hetwelk inmiddels aan twee steenschepen en eenige vletschuiten vastgemaakt werd, scheurde door den ebstroom weldra in tweeën, maar sloeg neêr toen de vloed inviel. Wel overlegde beballasting, gepaard met geleidelijke viering der zinklijnen, bevorderde deze beweging en had ten gevolge, dat ook dit gedeelte van het stuk behoorlijk aan den grond kwam, zooals door peilingen en uit de boeijen bleek.

Ook hier heeft dus de ondervinding geleerd, dat de zinking van zeer lange stukken, al is die aan een bekwaam aannemer toevertrouwd, weinig kans van welslagen heeft. Afgaande op hetgeen de ervaring bij de Sloe-afdamming en bezinkingen van andere Zeeuwsche oevers aan de hand gaf, zou men als leiddraad bij het bepalen der afmetingen van dwars-strooms-zinkstukken kunnen aannemen, dat in het belang eener geregelde beballasting en gelijkmattge zinking, de *lengte* der stukken niet grooter mag genomen worden, dan:

Voor stukken breed	10 M.	6maal de breedte			
" " "	15 "	5.5	"	"	"
" " "	20 "	4.5	"	"	"
" " "	25 "	3.5	"	"	"
" " "	30 "	2	"	"	"
" " "	50 "	1	"	"	"

Aan zeestranden en aan oevers, waar golfslag of zeer onregelmatige stroomen het zinken bemoeijelijken, zal de lengte in verhouding tot de breedte nog minder moeten zijn.

Op de grondbezinking is binnen het profil van den rijzendam, en dus deel daarvan uitmakende, eene tweede laag stukken gezonken, opdat mogelijk minder volkomen bedekte plaatsen van den bodem te beter verzekerd zouden worden. Daarna is het opzinken van den rijzendam van de oevers naar het midden, en van beneden naar boven, zóó krachtig voortgezet, dat de kruin den 14den Junij bij laagwater, over de geheele breedte van het voormalig vaarwater boven kwam.

Toen is het Sloe voor het eerst te voet gepasseerd.

Aan de boorden, alwaar de stukken slechts weinig beneden laagwater vielen, is door kleivullingen, gedekt met rijslagen, ieder tij belanrijke ophooging in het vaarwater verkregen kunnen worden, even als door zandplempingen, ter bevordering der digtheid en vastheid van de rijswerken, aangebragt. Er stroomde veel van dit zand weg, maar van de groote hoeveelheid, die gelost werd, bleef toch altijd een gedeelte liggen.

In het eerste tijdvak der afdamming gaf de tijkentering, die 2 à 3 uur na hoogwater voorviel, goede gelegenheid tot zinken, terwijl de geringe stroom, die daarop volgde, toeliet tot 2 uur vóór hoogwater, ballast na te storten. Elk tij kon dus een stuk worden gezonken en met steen bestort. Gelijktijdig werd een ander gereed gemaakt.

Naarmate het vaarwater vernaauwde, nam de duur

der tijkentering af en werd het zinken moeijelijker, maar konden daarentegen de stukken kleiner genomen en gemakkelijker behandeld worden.

In verband met de stroomrigting, voor het afdrijven vereischt, is de vooroever van den Suzanna-polder, even bezuiden het hulpveer, tot constructieplaats der zinkstukken gekozen.

De gangboorden der stukken zijn, vooral aan de vloedzijde, steeds het zwaarste met steen belast, het midden der stukken met vletgrond, steen en zand. De onderzeesche kruin van den rijzendam verkreeg hierdoor zekere ronding, die den wederstand tegen den stroom vermeerderde.

De ophooging van elk der stukken is te beoordeelen uit het hieronder volgende resultaat der vóór en na de zinking verrigte peilingen.

Gedeelte rijzendam in het vaarwater tusschen de dieptelijnen van 7 M. onder AP., lang 120 M.

Aantal stukken van 40 c.M. rijsvulling op elkander geplaatst.	Vak, lang 40 M., aan de Walchersche zijde.			Vak, lang 40 M., in het diepst van het vaarwater.			Vak, lang 40 M., aan de Zuidbevelandsche zijde.		
	Gemiddelde diepte — AP.		Ophooging.	Gemiddelde diepte — AP.		Ophooging.	Gemiddelde diepte — AP.		Ophooging.
	vóór de zinking.	na de zinking.		vóór de zinking.	na de zinking.		vóór de zinking.	na de zinking.	
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
1 (grondbezinking)	9.3	8.43	0.87	10.—	8.9	1.1	8.25	7.5	0.75
2	8.43	7.2	1.23	8.9	7.83	1.07	7.5	6.4	1.1
3	7.20	6.43	0.77	7.83	7.34	0.49	6.4	5.75	0.65
4	6.43	6.03	0.4	7.34	6.4	0.94	5.75	4.9	0.85
5	6.03	5.45	0.58	6.4	5.8	0.6	4.9	4.26	0.64
6	5.45	4.9	0.55	5.8	5.7	0.1	4.26	3.5	0.76
7	4.9	4.15	0.75	5.46	4.77	0.69	3.5	2.62	0.88
8	De overige stukken			5.02	4.38	0.64	De overige stukken		
9	beslaan niet het geheele			4.38	3.9	0.48	zijn te veel met zand		
13	vak, of zijn te veel met			4.17	2.13	2.04	en klei opgehoogd om		
16	klei opgehoogd om hier			2.13	1.—	1.13	hier in aanmerking te		
	in aanmerking te komen.						komen.		
Te zamen met 7 stukken . . .			5.15	met 16 stukken . .		9.28	met 7 stukken . .		5.63
Gemiddeld met één stuk. . . .			0.73			0.58			0.80

Gemiddeld 0.67 M.

In de eerste twee maanden na de voltooijing zakte de rijzendam, uithoofde van den zwaren last op zijne kruin, in het midden van het vaarwater, nog 1.8 M. De zinkstukken, die toen gerekend konden worden vast ineen te zitten, hebben dus eene dikte behouden van gemiddeld $0.67 - \frac{1.8}{16} = 0.56$ M.

Eene bijna gelijke uitkomst is bij de afdamming der Ooster-Schelde verkregen. Daar liggen in de voormalige vaargeul 6 stukken van 43 c.M. rijsvulling op elkander, geheel volgens de Algemeene Voorschriften gemaakt en die, dewijl zij met laagwater bloot vielen, tot ruim den bovenkant der tuinen, zeer regelmatig met steen en vletgrond zijn belast kunnen worden. Toen zij eenigen tijd het gewigt eener kleikade getorscht hadden, bedroeg hunne gemiddelde dikte nog 58 c.M.

Geen der zinkstukken van den rijzendam is mislukt; de grootste afwijking uit de raai bedroeg slechts 1.5 M. Door den fellen stroom zijn echter herhaaldelijk schaden beloopen, waarvan de voornaamste hieronder vermeld worden.

Wegens onstuimig weder op voorafgaande dagen, zijn den 3den Mei twee stukken gezonken, één ten tijde van half eb, en één omstreeks een uur na laagwater. Van het laatste, dat niet tijdig overvloedig met steen bestort is kunnen worden, kwam in het felst van den vloed het zee-eind, ter oppervlakte van 50 M². naar boven, scheurde af, en dreef de Zandkreek in, alwaar het in den omtrek van Cats strandde.

Tijdens de eb van 23 Mei kwam een gedeelte zinkstuk boven water; het is echter dadelijk met steen bezwaard en aldus behouden.

Ook den 1sten Junij ligtte een zinkstuk, wegens den fellen ebstroom. Het water daalde dien dag tot 2.20 M. onder AP., zoodat men gelegenheid had, de schade behoorlijk in den drooge te herstellen. Niet alleen in dit

stuk, maar ook op andere hier en daar droogvallende plaatsen van den rijzendam zijn toen, ter bevestiging der gezonken lagen onderling, in navolging van hetgeen wijlen de heer Caland in § 51 van zijn *Dijksbouw* aanbeveelt, slieten en sparren ingeheid.

In een van de moeijelijkste tijdperken der afdamming ontstond onder de kleivletters eene finale werkstaking, welke drie dagen aanhield, zonder de minste wanorde onder de overige arbeiders te veroorzaken, en door toezegging van eene geringe vrachtsverhooging eindigde, hoofdzakelijk omdat de vletters zagen, dat ook zonder schorkloeten, alleen met steen, zeer goed gezonken kon worden.

Reeds in het begin van Junij — dus vóór dat het Sloe tot laagwater afgedamd was — begon men op de kruin van den rijzendam, zoover deze op laagwater bloot kwam, aan beide oevers een pakwerk op te werken, breed in aanleg 10 tot 11 M.; aan de Zuidbevelandsche zijde in aansluiting met en ter verlenging van het aardewerk van het gedeelte dam op het voorland van den Jacobpolder, dat toen reeds bijna tot bermshoogte aangehoogd was en op het noordelijk talud van de definitieve verdediging voorzien werd.

Om te beletten dat de versnelde stroom langs den kop van dit aardewerk schuren zou, is regthoekig op den dam eene dwarskade van ongeveer 60 M. lengte uitgebragt.

Zoodra het Sloe tot laagwater was afgedamd, is het pakwerk zoowel aan de Walchersche als aan de Zuid-Bevelandsche zijde verlengd, laagsgewijze van de boorden naar het midden; de hoogere gedeelten aan de oevers, met trappen op de lagere in het voormalig vaarwater afgaande. Er werd nooit meer aangelegd dan met zekerheid voor den eerstvolgenden vloed kon gereed komen.

Naarmate het pakwerk vooruit gewerkt werd, is op het noordelijk gedeelte van zijn 4.5 tot 5 M. breede kruin, eene kleikade opgeworpen, breed in de bazis 2.2 en op de kruin 0.4 M., reikende tot 3.4 M. boven AP. Op den 12den Julij verkreeg het laagste punt van het pakwerk de hoogte van 2 M. boven AP. Het Sloe was toen tot boven gewoon hoogwater afgedamd. Voor het eerst hield alle watertoevoer uit de Westerschelde naar de Zuidvliet op. Daags te voren passeerde ten tijde van hoogwater — hoewel niet zonder gevaar — nog een ledig tjalkschip in de rigting van Vlissingen naar Veere.

Door de reeds gemaakte gedeelten kleikade te verbinden verkreeg men, weinige dagen na de sluiting, in het vaarwater eene doorgaande keering ter hoogte van zomer-stormvloeden.

Er zijn aanvankelijk van week tot week, en later om de veertien dagen en de maand, uitvoerige teekeningen gemaakt van den stand der werken. Daaraan is het lengte- en dwarsprofil ontleend, dat op plaat 22, figuur 1, gegeven is, en waaruit de vorderingen van het werk, wel niet in bijzonderheden, maar toch in hoofdzaak op te maken zijn.

Men heeft bij de afdamming van het Sloe met groote stroomsnelheid en belangrijk verval te doen gehad, zooals uit de volgende tabel blijkt.

Datums. 1871.	Grootste verschil in waterstand tusschen de eene en de andere zijde der afdammingswerken.		Snelheid per seconde.		Aanmerkingen.
	Hooger ten noorden, tijdens de eb of de voorvloed uit het Veergat.	Hooger ten zuiden, tijdens den vloed.	Van de eb of voorvloed, rigting van noord naar zuid.	Van den vloed, rigting van zuid naar noord.	
	c.M.	c.M.	M.	M.	
19 April.	—	6	—	—	Den 19den April was aan de Walchersche zijde nog geen opstuwing waar te nemen. Het grootste verschil in waterstand, bij de afdamming der Oosterschelde, bedroeg slechts 35 c.M., hooger ten zuiden dan ten noorden van het werk.
6 Mei.	—	7	—	1.8	
14 »	6	8	1.33	—	
20 »	20	9	2.00	1.96	
30 »	30	—	3.00	—	
2 Junij.	50	14	3.00	2.00	
9 »	55	20	—	—	
15 »	—	27	—	—	
19 »	—	40	—	3.18	
25 »	—	50	—	—	
30 »	—	80	—	3.33	
5 Julij.	—	104	—	—	
8 »	—	82	—	—	
11 »	—	61	—	—	
13 »	—	62	—	—	

Onder bijlage B zijn eenige der gedane waarnemingen in haar geheel medegedeeld. Die van den 2den en den 30sten Junij zijn op plaat 22, figuur 4, grafisch voorgesteld. Alleen met geoefend personeel en goede werktuigen is het mogelijk, zulke groote snelheden met eenige naauwkeurigheid te meten.

Het verdient vermelding dat, terwijl de stroom zeer hevig door het gat trok, op eenige meters afstand bovenwaarts bijna stil water gevonden werd. Eigenlijke stroom-*versnelling*, ten gevolge van vernaauwing van het doorstroomingsprofil, had men in deze periode der afdamming niet meer. Het werk was een overlaat geworden, over welks kruin het hooger zuidelijk pand van het Sloe, in het lager noordelijk pand ontlastte.

Indrukwekkend was het, te zien, hoe in het begin van Julij, de wel zeer beperkte, maar op hoogwater toch nog meer dan 140 M. breede Sloe-stroom, met circa 1 M. verval, over de afdammingswerken stortte. Schuimend en bruisend vloog het water door het gat en bragt de uitgestrekte plas daar benoorden over wel 400 M. in beroering. Steenen van 40 à 60 K.G. werden door den stroom van het pakwerk gewenteld, indien zij niet tusschen daartoe opzettelijk geslagen staken geklemd lagen.

Om den stroomloop meer in bijzonderheden te leeren kennen, zijn bij stil water op vaste punten boeijen gelegd, waaruit door meting, en, waar dit te gevaarlijk was, volgens schatting, de door het schuim aangegeven neêren en stroomrigtingen bepaald zijn. Ook de vorm der overstorting is, zoo goed het kon, opgenomen. Men heeft getracht het resultaat van deze opnemingen in figuren 2 en 3, plaat 22, voor te stellen.

Door de felle stroomen is het werk herhaaldelijk beschadigd en ofschoon ze slechts enkele tijen bestaan hebben, is niettemin de Sloebodem in het vaarwater er beduidend door verdiept, en wel op 100 M. ten noorden van de spoorweg-as of 20 M. buiten de grondbezinking, 2 M., en in het geheele profil gemiddeld 53 c.M.; op 150 M. uit genoemde as, op zijn meest 1.2 M. en gemiddeld 40 c.M. In het natte strand van den Zuidbevelandschen oever neêrde bovendien eene uitgebreide kom van 2 à 3 M. diepte.

Bezuiden den dam stond, na de afdamming, op 100 en 150 M. uit de spoorwegas gemiddeld 20 c.M. minder water, dan vóór den aanvang van het werk.

In de eerste helft van Junij reeds, werd op behoorlijken afstand van het gat in den luwenhoek achter het toen begonnen pakwerk aan de Zuidbevelandsche zijde, grond per locomotief aangevoerd, uit een daartoe door bekading watervrij gemaakt gedeelte van het voorland van den Jacobpolder, en in den luwenhoek aan de Walchersche zijde gebaggerde, per klepschouw vervoerde, grond aangeplempt.

Toen men in Julij het vaarwater afsloot was dan ook het aarden profil van den dam op het natte strand van den Jacobpolder reeds bijna tot bermshoogte opgehoogd en tegen het zuidelijk talud van den rijzendam en het pakwerk bovendien, tot 130 M. uit de laagwaterlijn, een aarden hulpspoorbaan verkregen. Na de sluiting van het Sloe is dit hulpspoor over de kruin van het pakwerk, bezuiden de kleikade tot aan den dijk van Walcheren verlengd. Er kon nu den ganschen dag, bezuiden den rijzendam, over de geheele breedte van het voormalig vaarwater, per locomotief aangebragte grond gelost worden en ter zelfde plaatse per ponton aangevoerd, gebaggerd zand. In den regel kwamen echter alleen de waggons op het pakwerk te staan en bleef de locomotief op de reeds aangestorte verbreeding van grond.

Gelijktijdig werd aan de noordzijde een aarden talud tegen het pakwerk gemaakt, en tot vorming van den onderzeeschen voet, in ruime mate, van de platen gegraven zand, aangevlet. Bij de uitvoering van dezen voet deden zich geene bijzonderheden voor; hij was in het begin van September aangestort en met zinkstukken gedekt.

Wegens de zakking van de rijswerken, moest de kleikade herhaaldelijk opgehoogd worden. Bij den hoogen waterstand van den 20sten Julij waakte zij slechts 50 c.M.; het scheen een streep op den waterspiegel. Het geringe profil keerde echter met goed gevolg het verschil in waterstand van 60 c.M. op dat oogenblik bestaande.

De kleiachtige zandgrond uit het voorland van den Jacobpolder hield boven water onder een steil beloop stand, maar behoefde onder water, niettegenstaande de vermenging met plaatzand dat daar gelost werd, een talud van 6 à 8 op 1 om in rust te blijven. In de grondvulling ontstonden dan ook dikwijls vrij belangrijke afschuivingen. Op den 8sten September schoof over 40 M. lengte, eene massa van 3000 M³. plotseling naar beneden; de waterlijn kwam daardoor 20 M. binnenwaarts ter plaatse van het hulpspoor, dat onmiddellijk nazakte. Daar de grond, blijkens gedane peilingen, door den in Julij gezonken onderzeeschen rijzenvoet weerhouden was, en dus binnen het profil van den dam te liggen kwam, veroorzaakte deze afschuiving, evenals zoo veel andere, geen grondverlies, maar alleen eenig oponthoud.

De groote vorderingen, die inmiddels met de aarde-

werken van het gedeelte dam aan de Zuidbevelandsche zijde gemaakt werden, zijn genoegzaam op te maken uit plaat 23, figuur 2.

De grondvulling van den zuidelijken voet, beneden laagwater is, meest met gebaggerd zand, laagsgewijze opgewerkt. Telkens als de peilingen aanwezen, dat de verkregen ophooging overeenkwam met den bovenkant van een vooraf geplaatst zinkstuk werd, tot steun van de volgende zandlaag, binnen de taludlijn, weder een zinkstuk geplaatst. Op die wijze ontstond een vast strand, waarop de boven laagwater per locomotief aangevoerde grond rusten kon.

De zuidelijke voet is van de Walchersche naar de Zuidbevelandsche zijde achtereenvolgens afgewerkt. Naarmate hij gereed kwam, werd het watertalud van den zuidelijken berm onder profil gebragt en verdedigd. Men was dus aan de Walchersche zijde reeds aan de steengloojing bezig, toen aan de Zuidbevelandsche zijde de laatste stukken van den onderzeeschen voet nog gezonken moesten worden. Dit geschiedde den 22sten October.

Intusschen was het noordelijk watertalud tegen en op het pakwerk, dat daartoe zooveel noodig opgeruimd werd, gereed gekomen, den 1sten September bekramd, en den 15den October met steen bezet, zoodat het werk tegen noordwestelijke stormen gewapend was.

Voor den verderen stand van het werk in de eerste helft van October, wordt naar figuur 3, plaat 23 verwezen.

Nopens de verdere grondvulling van den dam, valt weinig mede te deelen. De laatste trein grond werd den 1sten December gelost. De kleibekleedingen, steengloojingen, bezodingen, bestratingen, enz. kwamen achtereenvolgend gereed. Het geheele werk werd den 21sten December 1871, dat is ruim zeven maanden voor den bepaalden tijd opgeleverd, opgenomen en goedgekeurd.

Deze vervroegde oplevering was voor Zeeland van groot gewigt.

Zij is dank te wijten:

aan de zeer gunstige ligging van de plaatsen der aardhaling die, door den loop der onderhandelingen met ambachtsheeren van 's Heer Arendskerke, eigendom werden van het Rijksdomein, en den aannemer gegeven zijn in ruil tegen bij het bestek aangewezen schorren:

aan de voortvarendheid van den aannemer, die, aangespoord door de uitgeloofde premie van *f* 10 000, voor elke maand, dat hij het werk vroeger dan den bepaalden tijd opleverde, geen kosten ontzag om spoedig klaar te komen;

aan de gunstige weêrsgesteldheid; en

aan de fortuin.

---

§ 6.

Hulpmiddelen bij de uitvoering en verdere aanteekeningen daartoe betrekkelijk.

Baggerwerk.

Voor het baggerwerk zijn twee nieuwe stoombaggermolens gebruikt, van nagenoeg gelijke zamenstelling en gelijk vermogen, geleverd door de Société L. Tilkin en Comp., te Boverie-lez-Liège. Van een daarvan volgt hier een beknopte beschrijving.

Het schip, lang 33, breed 5.4, hol 2.2 M., is vervaardigd uit plaatijzer van 5 à 6 m.M. dikte; de hoekijzeren spanten staan 50 c.M. uit elkander; de dekbalken, lijfhoutplaten, en verdere verbindingen zijn hoek- en plaatijzer; het rond het schip gaande lijfhout en het berghout zijn van eiken-, het dek, dik 5 cM. is van greenen-hout.

De twee horizontale stoomwerktuigen, tot drijving van den emmerketting, de palspil en de voedingspomp, zijn van hooge drukking, en hebben gezamenlijk 26 paardekrachten. Het ligten en strijken van den emmerladder geschiedt door een stoomtoestel; het ontlasten van het lekwater door eene stoompomp, tevens ingerigt tot voeding van den ketel. In de machinekamer staat bovendien eene handperspomp. De ketel met twee inwendige vuurplaatsen is bestand tegen eene stoomspanning van 4 atmospheren boven den dampkringsdruk, en is voorzien van alle toestellen bij de wet op het stoomwezen voorgeschreven.

De emmerladder is van eikenhout met ijzeren beslag; de emmerketting van best ijzer, aan de uiteinden gehard, de binnenschakels voorzien van gehard stalen ringen; de 30 emmers hebben elk 0.200 M³. inhoud, en rusten tusschen de schalmen van den emmerketting op ijzeren platen, breed 20 c.M.

Volgens het contract van levering moest het werktuig uit eene diepte van 8.5 M. beneden de waterlijn, per minuut, 12 met grindzand gevulde emmers kunnen opbrengen. Het schijnt bij eene proef te Luik aan deze bepaling voldaan te hebben.

Uit 25 waarnemingen, op het werk verrigt, is gebleken, dat de emmers in den tijd van gemiddeld 4½ minuut éénmaal rondgaan; dat in 29 à 30 minuten eene klepschouw van 30 M³. gevuld werd met vast plaatzand uit het Sloe, ter diepte van 5 à 6 M. opgebragt, en dat het werktuig dus in staat is om van dit zand 60 M³. per uur te baggeren, zijnde de emmers daarbij voor 75 ten honderd gevuld.

De stoombaggermolen is den 7den Maart 1871 aanbesteed; was den 15den Julij gereed en den 4den Augustus in het Sloe aan het werk. De kosten er van hebben, met inbegrip van den inventaris enz., *f* 27 000 bedragen.

Voor het vervoer van den gebaggerden grond zijn zes nieuwe klepschouwen gebezigd; bij iederen baggermolen drie.

De afmetingen en zamenstelling der vaartuigen, die elk 30 M³. grond kunnen laden, en met toebehooren *f* 1200 kosten, zijn genoegzaam uit figuur 5, plaat 22, op te maken. De bodemliggers zijn in de lengte doorgezaagde vuren balken; de zaathouten, zijboorden, kimmen, de bodem en het roer zijn van dennenhout; de voor- en achterspiegel, oplangers, achtersteven, bovenliggers, bolders enz. van eikenhout.

In elk zijboord hangen aan ijzeren scharnieren drie kleppen, die met eenvoudige trekstangen geopend en gesloten worden. Om den grond te lossen, worden de kleppen geopend; ⅓ van de lading glijdt dan over den ezelsrug van de luchtkas naar buiten; het resterende ⅔ moet met de schop of door spoeling met water verwijderd worden. Voor het lossen besteden twee arbeiders 30 à 35 minuten.

Waar spoedige lossing tijdwinst geeft, zijn de hier beschreven schouwen niet aan te bevelen, beter zijn dan pontons met beweegbaren bodem; maar deze zijn bij de Sloeafdamming niet gebezigd, omdat ook op geringe diepte moest kunnen gelost worden, en er wegens den korten afstand van vervoer tijd genoeg voor het lossen beschikbaar was.

De klepschouwen zijn van de baggermolens naar de losplaats en omgekeerd gesleept, door eene nieuwe schroefstoomboot, lang 18.7, breed 3.96, hol 1.69 M., vervaardigd van best plaat-, hoek- en T-ijzer; het vlak en de wanden beneden het berghout dik 7 en boven het berghout 5 m.M.

De T-ijzeren spanten, van 5 c.M. zijde, en de dekbalken zijn geplaatst op afstanden van 38 à 45 c.M. Het dek is van greenenhout, dik 5 c.M. en boven de machinekamer van geruit plaatijzer. De stoomschroefmachine heeft 20 paardekrachten; de stoomketel is echter geschikt voor een werktuig van 25 paardekrachten.

De boot is in drie maanden tijds gemaakt, en kost met inventaris, gaffel, staand en loopend want en overcomplete schroef, ongeveer *f* 14 000.

De baggermolens lagen 500 M. van de losplaats; de stoomboot sleepte over dezen afstand twee geladen klepschouwen, van elken baggermolen één, gemiddeld in 13 minuten. Tot het slepen der ledige klepschouwen waren 10 minuten noodig, waaronder begrepen het vast- en losmaken der sleeptrossen.

Het werk was zoo geregeld, dat er bij elken baggermolen steeds eene klepschouw in lading lag, terwijl de twee andere of vervoerd of gelost werden, zooals in figuur 6, plaat 22 grafisch is voorgesteld.

De tijd, tot het doen van eene vracht vereischt, was verdeeld als volgt:

	Min. ongeveer	
Klepschouw *A* wordt geladen.	30	
en naar de losplaats gebragt.	13	30
De boot zwaait, en wacht aldaar . . .	3	
sleept ledige schouw *B* naar den baggermolen	10	
en wacht op het afladen van schouw *C*, die, dadelijk na het vertrek van *A*, in lading kwam	4	
Klepschouw *C* wordt naar de losplaats gebragt	13	30
de boot wacht daar	3	
vervoert ledige schouw *A*	10	
en wacht op het afladen van schouw *B*,	4	
komende schouw *A* daarop direct in lading.		
Elke klepschouw brengt dus om de . . .	90	

minuten eene vracht, hetgeen voor de drie klepschouwen, bij een baggermolen behoorende, uitmaakt 60 M³. per uur, overeenkomende met de hoeveelheid, die volgens waarnemingen door het werktuig kan gebaggerd worden.

Wegens oponthoud voor reparatien, ongunstig weder en tijdverlies van verschillenden aard, mag echter niet op deze hoeveelheid gerekend worden, maar slechts op 56 M³. per uur, zooals later blijken zal.

Dewijl de prijs per M³. afhangt van de massa en van de hoeveelheid, die in zekeren tijd gebaggerd en vervoerd wordt, gaat aan de kostenberekening onderstaand overzigt van het verrigte baggerwerk vooraf.

Werktijd. 1871.	Getal klepschouwen van 30 M.³ in de week geladen en vervoerd.	M.³ in de week gebaggerd en door de stoomboot vervoerd.	Getal stoom-baggermolens aan het werk.	M.³ door een stoom-baggermolen per week gebaggerd.	Aanmerkingen.
Week van					
28 April tot 5 Mei.	60	1 800	1	1 800	In verband met den stand der afdammingswerken, is slechts gedurende een gedeelte van het getijde grond vervoerd en gelost kunnen worden.
5 Mei » 12 »	91	2 730	1	2 730	
12 » » 19 »	101	3 030	1	3 030	
19 » » 26 »	87	2 610	1	2 610	
26 » » 2 Junij.	88	2 640	1	2 640	
2 Junij » 9 »	81	2 430	1	2 430	
9 » » 16 »	138	4 140	1	4 140	
16 » » 23 »	136	4 080	1	4 080	
23 » » 30 »	154	4 620	1	4 620	
30 » » 8 Julij.	166	4 980	1	4 980	
8 Julij » 15 »	143	4 290	1	4 290	
15 » » 21 »	163	4 890	1	4 890	De grond is in de klepschouwen gemeten. Hij vult daarin 14 ten honderd meer ruimte dan in het vast profil.
21 » » 28 »	146	4 380	1	4 380	
28 » » 4 Augustus.	157	4 710	1	4 710	
4 Augustus » 11 »	317	9 510	2	4 755	
11 » » 18 »	355	10 650	2	5 325	
18 » » 25 »	317	9 510	2	4 755	
25 » » 1 September.	313	9 390	2	4 695	
1 September » 8 »	384	11 520	2	5 760	
8 » » 15 »	331	9 930	2	4 965	
15 » » 22 »	215	6 450	2	3 225	Reparatie aan een der baggermolens.
22 » » 29 »	210	6 300	2	3 150	
29 » » 6 October.	276	8 280	2	4 140	
6 October » 13 »	334	10 020	2	5 010	
13 » » 20 »	311	9 330	2	4 665	
20 » » 27 »	96	2 880	1	2 880	Einde van het baggerwerk.
Te zamen . . .		155 100			
Gemiddeld . . .	. . . .	5 965		4 025	

Op grond van den verkoopprijs van een der baggermolens, de waardering van de stoomboot door eene onderneming voor sleepdiensten en den gevraagden prijs voor de klepschouwen, worden de kosten voor het gebruik der werktuigen geraamd als volgt:

Werktuigen.	Inkoopsprijs.	Verkoopsprijs of waardering.	Verlies in waarde door het gebruik.
	gl.	gl.	gl.
2 stoombaggermolens (nieuw à 27000)	54 000	39 000	15 000
6 klepschouwen (» » 1200)	7 200	3 600	3 600
1 schroefstoomboot (» » 14000)	14 000	8 000	6 000
			24 600
1½ jaar interest van den inkoopsprijs ad 5 ten honderd ongeveer			5 700
Kosten wegens het gebruik der werktuigen			30 300
Is per M.³ $\frac{30\,300}{155\,100}$ . . .			0.196

De wekelijksche uitgaave voor de bediening der werktuigen was als volgt:

Voor één baggermolen.	gl.	gl.
1 machinist	15	
1 malenbaas	15	
1 stoker	10	
2 dekknechts	20	
120 H.L. steenkolen	120	
Smeer, poetskatoen enz.	15	
Onderhoud van het vaartuig, kettingen en machinedeelen	70	
Te zamen voor 4025 M.³ in de week gebaggerd .	265	
Is per M.³		0.0658
Voor drie klepschouwen, bij een baggermolen behoorende.		
6 schippers ad ƒ 13.	78	
Boomen, haken en onderhoud	10	
Te zamen voor 4 025 M.³	88	
Is per M.³		0.0219
Over te brengen		0.0877

Overgebragt . . .	. .	0.0877
Voor de sleepboot.		
1 kapitein, tevens stuurman	14	
1 machinist	15	
1 stoker	10	
1 dekknecht	9	
100 H.L. steenkolen	100	
Smeer, poetskatoen, mutsaards, licht enz. .	15	
Onderhoud van het vaartuig, reparatie van machinedeelen, trossen enz.	45	
Te zamen voor 5 965 M.³, gemiddeld per week gesleept	208	
Is per M.³ . . .	. .	0.0348
Verschillende kosten.		
Toezigt van een onderbaas	16	
Sjouwerman in de roeiboot	10	
Voorschot van de wekelijksche uitgaaf, drie maanden ad 5 ten honderd	9	
Assurantie der vaartuigen, hulp bij het beproeven der stoomketels, premie aan het werkvolk voor overwerk enz.	15	
Te zamen . . .	50	
Verdeeld over 5 965 M.³, is per M.³		0.0085
Te zamen voor baggeren, vervoeren en lossen . . .		0.131
Hierbij gevoegd:		
Wegens gebruik der werktuigen		0.196
Komt voor den prijs van 1 M.³		0.33

Gebrek aan losplaats, wegens nog onvoldoende hoogte der afdammingswerken, en zeer sterke stroom in de nabijheid van het gat, zijn oorzaak, dat tot den 9den Junij minder grond per dag, dan later gebaggerd is.

De hierboven gevonden hoeveelheid van 4025 M³. per week mag daarom niet als het vermogen van den beschreven stoombaggermolen, werkende in een betrekkelijk stil water met zanderigen bodem zooals het Sloe, beschouwd worden; maar men dient daartoe de hoeveelheid, gebaggerd in het tijdvak van den 9den Junij tot den 20sten October, zijnde gemiddeld 4 554 M³. per week, of 759 M³. per dag, ten grondslag te nemen.

Er is echter aan de Sloe-afdamming buitengewoon krachtig gewerkt. Aangespoord door hoog loon en geprikkeld door eene premie voor overwerk, heeft het werkvolk geen schofttijd gehouden en gemiddeld 13½ uur per dag gearbeid.

Het vermogen van den baggermolen, per werkuur, moet dus gesteld worden op $\frac{759}{13\frac{1}{2}}$ = ruim 56 M³., in de klepschouwen gemeten.

Vletwerk.

Uit de schorren, gelegen voor den Rapenburgschen polder ten zuiden en den Oranje-polder ten noorden van den spoorweg, zijn 49 800 M³. klei (in de vaartuigen gemeten) naar den dam gevlet. Daartoe zijn 8 400 reizen gedaan, zoodat gemiddeld met elke vletschuit 5.880 M³. per reis aangebragt is. De grootste vletschuiten laadden 9, de kleinste 3½ M³. Door de wijze, waarop de vletters de schorkloeten weten te stapelen, wordt gemiddeld 26 percent meer uitgelost en betaald, dan in het schor vergraven is.

Het laden, vervletten en buitenboord werpen van 1 M³. klei kostte: voor bovenkloeten ƒ 0.65 en voor onderkloeten ƒ 0.90. Voor adsistentie bij het zinken, werd soms iets meer betaald.

Tot vorming van den onderzeeschen noordelijken voet en inwassching der zinkstukken van den rijzendam zijn 44000 M³. plaatzand vervlet, waarvoor met inbegrip van laden en lossen ƒ 0.40 per M³. betaald is. De hiertoe gebezigde vaartuigen bragten dooreen 10 M³., de grootste 16, de kleinste 8 M³. Het zand is gehaald van den oostelijken oever van het Sloe, kort bij het werk.

Schuijerwerk.

Er is in den dam geschuijerd 10 5 000 M³. steekhoudend zand.

De horizontale afstand van vervoer bedroeg, van het zwaartepunt der ingraving tot het zwaartepunt der ophooging, gemiddeld 75 M. Het eerste lag 3 M. boven het laatste. De ploegbazen namen gewoonlijk voor den vollen handsloop 36 M. op horizontaal terrein en 26 M. in de klim van 12 op 1.

Het vervoer geschiedde over 5 halve handsloopen.

Elke ploeg, bestaande uit 4 spitters en 10 kruijers, verdienende ieder ƒ 2 per dag en 1 stortbaas van ƒ 0.90 dagloon, verplaatste dooreengenomen 80 M³. daags, in den put gemeten.

De grond heeft dus gemiddeld gekost:

Wegens opladen , ...	ƒ	0.10
» vervoeren 2½ hand	»	0.25
» effenen	»	0.015
	ƒ	0.365
Waarbij gevoegd, voor kruiwagens en planken, drinkwater, keeten enz.	»	0.025
Te zamen	ƒ	0.39

Grondvervoer per locomotief.

Van de drie locomotieven, voor grondvervoer gebezigd, hadden twee een gewigt van 17 000 en de derde een gewigt van 20 000 K.G. Zij waren niet nieuw, maar zeer goed onderhouden, hadden allen zes wielen en gekoppelde assen.

De waggons, van gewone constructie, konden 4 M³. grond bevatten.

Het voedingswater is verkregen uit een watergang langs den spoorweg Goes—Sloe, op 2000 M. van den Sloedam; alwaar ook de locomotievenloodsen, werkplaatsen, enz. opgeslagen waren.

Op het werk had men bovendien een water reservoir, dat dagelijks in den schofttijd gevuld werd, en een steenkolendepôt.

Uit het ter oppervlakte van 16 H.A. omkade voorland van den Jacobpolder, waarin twee sporen lagen, die kort bij den dam in eene bogt van 275 M. straal tot één spoor zamenliepen, zijn, volgens meting in den put, over gemiddeld 900 M. afstand, naar het vaarwater gebragt, 208 000 M³. kleiachtig zand, waarvan:

161 650	M³.	onder	eene	totale	klimming	van	1.6	M.
20 050	〃	〃	〃	〃	〃	〃	2.2	〃
12 800	〃	〃	〃	〃	〃	〃	3.2	〃
7 750	〃	〃	〃	〃	〃	〃	4.5	〃
5 750	〃	〃	〃	〃	〃	〃	5.5	〃
208 000	M³.	onder	eene	klimming	van	bijna	2	M.

Volgens telling der waggons zouden er 249 000 M³. vervoerd zijn dus 20 percent meer, dan werkelijk ontgraven is.

Er is gewerkt:

van den 11den Junij 1871 tot den 29sten Junij; gedurende 16 dagen, van gemiddeld 13 werkuren, met *één* locomotief;

van den 30sten Junij 1871 tot den 27sten October, gedurende 104 dagen van gemiddeld 11¾ werkuren, met *twee* locomotieven;

van den 28sten October 1871 tot den 1sten December, gedurende 28 dagen van gemiddeld 8½ werkuren, met *drie* locomotieven.

De geleverde arbeid komt dus overeen met die van één locomotief, werkende, onder omstandigheden hierboven vermeld, 337 dagen 10 uren daags, en vervoerende per dag 739 M³. zand, in de waggons gemeten.

Er zijn van den 30sten Junij tot den 27sten October, toen op elk der twee sporen geregeld één locomotief liep, 4028 treinen vervoerd, alzoo per dag van 10 uren, door iedere locomotief bijna 16½ treinen, elke trein van 12 waggons (*).

De totale klimming was toen ongeveer 2 M.; in de bogt lag het spoor 179 op 1 en in het regte gedeelte 125 op 1.

Wegens den korten afstand tusschen lading- en losplaats, de gunstige ligging van het verdeelpunt der sporen in den put, de gelijksoortigheid van al den te laden grond, enz. had het vervoer bijna zonder schadelijk oponthoud plaats. De eene locomotief verliet met een geladen trein den put, zoodra de andere daarin met een ledigen trein was teruggekeerd.

Tegen eene helling, steiler dan ongeveer 100 op 1, kon een locomotief den trein van 12 waggons niet optrekken. Er moest toen een derde locomotief gebezigd worden, die de beide andere beurtelings uit den put hielp. Twee locomotieven trokken den trein, hoewel met moeite, zelfs tegen een helling van ongeveer 63 op 1, lang 350, hoog 5.6 M.

De ladingplaats is ter diepte van 1.5 M. ontgraven, trapsgewijze, in strooken van 4.4 M. breed, zooals in figuur 7, plaat 22, geschetst is. Tegen herhaalde spoorverlegging bestond hier weinig bezwaar, wegens de zanderige geaardheid van den bodem.

Voor het laden waren bij elken waggon 4 man, die den trein vergezelden, om dien tevens te lossen. Ter verspreiding en effening van den grond, werkten op het stort afzonderlijke arbeiders.

De grondverplaatsing heeft per M³. in den waggon gemeten *f* 0.59 gekost, te weten:

Wegens omkading van de ladingplaats, met onderhoud	*f*	0.03
Wegens materieel	〃	0.19
〃 vervoeren	〃	0.12
〃 laden en lossen	〃	0.17
〃 verwerken op het stort	〃	0.07
〃 drinkwater, keeten voor het werkvolk, enz.	〃	0.01
te zamen	*f*	0.59

Rijswerken.

Al de stukken zijn gemaakt overeenkomstig de Algemeene Voorschriften, met inachtneming van nadere bestekbepalingen, die luiden als volgt:

〃Tot vulling der zinkstukken mag rijs van verschillende houtsoorten en ook riet gebezigd worden. De stukken moeten echter uit minstens even zooveel lagen rijs als riet bestaan; de rietlagen ter dikte van eene gewone rijslaag.

〃Bij elke leverantie bepaalt de directie het aantal bossen per M³. vulling te verwerken.

〃Voor de zinkstukken van den rijzendam bedraagt de afstand der langsche wiepen 70- en der dwarswiepen 100 c.M.; voor de overige stukken is de afstand der wiepen midden op midden 90 c.M.

(*) Volgens de formule op blz. 272 van de *Verhandelingen van het K. Instituut van Ingenieurs* 1870—1871 zou, in dit geval, maar op 14 treinen per dag gerekend moeten worden; men bedenke echter dat het saizoen van Junij tot October zeer gunstig is.

〃Dwarstuinen, namelijk die in de rigting van den stroom of haaks op de lengterigting der glooijingen, worden alleen aangebragt op de stukken ter verdediging van den onderzeeschen oever van den Suzanna-polder.

〃Van de stukken, die later door andere worden gedekt, moeten de proppen, voor zooveel die niet voor sprenkels noodig zijn, vóór de zinking verwijderd worden; de proppen der sprenkels worden ingedreven of verlaagd tot 40 c.M. boven de rijsvulling.〃

Onder de uitvoering bleek, dat de stevigheid eener prop veel vermeerdert, door om haren voet en verder aan de wiepen van het boven-roosterwerk, een kolder vast te binden, die de op de prop werkende kracht over een groot vak van het zinkstuk verdeelt en voorts, dat het ligten eener vlechttuin beter voorkomen wordt door kruisbanden te slaan om de wiep en den daarop staanden tuin, dan door de gebruikelijke ankers of sleutels.

De besteksbepalingen hadden ten gevolge, dat, behalve Hollandsch- ook Masten, Geldersch, Zuidbevelandsch en Brabantsch rijs gebruikt is, en voor de onderlagen droog riet. Deze bouwstoffen voldeden aan het volgende voorschrift:

〃Het rijshout moet bestaan uit tot bossen gebonden 〃levend gaaf goed gebleest hout. De bossen moeten zoo 〃lang zijn, dat zij ten minste twee wiepvakken be〃spannen, en hun vorm zoodanig, dat een behoorlijke 〃digte vulling kan verkregen worden.〃

〃Het riet moet voldoen aan de §§ 417, 418 en 425 〃der Algemeene Voorschriften.〃

De groote hoeveelheid bouwstoffen, in korten tijd voor den Sloedam aangevoerd, gaf aanleiding nopens de scheepsruimte eenige aanteekeningen te maken, waarvan het resultaat hieronder wordt medegedeeld.

Eene scheepslading steen is gemiddeld van 106 scheepston; de grootste schepen laden 163, de kleinste 48 ton. In eene scheepslading gaan gemiddeld 6000 bos rijs van Hollandschen vorm, hoogstens 12000 en minstens 4 000 bos. Eene tjalk van 80 à 90 gemeten tonnen kan 3 500 à 4 000 bos droog riet of 10 à 12 000 bos bladriet laden.

De zinkstukken der oeverbekleeding zijn 30 à 40 M. lang en breed, hebben 30 c.M. vulling en zijn beballast met 20 scheepston steen en 8 M³. klei per 100 M². De stukken der grondbezinking hebben beneden laagwater 43, en op het natte strand 30 c.M. vulling. De beballasting bedroeg per 100 M². gemiddeld 30 scheepston steen en 5 M³. schorklei. Er zijn gemiddeld per week 7 340 M². gezonken en nagestort.

De rijzendam bestaat uit stukken van 40 c.M. vulling, namelijk eene rietlaag (onderlaag) dik 14, en twee rijslagen dik 26 c.M. De beballasting per 100 M². zinkstuk, bedroeg 31 à 32 scheepston steen van 10 à 50 K.G. per stuk en 13 M³ vletgrond, zijnde per M³. rijs- en rietvulling 0.787 scheepston steen en 0.325 M³. vletgrond. Van de laatste is echter vooral bij de bovenste stukken veel weggestroomd.

Bovendien is op de stukken, ter vulling van de holligheden, zooveel zand gelost, als tijd en omstandigheden toelieten.

Er zijn gemiddeld 5 stukken in de week gezonken, het grootste getal bedroeg 7, het kleinste 3. Het grootste stuk besloeg 1600, het kleinste 740 M².

De kosten van 1 M³. rijzendam in het vaarwater hebben bedragen:

1.5	M².	zinkstuk van 3 lagen. . ad	*f* 1.70	*f* 2.55
0.473		scheepston steen met gedeeltelijk overladen en bijvletten	〃 〃 3.80	〃 1.80
0.200	M³.	vletgrond	〃 〃 0.90	〃 0.18
0.200	〃	zand.	〃 〃 0.35	〃 0.07
		Mislukte zinkingen, leggelden, verlet, peilingen, onderbazen enz.	〃 0.20	
		Te zamen . . .	〃 4.80	

Het pakwerk tot verdere sluiting van het vaarwater, op de kruin van den rijzendam gemaakt, bestaat uit lagen schorklei, door rijs omsloten en met steen bezwrard.

Zoodra het werk bij ebbe begon droog te vallen, werden in elk der wederzijdsche taluds van het te maken pakwerk, twee koplagen rijs gelegd en door stevige tuinen bevestigd. Deze lagen vormden de wanden eener kist, waarin de schorkloeten met de riek verwerkt werden. De grond werd gedekt door eene rijslaag van 10 à 15 c.M. dikte, waarover tuinen; de buitenste op 50, de overige op 70 c.M. afstand, en rijen Doorniksche steen gevleid tusschen de buitenste tuinen, en voorts overhands tusschen de overige; de steenen, zwaar van 40 tot 75 K.G. per stuk. Door de grondvulling in het midden wat steviger te werken dan aan de kanten, verkregen de lagen 60 à 70 c.M. tonrondte; de stroom had hierdoor minder vat op de kanten.

De ophooging van elke laag bedroeg bij den aanleg 60 c.M. en bleef na voleindigde zetting nog 40 c.M. Behalve die, tusschen de buitenste tuinen, en van eenige middenrijen, is de steen van eene voorgaande laag opgenomen, en tot belasting van eene volgende gebezigd. Per M². deklaag is gemiddeld gebruikt 0.120 scheepston steen.

De kosten van een M³. pakwerk, de lagen breed 6 M., dik 60 c.M., zijn:

0.3	M.	koplaag	ad ƒ	0.60	ƒ 0.18
0.85	M³.	kleivulling	" "	1.00	" 0.85
1.7	M².	deklaag	" "	0.55	" 0.935
0.204		scheepston steen . .	" "	3.80	" 0.775
		Herstelling van schade enz.			" 0.11
		Te zamen . . .			ƒ 2.85

Van dagelijksch hoogwater tot 9 d.M. daarboven, bestond het afsluitingswerk hoofdzakelijk uit klei, gesteund door wanden van masten mntsaards, vastgemaakt met 2 tuinen, waartusschen eene steenrij. De mutsaards hebben hij hooge vloeden voldoenden weêrstand geboden tegen golfslag, en het uitzuigen en uitzakken der klei belet. Beter dan lang gebleesde rijsbossen, konden zij uitgebroken worden toen, tot vorming van het definitieve profil van den spoorwegdam, de aanvankelijke afsluitingswerken gedeeltelijk opgeruimd moesten worden.

Het pakwerk, bij de Sloe-afdamming gebezigd, had taluds van $\frac{3}{4}$ op 1; dit zoude echter te steil wezen voor werk van meer blijvenden aard, dewijl bij het inklinken der lagen de taluds eenigzins bol gaan staan.

Verdedigingswerken.

De steenglooijing op de watertaluds is zamengesteld, als volgt: De onder profil gebragte kleibekleeding is met een krammat, volgens art. 3 der Algemeene Voorschriften gedekt en bezet met rijen gecreosoteerde dennen staken, in het noordelijk talud op 50 en in het zuidelijk talud op 60 c.M. afstand; de bovenrijen echter op 1 M. uit de naast voorgaande. Er staan 40 staken op den D.M.; in de boven rijen, tot steun van den grond der bermen, echter 80. De staken, lang 1.4 M., zwaar op 5 d.M. van den kop 21 c.M. in omtrek, zijn, na vooraf kunstmatig gedroogd te zijn, bereid met 230 L. creosootolie per M³.

Tusschen de staakrijen is op de krammat een puined, dik 13 c.M. aangebragt en daarop eene bezetting van natuurlijken steen, dik 20 à 26, gemiddeld 23 c.M. De steenen der bezetting, waarboven de koppen der staken 20 c.M. uitsteken, voor $\frac{3}{4}$ zwaar 25 à 40 K.G. en tot aanvulling tusschen de grootere voor $\frac{1}{4}$ zwaar 3 à 10 K.G. per stuk, zijn behoorlijk sluitend tegen elkander geplaatst, zooals in bezetting van gewonen Vilvoordschen steen op rijsbeslag met staakrijen, dus zonder sterke klemming of zeer naauw sluitende schikking te beoogen.

De gebezigde steen is ontleend uit de groeve van Blaton, provincie Henegouwen, kort bij de fransche grens. Hij behoort tot den bergkalksteen uit de Devonische vorming, heeft een speciñek gewigt van 2.7109, is graauwachtig blaauw van kleur, zeer hard, en ook wat den vorm aangaat, uitmuntend geschikt tot dijksverdediging. De Sloedam is de eerste waterkeering in Zeeland, waaraan deze steensoort gebruikt is.

De steenglooijing op het zuidelijk watertalud heeft per 100 M². gekost:

100 M².	krammat	ad ƒ	0.09	ƒ 9.00
670	gecreosoteerde staken . .	" "	0.18	" 120.60
12 M².	puin	" "	2.25	" 27.00
36	scheepston steen . . .	" "	3.70	" 133.20
	Arbeidsloon.			" 20.00
	Te zamen			ƒ 309.80
	Is per M². stel			ƒ 3.10

Er staan wel wat veel staken in de glooijing van den Sloedam. Voor de verdediging van dijken langs het Veergat, het Sloe, de Zandkreek en andere binnenwateren, zouden de rijen 80 c.M. uit elkander kunnen komen, en zou men met 35 staken per D.M. rij kunnen volstaan. De prijs per M². zou dan ƒ 2.70 worden, zijnde vrij wat minder dan eene Vilvoordsche steenglooijing, dik 23 c.M. met gecreosoteerde perkoenpalen, die aan het Sloe ƒ 3.28 per M². zou gekost hebben.

Tot bezoding zijn uitsluitend dunne schorzoden gebezigd, die meerendeels in November en December gezet zijn, en in de maand April zonder uitzondering goed in den groei waren, zoodat ook hier gebleken is dat gras, evenals andere gewassen, het best in den winter verplant wordt.

Voor het op nabij gelegen schorren steken, vervletten, lossen en op het werk brengen van 1 M². zoden, is betaald . . . . . ƒ 0.06
Voor het zetten en plakken . . . . . " 0.015
Te zamen . . . . . ƒ 0.075

§ 7.

Bijkomende werken.

Ten gevolge van de afdamming, stijgt de vloed in het Sloe ten zuiden van den spoorwegdam 30 c.M. hooger, dan vóór de uitvoering van het werk. Ten noorden van den dam daarentegen, is de gewone vloed 20 c.M. lager geworden. De gemiddelde stand van laagwater is ten noorden van den dam 37 M. hooger geworden, ten zuiden van den dam is hij weinig veranderd. Tusschen den Zuid-Kraaijertpolder en den dam bestaat in gewone tijden 5 c.M. en tusschen Veere en den dam 7 c.M. opstuwing. Het is ten zuiden van den dam 34 minuten vroeger hoog- en 14 minuten vroeger laagwater, dan ten noorden van den dam.

Wegens de verhooging van den vloed, zijn de lage dijken, van de bezuiden den dam gelegen polders Susanna-, Rapenburg-, Nieuw St. Joosland- en Zuid-Kraaijert, door de zorg van de polderbesturen, tegen geldelijke tegemoetkoming van het Rijk, op bekwame hoogte gebragt. En hoewel de vloed aan de noordzijde van den dam niet verhoogd is, heeft men evenwel ook aan die zijde de dijken van de polders Sazanna-, Wilhelmina-, Oranje-, Walcheren-, Noord-Kraaijert- en Oost-, waar noodig, hooger gemaakt, ten einde tegen meer belangrijke opstuwing van noord-westelijke stormvloeden beveiligd te zijn.

Ter vervanging van het provinciaal overzetveer in den rijks grooten weg van Middelburg naar Goes, is deze aan de Walchersche en Zuid-Bevelandsche zijde door een klinkerweg verbonden aan den bestraten zuidelijken berm van den Sloedam.

De afdamming moet noodwendig de opslibbing van het Sloe en van de daarin uitmondende Arnemuidsche haven ten gevolge hebben. Ten gerieve van de scheepvaart naar Arnemuiden en Nieuwland is daarom een kanaal gegraven, uitkomende in het kanaal door Walcheren (de voormalige Nieuwe haven van Middelburg.) Het heeft eene lengte van 4200 M., doorgaans eene bodembreedte van 7 M. en eene diepte van 3 M. beneden AP. Het loopt hoofdzakelijk in het bed der Oude Arne en der voormalige Arnemuidsche vaart. Te Arnemuiden zijn, aan een tot haven verbreed gedeelte, de noodige los- en ladingplaatsen gemaakt. Bij het afbreken der hier gelegen oude keersluis, bleken de kespen van den overigens zeer hechten sluisvloer, die in vorige jaren, gedurende eenigen tijd onderloops was, door den paalworm aangetast te zijn.

De spoorweg passeert het kanaal over eene draaibrug. In de afgesneden gemeenschap tusschen Arnemuiden en Nieuwland is door den aanleg van een grindweg en in dien tusschen Kleverskerke en Middelburg door het bouwen van eene draaibrug over het kanaal, voorzien.

De uitwatering van de vroeger op de Arnemuidsche haven lozende buitenpolders van Walcheren (het zoogenaamde Nieuwland) is op den polder Walcheren gebragt, waartoe verschillende waterloopen, bruggen en duikers gemaakt zijn moeten worden

De nieuwe waterwegen op Walcheren, die niet zoo regtstreeks ten gevolge van afdamming van het Sloe gemaakt worden, zullen hier wel buiten beschouwing mogen blijven.

§ 8.

Kosten.

Bij besteding van 13 October 1870 werd de heer G. M. Sigmond te Werkendam, als minste inschrijver voor ƒ 1 002 500, aannemer van het maken van den spoorwegdam door het Sloe en de voltooijing van den spoorweg van Goes tot het Sloe.

Er dongen vijftien gegadigden naar de aanneming.

De hoogste inschrijving was ƒ 1 470 000, de begrooting bedroeg ƒ 1 364 000. Het groot verschil tusschen aanneming- en begrootingsom moet hoofdzakelijk aan de tijdsomstandigheden geweten worden. Het ontwerp is ingezonden, weinige dagen na de oorlogsverklaring van Frankrijk aan Pruissen, waardoor in ons land eene algemeene spanning, ook op financieel gebied ontstond. De aanbesteding geschiedde, toen het groote pleit bij Sedan reeds beslist was.

Van de aannemingsom moet worden afgetrokken, wegens de kosten van voltooijing van den spoorweg Goes-Sloe en minder werk, ƒ 13 500, zoodat er voor het maken van den Sloedam, volgens aanbesteding komt. . . . . ƒ 989 000

Hierbij moet gevoegd worden:

Wegens de premie voor vroegere oplevering	"	70 000
Wegens door den staat geleverd spoorwegmaterieel	"	10 000
Wegens waardevermindering der vergraven domeingronden en de waarde van den grond waarop de dam ligt	"	28 000
Wegens dagelijksch toezigt enz. . . .	"	3 000
Totaal . . .	ƒ	1 100 000

De kosten der bijkomende werken zijn nog niet juist bekend.

§ 9,

Personeel.

Het werk is ontworpen en uitgevoerd, onder de leiding van den eerstaanwezend ingenieur M. Simon Gzn.

Door hem voorgelicht en geholpen, was schrijver dezer met de details van ontwerp en uitvoerig belast.

Aan de opzigters J. B. Theuns en A. Sabelis was het dagelijksch toezigt opgedragen. Zij hebben ijverig hun pligt gedaan.

Den mede-aannemers, P. A. Bos, J. de Klerk en J. Exalto, komt lof toe voor de flinke wijze, waarop zij de door hen aangenomen taak hebben volbragt.

24 Augustus 1872.

P. J. Neyt.

Bijlage A.

Waarnemingen van het verval en de stroomsnelheid in het Sloe vóór de afdamming.

NB. De windrigting en winddrukking zijn die, van wege 's rijks marine, op de voormalige werf te Vlissingen waargenomen.

22 Maart 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		m.M. verval op 833 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m. namiddag						
11 40	— 0.56	— 0.534	—	26	geen	stroom
12 24	0.13	0.104	—	26	—	0.16
12 39	+ 0.07	+ 0.104	—	34	—	0.362
12 50	0.26	0.304	—	44	—	0.44
1 —	0.44	0.504	—	64	—	0.74
1 12	0.77	0.844	—	74	—	0.874
1 23	1.075	1.204	—	129	—	0.998
1 39	1.47	1.624	—	154	—	1.388
1 43	1.57	1.724	—	154	—	1.304
1 48	1.74	1.884	—	144	—	1.579
1 57	—	1.914	—	—	—	1.357
2 7	1.93	2.094	—	164	—	0 87
2 13	2.01	2.114	—	104	—	1.579
2 20	2.05	2.164	—	114	—	1.316
2 27	—	2.204	—	—	—	1.056
2 35	—	—	—	—	—	1.017
2 42	—	—	—	—	—	0.87
2 50	—	—	—	—	—	0.833
2 58	—	2.184	—	—	—	0.77
3 5	2.08	2.124	—	44	—	0.66
3 15	2.03	2.064	—	34	—	0.735
3 23	1.94	1.994	—	54	—	0.66
3 32	1.86	1.894	—	34	—	0.638
3 41	1.78	1.824	—	44	—	0.53
3 52	1.69	1.734	—	44	—	0.56
4 —	1.61	1.634	—	24	—	0.649
4 10	1.53	1.554	—	24	—	0.78
4 27	1.39	1.424	—	34	—	0.438
5 —	1.19	1.194	—	4	—	0.186

Aanmerkingen.

Een dag na nieuwe maan. Windrigting gedurende de waarneming NNO.; dus tegen den vloed stroom. Gemiddelde drukking van den wind per M.² 2½ K.G. Grootste drukking 3½ K.G.

Afstand der peilschalen 883 M., als:

400 M. ten noorden

483 » » zuiden van de spoorwegas.

23 Maart 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		m.M. verval op 883 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
10 13	— 2.23	— 2.23	—	—	0.191	
10 27	2.15	2.135	—	15	0.303	
10 41	1.93	1.915	—	15	0.232	
11 8	1.60	1.605	5	—	0.42	
12 46	0.77	0.745	—	25	geen	stroom
1 4	0.55	0 535	—	15	—	0.169
1 15	0.40	0.385	—	15	—	0.416
1 27	— 0.21	— 0.185	—	25	—	0.596
1 43	+ 0.08	+ 0.125	—	45	—	0.757
1 59	0.43	0.485	—	55	—	1.010
2 11	0.74	0.835	—	95	—	0.996
2 25	1.15	1.275	—	125	—	1.250
2 30	1.27	1.435	—	165	—	1.415
2 38	1.45	1.595	—	145	—	1.376
2 44	1.56	1.665	—	105	—	1.714
2 53	1.66	1.765	—	105	—	1.500
3 3	1.76	1.885	—	125	—	1.265
3 9	1.83	1.885	—	55	—	1.067
3 18	1.86	1.935	—	75	—	1.210
3 26	1.90	1.955	—	55	—	0.968
3 33	1.91	1.975	—	65	—	0.909
3 42	1.91	1.955	—	45	—	0.773
3 51	1.90	1.925	—	25	—	0.704
4 1	1.81	1.865	—	55	—	0.688
4 15	1.74	1.795	—	55	—	0.721
4 18	1.67	1.725	—	55	—	0.746
4 25	1.60	1.645	—	45	—	0.685
4 35	1.52	1.565	—	45	—	0.634
4 44	1.43	1.485	—	55	—	0.639
4 54	1.35	1.385	—	35	—	0.603
5 2	1.28	1.325	—	45	—	0.714
5 12	1.20	1.245	—	45	—	0.588
5 20	1.13	1.175	—	45	—	0.674
5 36	1.03	1.055	—	25	—	0.519
5 54	0.88	0.885	—	5	—	0.282

Aanmerkingen.

Twee dagen na nieuwe maan. Betrekkelijke hoogte van den springvloed 0.94.

Windrigting gedurende de waarneming O., dus dwars op den vloed- en ebstroom.

Gemiddelde winddrukking 3 K.G. per M.²; grootste druk 3½ K.G.

Afstand der peilschalen 883 M.

24 Maart 1871.

u. m.						
11 30	— 1.64	— 1.629	—	11		
12 58	0.91	0.889	—	21		
1 19	0.65	0.619	—	31	—	0.138
1 28	0.52	0.489	—	31	—	0.405
1 37	0.38	0.339	—	41	—	0.531
1 53	— 0.12	— 0.069	—	51	—	0.647
2 7	+ 0.20	+ 0.279	—	79	—	0.901
2 20	0.48	0.589	—	109	—	1.056
2 32	0.84	0.929	—	89	—	1.063
2 45	1.18	1.299	—	119	—	1.24
2 55	1.39	1.489	—	99	—	1.493

Tijd der waarneming.	M. hoogte betrekkelijk AP.		m.M. verval op 883 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
3 9	1.55	1.649	—	99	—	1.171
3 23	1.68	1.769	—	89	—	0.934
3 35	1.76	1.809	—	49	—	1.154
3 50	1.79	1.829	—	39	—	0.892
4 6	1.77	1.829	—	59	—	0.714
4 25	1.64	1.709	—	69	—	0.675
4 38	1.53	1.589	—	59	—	0.648
4 54	1.39	1.429	—	39	—	0.666
5 8	1.26	1.309	—	49	—	0.64
5 24	1.14	1.179	—	39	—	0.54
5 42	1.11	1.039	—	29	—	0.408
6 3	0.85	0.869	—	19	—	0.28

Aanmerkingen.

Drie dagen na nieuwe maan.

Windrigting gedurende de waarneming OZO.

Winddrukking 5 tot 8 K.G. per M.².

Afstand der peilschalen 883 M.

6 April 1871.

Tijd der waarneming.	M. hoogte betrekkelijk AP.		m.M. verval op 600 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
6 33	— 0.92	— 0.94	20	—	0.35	
6 52	1.20	1.21	10	—	0.40	
7 15	1.48	1.49	10	—	0.29	
7 25	1.60	1.60	—	—	0.43	
7 46	1.82	1.82	—	—	0.33	
8 1	1.97	1.97	—	—	0 28	
8 11	2.05	2.05	—	—	0.40	
8 23	2.13	2.13	—	—	0.40	
8 33	2.19	2.20	10	—	0.39	
8 43	2.22	2.24	20	—	0.39	
8 54	2.25	2.25	—	—	0.52	
9 4	2.23	2.23	—	—	0.47	
9 14	2.19	2.19	—	—	0.60	
9 24	2.10	2.09	—	10	0.54	
9 35	1.93	1.91	—	20	0.46	
9 52	1.68	1.67	—	10	0.31	
10 35	1 37	1.37	—	—	0.27	
12 2	0 46	0.45	—	10	geen	stroom
12 22	0.20	— 0.18	—	20	—	0.14
12 33	— 0.02	AP.	—	20	—	0.31
12 43	+ 0.15	+ 0.19	—	40	—	0.37
12 51	0.30	0.37	—	70	—	0.63
1 4	0.65	0.73	—	80	—	0.78
1 17	1.13	1.23	—	100	—	1.—
1 28	1.36	1.47	—	110	—	1.23
1 39	1.64	1.76	—	120	—	1.37
1 51	1.80	1.90	—	100	—	1.45
2 3	1.94	1.99	—	50	—	1.23
2 16	2.04	2.08	—	40	—	1.13
2 29	2.08	2.11	—	30	—	0.92
2 44	2.05	2.12	—	70	—	0.57
3 —	1.95	2.02	—	70	—	0.66

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		m.M. verval op 600 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
3 16	1.83	1.87	—	40	—	0.60
3 31	1.66	1.72	—	60	—	0.66
3 47	1.50	1.55	—	50	—	0.57
4 4	1.38	1.41	—	30	—	0.45
4 26	1.22	1.24	—	20	—	0.32
4 57	0.98	1.—	—	20	—	0.25
5 40	0.30	0.35	—	50	geen	stroom
5 50	+ 0.18	+ 0.15	30	—	0.45	—
6 2	— 0.05	— 0.07	20	—	0.47	—
6 13	0.24	0.25	10	—	0.47	—
6 35	0.46	0.45	—	10	0.42	—

Aanmerkingen.

Een dag na volle maan.

Windrigting gedurende de waarneming van ONO tot NNO.

Gemiddelde drukking 5 K.G. per M.².

Grootste drukking namiddag 4—6 ure 10 K.G.

Afstand der peilschalen 600 M.

7 April 1871.

u. m.						
6 27	— 0.32	— 0.32	—	—	0.31	
6 40	0.54	0.55	10	—	0.27	
6 53	0.75	0.75	—	—	0 30	
7 6	0.94	0.94	—	—	0.29	
7 22	1.17	1.17	—	—	0.20	
7 32	1.30	1.31	10	—	0.38	
7 44	1.45	1.46	10	—	0.33	
7 56	1.58	1.58	—	—	0.41	
8 4	1.69	1.70	10	—	0.38	
8 18	1.84	1.84	—	—	0.30	
8 32	1.93	1.98	50	—	0.26	
8 45	2.11	2.11	—	—	0.36	
8 56	2.19	2.20	10	—	0.37	
9 11	2.29	2 30	10	—	0.28	
9 26	2.35	2.36	10	—	0.27	
9 48	2.34	2.35	10	—	0.10	
10 —	2 29	2.28	—	10	0.41	
10 12	2.13	2.12	—	10	0.38	
10 22	1.96	1.95	—	10	0.43	
10 38	1.74	1.73	—	10	0.20	
10 57	1.56	1.56	—	—	0.16	
11 38	1.38	1.38	—	—	geen	stroom
1 15	— 0.17	— 0.15	—	20	—	0.25
1 26	+ 0.02	+ 0.05	—	30	—	0.43
1 40	0.33	0.40	—	70	—	0.70
1 53	0.69	0 78	—	90	—	0.91
2 6	1.07	1.17	—	100	—	1.03
2 20	1.50	1.61	—	110	—	1.47
2 32	1.70	1.83	—	130	—	1.47
2 44	1.85	1.94	—	90	—	1.77
2 57	1.95	2.02	—	70	—	1.33
3 10	2.03	2.03	—	—	—	1.29
3 26	2.05	2.08	—	30	—	0.74
3 42	1.98	2.02	—	40	—	0.52
4 —	1 83	1.87	—	40	—	0.57
4 19	1.64	1.68	—	40	—	0.57
4 35	1.48	1.53	—	50	—	0.56
4 54	1 34	1.36	—	20	—	0.50
5 15	1.20	1.23	—	30	—	0.38

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		m.M. verval op 600 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
5 38	1.03	1.02	10	—	—	0.23
5 46	0.95	0.93	20	—	geen	stroom
6 20	0.42	0.40	20	—	0.19	
6 34	0.20	0.20	—	—	0.33	

Aanmerkingen.

Twee dagen na volle maan. Betrekkelijke hoogte van den springvloed 1.1.

Windrigting gedurende de waarnemingen tusschen OZO en NOtO.

Gemiddelde drukking 8 K.G. per M.²; grootste drukking van voormiddag 10 tot namiddag 2 uren 10 tot 12 K.G.

Afstand der peilschalen 600 M.

8 April 1871.

u. m.						
6 55	+0.12	+0.11	10	—	0.24	
7 6	—0.08	—0.09	10	—	0.31	
7 17	0.29	0.29	—	—	0.35	
7 30	0.49	0.50	10	—	0.38	
7 40	0.65	0.66	10	—	0.41	
7 51	0.81	0.81	—	—	0.35	
8 3	0.99	1.—	10	—	0.35	
8 15	1.15	1.16	10	—	0.34	
8 37	1.42	1.42	—	—	0.31	
8 56	1.64	1.64	—	—	0.38	
9 17	1.85	1.86	10	—	0.35	
9 37	2.04	2.04	—	—	0.41	
9 57	2.16	2.17	10	—	0.34	
10 18	2.22	2.22	—	—	0.39	
10 40	2.14	2.14	—	—	0.32	
11 13	1.74	1.72	—	20	0.16	
11 24	1.55	1.53	—	20	0.19	
11 52	1.37	1.36	—	10	geen	stroom
1 48	0 20	0.17	—	30	—	0.14
2 —	—0.02	AP.	—	20	—	0.36
2 11	+0.18	+0.22	—	40	—	0.52
2 25	0.50	0.56	—	60	—	0.82
2 38	0.85	0.94	—	90	—	1.—
2 51	1.27	1.36	—	90	—	1.23
3 2	1.58	1.69	—	90	—	1.39
3 13	1.80	1.90	—	100	—	1.46
3 26	1.95	2.01	—	60	—	1.60
3 37	2.05	2.06	—	10	—	1.20
3 49	2.12	2.14	—	20	—	1.03
4 3	2.15	2.17	—	20	—	0.84
4 18	2.08	2.14	—	60	—	0.70
4 35	1.95	2.—	—	50	—	0.60
4 51	1.80	1.84	—	40	—	0.47
5 9	1.64	1.68	—	40	—	0.50
5 28	1.47	1.51	—	40	—	0.50
5 46	1.35	1.37	—	20	—	0.44
6 7	1.18	1.19	—	10	—	0.34
6 30	1.—	0.98	20	—	—	0.24

Aanmerkingen.

Drie dagen na volle maan. Windrigting gedurende de waarnemingen tusschen ONO. en NNO.

Gemiddelde drukking 55 K.G. per M.², grootste drukking 7 K.G.

Afstand der peilschalen 600 M.

Bijlage B.

Waarnemingen van het verval en de stroomsnelheid in het Sloe *tijdens en na de afdamming.*

22 Mei 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		c.M. verval op 50 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
7 25	—0.52	—0.56	4	—	0.91	
7 30	0.60	0.63	3	—	1.—	
7 35	0.67	0.71	4	—	1.11	
7 44	0.74	0.77	3	—	1.—	
7 49	0.77	0.81	4	—	1.—	
7 51	0.82	0.87	5	—	1.33	
8 4	0.97	1.03	6	—	1.54	
8 10	1.05	1.12	7	—	1.18	
8 15	1.10	1.18	8	—	1.25	
8 20	1.16	1.26	10	—	1.—	
8 25	1.22	1.32	10	—	1.33	
8 28	1.28	1.38	10	—	1.33	
8 39	1.35	1.45	10	—	1.18	
8 44	1.40	1.49	9	—	1.54	
8 49	1.46	1.53	7	—	1.54	
8 55	1.51	1.61	10	—	0.80	
9 —	1.56	1.67	11	—	1.82	
9 14	1.59	1.71	12	—	1.25	
9 19	1.65	1.77	12	—	1.67	
9 25	1.69	1.81	12	—	1.54	
9 30	1.76	1.89	13	—	1.67	
9 34	1.78	1.90	12	—	1.54	
9 39	1.81	1.93	12	—	1.54	
9 44	1.83	1.95	12	—	1.54	
9 55	1.84	1.99	15	—	2.—	
10 4	1.85	1.98	13	—	1.18	
10 9	1.83	1.99	16	—	1.82	
10 17	1.82	1.95	13	—	1.67	
10 27	1.77	1.90	13	—	1.54	
10 38	1.72	1.84	12	—	1.67	
10 40	1.68	1.75	7	—	1.54	
10 46	1.60	1.67	7	—	1.33	
10 55	1.53	1.57	4	—	1.05	
11 22	1.33	1.35	2	—	0.87	
11 50	1.24	1.25	1	—	0.80	
12 10	1.13	1.14	1	—	0.645	
1 40	—0.14	—0.09	—	5	—	0.49
2 5	+0.22	+0.27	—	5	—	0.835
2 15	0.58	0.62	—	4	—	0.97
2 29	0.66	0.73	—	7	—	1.15
2 34	0.74	0.82	—	8	—	1.30
2 39	0.86	0.91	—	5	—	1.30
2 45	1.01	1.06	—	5	—	1.50
2 50	1.10	1.16	—	6	—	1.43
2 59	1.33	1.40	—	7	—	1.43
3 7	1.42	1.50	—	8	—	1.60
3 15	1.44	1.51	—	7	—	1.66
3 21	1.49	1.59	—	10	—	1.60
3 30	1.51	1.61	—	10	—	1.365
3 35	1.57	1.64	—	7	—	1.365
3 41	1.63	1.69	—	6	—	1.30
3 50	1.63	1.70	—	7	—	1.035
4 —	1.66	1.69	—	3	—	1.11
4 5	1.65	1.69	—	4	—	1.035
4 19	1.61	1.64	—	3	—	0.91

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		c.M. verval op 50 M. van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
4 35	1.46	1.51	—	5	—	0.82
4 50	1.31	1.34	—	3	—	0.695
5 10	1.11	1.17	—	6	—	0.61
5 20	1.06	1.09	—	3	—	0.60
5 30	0.97	1.	—	3	—	0.565
5 39	+0.91	+0.94	—	3	—	0.475

Aanmerkingen.

Drie dagen na nieuwe maan.

Betrekkelijke hoogte van den springvloed 21 Mei 0.78.

Het dwarsprofil op laagwater 28 ten honderd en op hoogwater 48 ten honderd van dat voor de afdamming.

Windrigting gedurende de waarnemingen tusschen O. en ONO.

Winddrukking 9 tot 10 K.G. per M².

De peilschalen, benoorden en bezuiden den rijzendam, geplaatst op 50 M afstand.

2 Junij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		c.M. verval van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
6 —	—1.31	—1.71	40	—	2.500	
6 10	1.38	1.79	41	—	2.727	
6 25	1.43	1.89	46	—	2.727	
6 41	1.45	1.95	50	—	3.—	
6 55	1.45	1.95	50	—	3.—	
7 15	1.36	1.82	46	—	2.500	
7 30	1.30	1.57	27	—	2.173	
7 45	1.18	1.37	19	—	2.—	
8 —	1.07	1.19	12	—	1.304	
8 17	0.95	1.04	9	—	1.200	
8 45	0.85	0.95	10	—	1.154	
8 51	0.80	0.90	10	—	1.304	
9 —	0.77	0.83	6	—	1.154	
9 15	0.65	0.68	3	—	0.768	
9 30	0.50	0.53	3	—	0.652	
9 45	—0.30	—0.30	—	—	0.455	
10 37	+0.15	+0.15	—	—	—	0.265
10 47	0.28	0.30	—	2	—	0.536
11 3	0.55	0.58	—	3	—	0.833
11 17	0.75	0.82	—	7	—	1.200
11 32	1.—	1.11	—	11	—	1.765
11 46	1.37	1.49	—	12	—	1.765
12 —	1.70	1.84	—	14	—	2.—
12 17	2.—	2.08	—	8	—	2.—
12 32	2.20	2.25	—	5	—	1.579
12 45	2.28	2.31	—	3	—	1.500
1 —	2.30	2.33	—	3	—	1.250
1 17	2.25	2.26	—	1	—	0.882
1 37	2.10	2.14	—	4	—	0.811
1 57	2.—	2.—	—	—	—	0.698
2 5	1.90	1.91	—	1	—	0.769
2 17	1.78	1.79	—	1	—	0.682
2 32	1.68	1.68	—	—	—	0.567
2 47	1.58	1.58	—	—	—	0.448

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP.		c.M. verval van		Stroomsnelheid in M. van	
	noordelijke peilschaal.	zuidelijke peilschaal.	noord naar zuid.	zuid naar noord.	noord naar zuid.	zuid naar noord.
u. m.						
3 7	1.40	1.45	—	5	—	0.141
3 55	0.90	0.85	5	—	0.882	
4 12	0.60	0.50	10	—	1.071	
4 26	0.35	0.25	10	—	1.154	
4 45	+0.10	AP.	10	—	1.154	
4 59	—0.20	—0.25	5	—	1.154	
5 15	0.42	0.85	16	—	1.071	
5 30	0.65	0.90	25	—	1.154	
5 45	0.80	1.05	25	—	1.500	
5 55	0.90	1.15	25	—	1.667	
6 10	1.—	1.25	25	—	1.364	

Aanmerkingen.

Een dag vóór volle maan.

Het dwarsprofil op laagwater 9½ ten honderd en op hoogwater 46½ ten honderd van dat voor de afdamming.

De rijzendam opgehoogd tot 4 M. — AP.

Windrigting gedurende de waarnemingen tusschen N. en NNW., dus in de rigting van den eb- en tegen de rigting van den vloed-stroom.

Winddrukking van 12 tot 16 K.G. per M².

De peilschalen, benoorden en bezuiden den rijzendam, geplaatst op ongeveer 25 M. afstand.

19 Junij 1871.

u. m.						
12 —	—0.16	—0.04	—	12	—	1.250
12 10	0.03	+0.14	—	17	—	1.346
12 25	+0.14	0.32	—	18	—	1.346
12 40	0.34	0.56	—	22	—	1.750
12 50	0.48	0.72	—	24	—	1.944
1 —	0.73	1.04	—	31	—	1.944
1 10	0.92	1.28	—	36	—	2.187
1 20	1.14	1.52	—	36	—	2.500
1 30	1.33	1.72	—	39	—	2.692
1 40	1.52	1.92	—	40	—	2.916
1 50	1.67	2.05	—	38	—	3.181
2 —	1.77	2.12	—	35	—	3.181
2 10	1.86	2.18	—	32	—	2.916
2 20	1.93	2.16	—	23	—	2.500
2 35	1.98	2.13	—	15	—	1.944
2 50	2.—	2.09	—	9	—	2.187
3 5	1.94	2.05	—	11	—	2.058
3 20	1.85	1.95	—	10	—	1.944
3 35	1.73	1.93	—	20	—	1.842
3 50	1.59	1.71	—	12	—	1.944
4 5	1.47	1.55	—	8	—	1.750
4 20	1.36	1.44	—	8	—	1.521
4 35	1.27	1.32	—	5	—	1.400
4 50	1.16	1.21	—	5	—	1.060
5 5	1.02	1.06	—	4	—	0.676

Aanmerkingen.

Een dag nà nieuwe maan.

Het dwarsprofil op hoogwater 30 ten honderd van dat voor de afdamming.

Het laagste vak van het pakwerk 0.8 M. onder AP.

Windrigting gedurende de waarnemingen WtN.

Winddrukking 1 KG. per M.².

De peilschalen, benoorden en bezuiden den rijzendam, geplaatst op 25 M. afstand.

30 Junij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Stroomsnelheid in M. van noord naar zuid.	Stroomsnelheid in M. van zuid naar noord.
u. m.						
10 25	+0.98	+1.71	—	73	—	2.857
10 30	1.08	1.88	—	80	—	3.333
10 40	1.22	1.96	—	74	—	3.333
10 50	1.32	2.03	—	71	—	3.333
11 —	1.48	2.09	—	61	—	3.333
11 10	1.57	2.07	—	50	—	3.333
11 20	1.68	2.—	—	32	—	2.500
11 30	1.72	1.94	—	22	—	2.500
11 40	1.73	1.89	—	16	—	2.—
11 50	1.71	1.88	—	17	—	1.666
12 —	1.67	1.85	—	18	—	1.666
12 10	1.62	1.80	—	18	—	2.—
12 20	1.54	1.77	—	23	—	1.666
12 30	1.48	1.71	—	23	—	1.666
12 40	1.38	1.63	—	25	—	1.666
12 50	1.30	1.53	—	23	—	1.666
1 —	1.21	1.40	—	19	—	1.25
1 10	1.17	1.34	—	17	—	1.25
1 20	1.11	1.27	—	16	—	1.25
1 30	1 08	1.20	—	12	—	1.188

Aanmerkingen.

Twee dagen vóór volle maan.

Het dwarsprofil op hoogwater 10 ten honderd van dat voor de afdamming.

Het laagste vak van het pakwerk = AP.

Windrigting gedurende de waarneming van ZtW. tot WtZ.

Winddrukking 9 tot 10 K.G. per M².

De peilschalen geplaatst ten noorden en ten zuiden van den rijzendam, op ongeveer 25 M. afstand.

3 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
12 8	+0.08	+0.49	—	41	Een dag na volle maan.
12 13	0.19	0.61	—	42	Windrigting ZWtZ.
12 18	0.29	0.76	—	47	Winddrukking 17 tot 22 K.G. per M².
12 23	0.38	0.88	—	50	
12 28	0.48	1.04	—	56	
12 33	0.59	1.20	—	61	
12 38	0.72	1.37	—	65	
12 43	0.85	1.57	—	72	
12 48	0.98	1.77	—	79	
12 53	1.09	1.96	—	87	
12 58	1.22	2.12	—	90	
1 3	1 29	2.25	—	96	
1 8	1.39	2.35	—	96	
1 13	1.44	2.43	—	99	Grootste verschil.
1 18	1.52	2.50	—	98	
1 23	1.60	2.55	—	95	
1 28	1.68	2.56	—	88	Hoogwater aan de zuidzijde.
1 33	1.74	2.56	—	82	
1 38	1.82	2.54	—	72	
1 43	+1.88	+2.51	—	63	

4 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
1 5	+0.08	+0.49	—	41	Twee dagen na volle maan.
1 10	0.13	0.59	—	46	Betrekkelijke hoogte van den springvloed 0.95
1 15	0.21	0.72	—	51	Windrigting ZZW., dus in de rigting van den vloedstroom.
1 20	0.29	0.85	—	56	Winddrukking van 15 tot 22 K.G. per M².
1 25	0.41	0.99	—	58	
1 30	0.54	1.16	—	62	
1 35	0.64	1.32	—	68	
1 40	0.75	1.49	—	74	
1 45	0.86	1.65	—	79	
1 50	0.98	1.82	—	84	
1 55	1.09	1.98	—	89	
2 —	1.19	2.10	—	91	
2 5	1.25	2.20	—	95	
2 10	1.31	2.28	—	97	
2 15	1.36	2.34	—	98	Grootste verschil.
2 20	1.44	2.39	—	95	
2 25	1.51	2.40	—	89	Hoogwater aan de zuidzijde.
2 30	1.58	2.40	—	82	
2 35	1.64	2.39	—	75	
2 40	1.71	2.36	—	65	
2 45	1.75	2.31	—	56	
2 50	1.78	2.26	—	48	
2 55	1.80	2.19	—	39	
3 —	1.82	2.14	—	32	
3 5	1.84	2.09	—	25	Hoogwater aan de noordzijde.
3 10	1.84	2.03	—	19	
3 15	1.84	1.99	—	15	
3 20	1.82	1.97	—	15	
3 25	1.79	1.96	—	17	
3 30	1.75	1.93	—	18	
3 35	1.71	1.90	—	19	
3 40	1.66	1.87	—	21	
3 45	1.61	1.85	—	24	
3 50	1.57	1.84	—	27	
3 55	1.53	1.82	—	29	
4 —	1.48	1.85	—	37	
4 5	1.46	1.86	—	40	Wegens het opkomen van een donderbui uit het zuidwesten, het water aan de zuidzijde opgestuwd.
4 10	1.44	1.82	—	38	
4 15	1.40	1.79	—	39	
4 20	1.36	1.77	—	41	
4 25	1.32	1.69	—	37	
4 30	1.29	1.63	—	34	Winddrukking 30 K.G. per M².
4 35	1.26	1.57	—	31	
4 40	1.23	1.51	—	28	
4 45	1 20	1.45	—	25	
4 50	1.16	1.37	—	21	
4 55	1.11	1.29	—	18	
5 —	1.11	1 25	—	14	
5 5	1.11	1.20	—	9	
5 10	1.10	1.16	—	6	
5 15	1.08	1.12	—	4	
5 20	1.05	1.06	—	1	
5 25	1.—	1.01	—	1	
5 30	0.95	0.96	—	1	
5 35	0.88	0 90	—	2	
5 40	0.82	0.84	—	2	
5 45	0.78	0.79	—	1	
5 50	0.71	0.71	—		
5 55	0.63	0.62	1		
6 —	0.55	0.54	1		
6 5	0.50	0.46	4		

5 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
2 30	+0.69	+1.38	—	69	Drie dagen na volle maan.
2 35	0.80	1.54	—	74	Windrigting tusschen ZWtW. en W.
2 40	0 90	1.71	—	81	Gemiddelde winddrukking 11.5 K.G.; grootste drukking 22 K.G. ten 3½ ure.
2 45	1.03	1.90	—	87	
2 50	1.12	2.07	—	95	
2 55	1.22	2.21	—	99	
3 —	1.30	2.31	—	101	
3 5	1.37	2.41	—	104	Het doorstroomingsprofil op hoogwater 8 ten honderd van dat voor de afdamming.
3 10	1.44	2.48	—	104	
3 15	1.51	2.52	—	101	
3 20	1.58	2.54	—	96	
3 25	1.65	2.55	—	90	
3 30	1.71	2.52	—	81	Hoogwater aan de zuidzijde.
3 35	1.76	2.48	—	72	
3 40	1.81	2.42	—	61	
3 45	1.85	2.36	—	51	
3 50	1.88	2.30	—	42	Hoogwater aan de noordzijde.

6 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
3 5	+0.63	+1.28	—	65	Vier dagen na volle maan.
3 10	0.72	1.40	—	68	Windrigting WtN.
3 15	0.81	1.57	—	76	Winddrukking 11 tot 15 K.G.
3 20	0.91	1.75	—	84	
3 25	0.99	1.89	—	90	
3 30	1.08	2.02	—	94	
3 35	1.17	2.12	—	95	
3 40	1.25	2.22	—	97	Grootste verschil.
3 45	1.32	2.27	—	95	
3 50	1.37	2.31	—	94	
3 55	1.43	2.33	—	90	
4 —	1.47	2.34	—	87	Hoogwater aan de zuidzijde.
4 5	1.52	2.31	—	79	
4 10	1.57	2.27	—	70	
4 15	1.60	2.21	—	61	
4 20	1.64	2.15	—	51	
4 25	1.67	2.08	—	41	
4 30	1.69	2.02	—	33	
4 35	1.71	1.95	—	24	Hoogwater aan de noordzijde.

7 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
6 —	+1.55	+1.80	—	25	Vijf dagen na volle maan.
6 5	1.51	1.77	—	26	Windrigting gedurende de waarneming tusschen ZZW. en ZO.
6 10	1.47	1.72	—	25	
6 15	1.43	1.67	—	24	Winddrukking den gebeelen dag ongeveer 1 K.G. per M².
6 20	1.39	1.62	—	23	
6 25	1.35	1.57	—	22	
6 30	1.32	1.51	—	19	Het doorstroomingsprofil op hoogwater 6 ten honderd van dat voor de afdamming.
6 35	1.28	1.46	—	18	
6 40	1.25	1.40	—	15	
6 45	1.21	1.36	—	15	
6 50	1.18	1.31	—	13	Laagste vak van het pakwerk 0.2 M. + AP.
6 55	1.15	1.28	—	13	Bij lager waterstanden waakte het afdammingswerk.
7 —	1.12	1.24	—	12	
7 5	1.09	1.21	—	12	
7 10	1.06	1.17	—	11	
7 15	1.03	1.12	—	9	
7 20	1.—	1.09	—	9	
7 25	0.97	1.04	—	7	
7 30	0.94	0.99	—	5	
7 35	0.91	0.93	—	2	
7 40	0.87	0.87	—		
7 45	0.82	0.80	2		
7 50	0.79	0.74	5		
7 55	0.74	0.66	8		
8 —	0.69	0.57	12		
8 5	0.64	0.48	16		
8 10	0.57	0.38	19		
8 15	0.50	0.28	22		
8 20	0.43	0.20	23		
8 25	0.35	0.10	25		
8 30	0.29	+0.04	25		
8 35	0.22	—0.04	26		
8 40	0.15	0.12	27		
8 45	+0.06	0.20	26		
8 50	—0.03	0.26	23		
8 55	0.10	0.32	22		
9 —	0.16	0.37	21		
9 5	0.25	0.46	21		
9 10	0.33	0.52	19		
9 15	0.40	0.59	19		
9 20	0.47	0.68	21		
9 25	0.53	0.76	23		
9 30	0.59	0.82	23		
9 35	0.65	0.90	25		
9 40	0.72	0.99	27		
9 45	0.77	1.06	29		
9 50	0.83	1.11	28		
9 55	0.89	1.18	29		
10 —	—0.93	—1.25	32		
10 5	0.98	1.31	33		
10 10	1.03	1.37	34		
10 15	1.08	1.42	34		
10 20	1.12	1.47	35		
10 25	1.16	1.53	37		
10 30	1.19	1.59	40		
10 35	1.23	1.64	41		
10 40	1.26	1.69	43		
10 45	1.29	1.75	46		
10 50	1.32	1.78	46		
10 55	1.35	1.82	47		
11 —	1.36	1.86	50		
11 5	1.39	1.88	49		
11 10	1.40	1.90	50		Laagwater aan de noordzijde.
11 15	1.42	1.92	50		Laagwater aan de zuidzijde.
11 20	1.43	1.93	50		
11 25	1.42	1.94	52		
11 30	1.42	1.93	51		
11 35	1.42	1.91	49		
11 40	1.40	1.89	49		
11 45	1.36	1.85	49		
11 50	1.34	1.79	45		
11 55	1.32	1.74	42		
12 —	1.31	1.69	38		
12 5	1.29	1.64	35		
12 10	1.27	1.58	31		
12 15	1.25	1.54	29		
12 20	1.24	1.49	25		
12 25	1.23	1.43	20		

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
12 30	1.22	1.38	16		
12 35	1.20	1.35	15		
12 40	1.17	1.31	14		
12 45	1.15	1.29	14		
12 50	1.13	1.27	14		
12 55	1.10	1.25	15		
1 —	1.08	1.23	15		
1 5	1.06	1.20	14		
1 10	1.04	1.19	15		
1 15	1.02	1.18	16		
1 20	1.01	1.16	15		
1 25	0.99	1.15	16		
1 30	0.98	1.11	13		
1 35	0.96	1.05	9		
1 40	0.94	1.02	8		
1 45	0.91	0.98	7		
1 50	0.88	0.90	2		
1 55	0.84	0.85	1		
2 —	0.81	0.79	—	2	
2 5	0.76	0.72	—	4	
2 10	0.73	0.68	—	5	
2 15	0.68	0.65	—	3	
2 20	0.63	0.57	—	6	
2 25	0.59	0.50	—	9	
2 30	0.56	0.46	—	10	
2 35	0.52	0.40	—	12	
2 40	0.47	0.35	—	12	
2 45	0.43	0.30	—	13	
2 50	0.39	0.25	—	14	
2 55	0.35	0.20	—	15	
3 —	0.31	0.14	—	17	
3 5	—0.27	—0.06	—	21	
3 10	—0.21	AP.	—	21	
3 15	—0.18	+0.07	—	25	
3 20	—0.11	+0.14	—	25	
3 25	—0 07	+0.20	—	27	
3 30	—0.01	+0.28	—	29	
3 35	+0.04	+0.39	—	35	
3 40	0.10	0.49	—	39	
3 45	0.16	0.60	—	44	
3 50	0.24	0.70	—	46	
3 55	0.32	0.81	—	49	
4 —	0.39	0.92	—	53	
4 5	0.48	1.05	—	57	
4 10	0.57	1.19	—	62	
4 15	0.66	1.32	—	66	
4 20	0.75	1.48	—	73	
4 25	0.85	1.62	—	77	
4 30	0.91	1.76	—	85	
4 35	1.—	1.87	—	87	
4 40	1.08	1.97	—	89	
4 45	1.14	2.03	—	89	
4 50	1.18	2.10	—	92	Grootste verschil.
4 55	1.25	2.14	—	89	
5 —	1.30	2.17	—	87	Hoogwater aan de zuidzijde.
5 5	1.35	2.17	—	82	
5 10	1.40	2.14	—	74	
5 15	1 45	2.10	—	65	
5 20	1.50	2.05	—	55	
5 25	1.54	2.—	—	46	
5 30	1.57	1.94	—	37	
5 35	1.59	1.90	—	31	
5 40	1.60	1.84	—	24	
5 45	1.60	1.79	—	19	Hoogwater aan de noordzijde.
5 50	1.59	1.74	—	15	
5 55	1.58	1.70	—	12	
6 —	1.56	1.68	—	12	
6 5	1.54	1.66	—	12	
6 10	1.51	1.64	—	13	
6 15	1.48	1.63	—	15	
6 20	1.44	1.60	—	16	
6 25	1.39	1.58	—	19	
6 30	1.35	1.55	—	20	
6 35	+1.31	+1.54	—	23	

8 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m.					
5 —	+0.81	+1.53	—	72	Zes dagen na volle maan.
5 5	0.89	1.65	—	76	Windrigting W.
5 10	0.96	1.76	—	80	Winddrukking 1 K.G. per M².
5 15	1.04	1.85	—	81	
5 20	1.11	1.93	—	82	Grootste verschil.
5 25	1.18	1.99	—	81	
5 30	1.21	2.02	—	81	
5 35	1.27	2.07	—	80	
5 40	1.30	2.08	—	78	
5 45	1.35	2.08	—	73	Hoogwater aan de zuidzijde.
5 50	1.39	2.07	—	68	
5 55	1.43	2.03	—	60	
6 —	1.47	1.98	—	51	
6 5	1.49	1.93	—	44	
6 10	1.51	1.84	—	33	
6 15	1.52	1.82	—	30	
6 20	1.53	1.77	—	24	
6 25	1.54	1.73	—	19	Hoogwater aan de noordzijde.

9 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. verval van noord naar zuid.	c.M. verval van zuid naar noord.	Aanmerkingen.
u. m. voorm.					
5 —	+0.50	+1.16	—	66	Laatste kwartier.
5 5	0.60	1.28	—	68	WindrigtingZWtW.
5 10	0.69	1.40	—	71	Winddruk 7 K.G. per M².
5 15	0.79	1.52	—	73	
5 20	0.89	1.64	—	75	
5 25	0.97	1.73	—	76	Grootste verschil.
5 30	1.03	1.78	—	75	
5 35	1.08	1.82	—	74	
5 40	1.14	1.87	—	73	
5 45	1.19	1.90	—	71	
5 50	1.25	1.93	—	68	
5 55	1.31	1.94	—	63	
6 —	1.36	1.95	—	59	Hoogwater aan de zuidzijde.
6 5	1.42	1.93	—	51	
6 10	1.48	1.91	—	43	
6 15	1.50	1.90	—	40	
6 20	1.54	1.88	—	34	
6 25	1.57	1.87	—	30	
6 30	1.59	1.85	—	26	
6 35	1.60	1.84	—	24	
6 40	1.62	1.83	—	21	Hoogwater aan de noordzijde.
6 45	1.62	1.82	—	20	
6 50	1.61	1.81	—	20	

10 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. namidd.					
6 15	+0.18	+0.50	—	32	Een dag na laatste kwartier.
6 20	0.21	0.57	—	36	Windrigting NNO.
6 25	0.28	0.66	—	38	Winddruk 1 K.G. per M².
6 30	0.33	0.73	—	40	
6 35	0.39	0.81	—	42	
6 40	0.45	0.89	—	44	
6 45	0.50	0.97	—	47	
6 50	0.57	1.06	—	49	
6 55	0.62	1.13	—	51	
7 —	0.68	1.20	—	52	
7 5	0.75	1.28	—	53	
7 10	0.80	1.37	—	57	
7 15	0.87	1.43	—	56	
7 20	0.92	1.48	—	56	
7 25	0.95	1.54	—	59	Grootste verschil.
7 30	1.—	1.58	—	58	
7 35	1.04	1.60	—	56	
7 40	1.09	1.63	—	54	
7 45	1.14	1.64	—	50	Hoogwater aan de zuidzijde.
7 50	1.17	1.64	—	47	
7 55	1.19	1.63	—	44	
8 —	1.22	1.62	—	40	
8 5	1.24	1.59	—	35	
8 10	1.27	1.57	—	30	
8 15	1.28	1.55	—	27	
8 20	1.29	1.53	—	24	
8 25	1.30	1.50	—	20	Hoogwater aan de noordzijde.
8 30	1.29	1.45	—	16	

11 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. voorm.					
6 50	+0.21	+0.67	—	46	Twee dagen na laatste kwartier.
6 55	0.29	0.80	—	51	Windrigting NNO.
7 —	0.37	0.90	—	53	Winddruk 2 K.G. per M².
7 5	0.46	1.01	—	55	
7 10	0.55	1.11	—	56	
7 15	0.63	1.20	—	57	
7 20	0.70	1.28	—	58	
7 25	0.78	1.37	—	61	Grootste verschil.
7 30	0.84	1.44	—	60	
7 35	0.90	1.50	—	60	
7 40	0.98	1.58	—	60	
7 45	1.04	1.64	—	60	
7 50	1.10	1.65	—	55	
7 55	1.15	1.69	—	54	
8 —	1.23	1.74	—	51	
8 5	1.27	1.76	—	49	
8 10	1.31	1.78	—	47	
8 15	1.35	1.79	—	44	
8 20	1.40	1 80	—	40	
8 25	1.44	1.82	—	38	Hoogwater aan de zuidzijde.
8 30	1.47	1.82	—	35	
8 35	1.50	1.82	—	32	
8 40	1.53	1.82	—	29	
8 45	1.55	1.82	—	27	
8 50	1.57	1.82	—	25	
8 55	1.58	1.81	—	23	Hoogwater aan de noordzijde.
9 —	1.59	1.80	—	21	

12 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. voorm.					
7 45	+0.19	+0.50	—	31	Drie dagen na laatste kwartier.
7 50	0.24	0.58	—	34	Windrigting WtN.
7 55	0.29	0.66	—	37	Winddruk 12 tot 13 K.G. per M².
8 —	0.35	0.75	—	40	
8 5	0.40	0.83	—	43	*Het Sloe afgedamd.*
8 10	0.46	0.93	—	47	
8 15	0.52	1.—	—	48	
8 20	0.59	1.10	—	51	
8 25	0.64	1.19	—	55	
8 30	0.70	1.23	—	53	
8 35	0.76	1.33	—	57	
8 40	0.83	1.41	—	58	
8 45	0.90	1.49	—	59	
8 50	0.96	1.57	—	61	Grootste verschil.
8 55	1.01	1.61	—	60	
9 —	1.08	1.66	—	58	
9 5	1.14	1.70	—	56	
9 10	1.19	1.76	—	57	
9 15	1.24	1.79	—	55	
9 20	1.28	1.82	—	54	
9 25	1.33	1.84	—	51	
9 30	1.37	1.86	—	49	
9 35	1.42	1.88	—	46	Hoogwater aan de zuidzijde.
9 40	1.46	1.88	—	42	
9 45	1.49	1.87	—	38	
9 50	1.53	1.86	—	33	
9 55	1.55	1.85	—	30	
10 —	1.56	1.84	—	28	
10 5	1.58	1.83	—	25	
10 10	1.59	1.82	—	23	
10 15	1.60	1.80	—	20	
10 20	1.60	1.79	—	19	

13 Julij 1871.

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. voorm.					
8 45	+0.09	+0.50	—	41	Vier dagen na laatste kwartier.
8 50	0.12	0.55	—	43	Windrigting ZW.
8 55	0.19	0.64	—	45	Winddruk van 7 tot 15 K.G. per M².
9 —	0.26	0.74	—	48	
9 5	0.31	0.84	—	53	
9 10	0.38	0.93	—	55	
9 15	0.46	1.03	—	57	
9 20	0.52	1.10	—	58	
9 25	0.60	1.20	—	60	
9 30	0.66	1.25	—	59	
9 35	0.72	1.34	—	62	
9 40	0.79	1.40	—	61	
9 45	0.85	1.46	—	61	
9 50	0.91	1.51	—	60	
9 55	0.97	1.55	—	58	
10 —	1.02	1.58	—	56	
10 5	1.06	1.61	—	55	
10 10	1.11	1.63	—	52	
10 15	1.16	1.64	—	48	
10 20	1.20	1.66	—	46	Hoogwater aan de zuidzijde.
10 25	1.23	1.67	—	44	

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. voorm.					
10 30	1.26	1.67	—	41	
10 35	1.29	1.66	—	37	
10 40	1.31	1.65	—	34	
10 45	1.33	1.64	—	31	
10 50	1.35	1.63	—	28	
10 55	1.36	1.62	—	26	
11 —	1.33	1.60	—	27	
11 5	1.39	1.58	—	19	

21 Julij *1872*.

u. m. voorm.					
5 30	+0.26	—0.08	34		Een dag na volle maan. Windrigting tusschen O. en OZO. Grootste drukking gedurende de waarnemingen 1 K.G. per M².
5 40	+0.12	—0.27	39		
5 50	—0.05	—0.45	40		
6 —	0.22	0.52	30		
6 10	0.36	0.67	31		
6 20	0.49	0.82	33		
6 30	0 62	0.97	35		
6 40	0.76	1.12	36		
6 50	0.88	1.27	39		
7 —	1.—	1.40	40		
7 10	1.10	1.52	42		
7 20	1.19	1.64	45		
7 30	1.27	1.75	48		
7 40	1.36	1.88	52		
7 50	1.43	1 97	54		
8 —	1.50	2.04	54		
8 10	1.53	2.08	55		Laagwater.
8 20	1.52	2.08	56		
8 30	1.51	1.98	47		
8 40	1.49	1.87	38		
8 50	1.46	1.80	34		
9 —	1.42	1.78	36		
9 10	1.37	1.66	29		
9 20	1.33	1.58	25		
9 30	1.29	1.43	14		
9 40	1.23	1.32	9		
9 50	1.17	1.26	9		
10 —	1.12	1.21	9		
10 10	1.08	1.20	12		
10 20	1.04	1.16	12		
10 30	1.—	1.10	10		
10 40	0.94	1.—	6		
10 50	0.88	0.89	1		
11 —	0.81	0.76	—	5	
11 10	0.73	0.62	—	11	
11 20	0.64	0.51	—	13	
11 30	0.56	0.45	—	11	
11 40	0.48	0.36	—	12	
11 50	0.40	0 25	—	15	
12 —	0.30	0.09	—	21	
12 10	—0.20	+0.23	—	43	
12 20	—0.10	+0.45	—	55	
12 30	AP.	+0.70	—	70	
12 40	+0.14	+1.—	—	86	
12 50	0.28	1.16	—	88	

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m.					
1 —	+0.47	+1.30	—	83	
1 10	0.69	1.68	—	99	
1 20	0.85	2.05	—	80	
1 30	1.07	2.30	—	123	
1 40	1.24	2.50	—	126	Grootste verschil. Hoogwater zuidzijde.
1 50	1.41	2.58	—	117	
2 —	1.55	2.50	—	95	
2 10	1.65	2.39	—	74	
2 20	1.74	2.27	—	53	
2 30	1.79	2.13	—	34	
2 40	1.81	2.—	—	19	Hoogwater noordzijde.
2 50	1.79	1.90	—	11	
3 —	1.76	1.85	—	9	
3 10	1.68	1.84	—	16	
3 20	1.60	1.84	—	24	
3 30	1.54	1.80	—	26	
3 40	1.44	1.69	—	25	
3 50	1.35	1.57	—	22	
4 —	1.27	1.40	—	13	
4 10	1.20	1.25	—	5	
4 20	1.14	1.18	—	4	
4 30	1.08	1.10	—	2	
4 40	0.98	1.01	—	3	
4 50	0.92	0.94	—	2	
5 —	0.85	0.80	5		
5 10	0.75	0.65	10		
5 20	0.67	0.45	22		
5 30	0.56	0.28	28		
5 40	0.42	0.10	32		
5 50	+0.26	—0.10	36		
6 —	+0.13	—0.26	39		
6 10	—0.02	—0.40	38		
6 20	0.17	0.57	40		
6 30	0.33	0.68	35		
6 40	0.50	0.83	33		
6 50	0.64	0.98	34		
7 —	0.76	1.05	29		
7 10	0.91	1.12	21		
7 20	1.03	1.25	22		
7 30	1.12	1.36	24		
7 40	1.21	1.43	22		
7 50	1.31	1.52	21		

22 Julij *1872*.

u. m. voorm.					
5 —	+1.27	+1.30	—	3	Twee dagen na volle maan. Betrekkelijke hoogte van den springvloed 0.97. Windrigting van voorm. 6 uur tot nam. 2 uur ZO. ten 3 uur WZW. „ 4 „ NW. „ 5 „ NtN. „ 6 „ NNO. „ 7 „ NO. „ 8 „ ONO.
5 10	1.19	1.20	—	1	
5 20	1.14	1.10	4		
5 30	1.04	1.—	4		
5 40	0.98	0.94	4		
5 50	0.81	0.75	6		
6 —	0.67	0.40	27		
6 10	0 53	0.20	33		
6 20	0.38	0.03	35		
6 30	+0.23	—0.14	37		
6 40	+0 05	—0.29	34		
6 50	—0.12	—0.41	29		
7 —	0.27	0.59	32		
7 10	0.43	0.74	31		

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. voorm.					
7 20	0.58	0.90	32		Winddrukking gedurende de waarnemingen van 3 tot 7 K.G. per M².
7 30	0.72	1.—	28		
7 40	0.84	1.20	36		
7 50	0.95	1.34	39		
8 —	1.06	1.45	39		
8 10	1.16	1.60	44		
8 20	1.25	1.70	45		
8 30	1.34	1.80	46		
8 40	1.41	1.92	51		
8 50	1.48	2.—	52		
9 —	1.50	2.07	57		
9 10	1.52	2.11	59		Laagwater zuidzijde.
9 20	1.54	2.11	57		Id. noordzijde.
9 30	1.51	2.03	52		
9 40	1.47	2.—	53		
9 50	1.40	1.85	45		
10 —	1.34	1.70	36		
10 10	1.30	1.55	25		
10 20	1.27	1.40	13		
10 30	1.22	1 30	8		
10 40	1.15	1.20	5		
10 50	1.09	1.18	9		
11 —	1.02	1.16	14		
11 10	1.—	1.13	13		
11 20	0.96	1 09	13		
11 30	0.93	1.—	7		
11 40	0.90	0.90	—		
11 50	0.82	0.78	—	4	
12 —	0.73	0.65	—	8	
12 10	0.66	0.55	—	11	
12 20	0.58	0.45	—	13	
12 30	0.51	0.35	—	16	
12 40	0.43	0.28	—	15	
12 50	0.32	0.15	—	17	
1 —	0.27	0.03	—	24	
1 10	—0.18	+0 17	—	35	
1 20	AP.	+0.35	—	35	
1 30	+0.12	+0.65	—	53	
1 40	0.27	0.94	—	67	
1 50	0.50	1.20	—	70	
2 —	0.68	1.60	—	92	
2 10	0.79	2.—	—	121	
2 20	1.10	2.38	—	128	
2 30	1.29	2.58	—	129	Grootste verschil. Hoogwater zuidzijde.
2 40	1.44	2.65	—	121	
2 50	1.58	2.61	—	103	
3 —	1.68	2 57	—	89	
3 10	1.77	2.35	—	58	
3 20	1.81	2.13	—	32	
3 30	1.84	2.05	—	21	Hoogwater noordzijde.
3 40	1.80	2.—	—	20	
3 50	1.77	1.96	—	19	
4 —	1.71	1.90	—	19	
4 10	1.65	1.88	—	23	
4 20	1.56	1.86	—	30	
4 30	1.47	1.85	—	38	
4 40	1.38	1.70	—	32	
4 50	1.29	1.51	—	22	
5 —	1.21	1.31	—	10	
5 10	1.14	1.10	4		
5 20	1.07	1.—	7		

Tijd der waarnemingen.	M. hoogte betrekkelijk AP. noordelijke peilschaal.	M. hoogte betrekkelijk AP. zuidelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de noordelijke peilschaal.	c.M. hooger aan de zuidelijke peilschaal.	Aanmerkingen.
u. m. namidd.					
5 30	0.99	0.90	9		
5 40	0.90	0.80	10		
5 50	0.83	0.70	13		
6 —	0.73	0.58	15		
6 10	0.64	0.41	23		
6 20	0.53	0.25	28		
6 30	0.39	0 05	34		
6 40	+0.24	—0.15	39		
6 50	+0.10	—0.32	42		
7 —	—0.05	—0.50	45		
7 10	0.21	0 64	43		
7 20	0.34	0.75	41		
7 30	0.45	0.88	43		
7 40	0.61	1.01	40		

OVER HET SPRINGEN VAN DEN STOOMKETEL VAN DE SCHROEFSTOOMBOOT «STAD GORINCHEM» OP 28 AUGUSTUS 1872 AAN DEN OMVAL IN DE GEMEENTE OUDER-AMSTEL.

(Volgens het officiele verslag van den ingenieur der 2de klasse voor het stoomwezen W. A. M. Piepers en de over dat verslag gegeven officiele beschouwingen van den ingenieur der 2de klasse S. L. Kempen en den ingenieur der 1ste klasse A. A. C. de Vries Robbé.)

(Plaat 24.)

Inleiding.

De officiele bescheiden over het springen van den stoomketel van de schroefstoomboot „stad Gorinchem" op den 28sten Augustus 1872 werden door den Minister van Binnenlandsche Zaken in handen gesteld van den raad van bestuur, met magtiging om uit de verschillende beschouwingen datgene mede te deelen, wat in het belang der zaak en van het Instituut raadzaam schijnt.

De Minister merkte daarbij op:

Uit de gelukkige omstandigheid, dat hier te lande zoo zeldzaam stoomketel-ontploffingen voorkomen, is men geneigd tot het afdoende van het toezigt te besluiten. Doet zich eene enkele maal een dergelijk geval voor, dan verdienen de omstandigheden, waaronder de ontploffing is geschied en hare voorname oorzaken in ruimen kring te worden gekend tot waarschuwing voor het vervolg.

Uit den aard der zaak bepalen de beschouwingen nopens de oorzaken zich veelal tot gissingen en onder-

stellingen. Zoo ook hier, de gevoelens der deskundigen loopen daaromtrent uiteen.

De raad, instemmende met de inzigten van den Minister van Binnenlandsche Zaken, heeft getracht zoowel het verslag van den ingenieur Piepers als de officiele beschouwingen van de beide andere ingenieurs, zoodanig in hun geheel over te nemen, dat een geleidelijk overzigt van de verschillende gevoelens der ingenieurs en van den raad wordt verkregen.

Omschrijving van den ketel.

De stoomketel is in 1860 vervaardigd in de fabriek van de heeren Diepenveen, Lels en Smit aan den Kinderdijk, en hetzelfde jaar beproefd en geplaatst in de schroefboot „Stad Gorinchem" van de firma Tegel, Belzer en Cie. te Gorinchem, bestemd voor vervoer van reizigers, goederen, enz. tusschen Gorinchem en Amsterdam.

De ketel is cilindervormig met staande dergelijke stoomkast (dôme), met een binnenkanaal, waarin de vuurplaats, en met 86 vlampijpen (*). De achterwand was vlak en verbonden met het cilindervormig deel van den buitenromp door een hoekijzeren ring en door drie driehoekige platen met hoekijzers (gussets).

Bovendien was die achterwand verbonden met de vlakke achterzijde der vlamkast door 14 geklonken steunbouten (zoogenaamde bosjesbouten) ter middellijn van 3 c.M., en geplaatst op onderlingen afstand van gemiddeld 35 c.M.

De voornaamste afmetingen van den ketel zijn:

Lengte	2.58	M.
Middellijn	1.93	„
Id. binnenkanaal, waarin de vuurplaat	0.81	„
Middellijn stoomkast	1.—	„
Hoogte id.	1.—	„
Lengte vlampijpen	2.15	„
Middellijn id.	0.05	„
Wanddikte ketel	0.010	„

Hoogste stoomdruk, toegestaan in de dd. 29 Augustus 1860 verleende akte van vergunning, 3.60 K.G. per c.M². (drie en een halve atmospheer).

De veiligheidskleppen, drie in getal, zijn op de stoomkast geplaatst. De onmiddellijk belaste heeft 29 m.M. middellijn, de beide met hefboom en gewigt belaste, waarvan één afgesloten, elk 86 m.M.

Voorts was de ketel voorzien van alle bij de wet voorgeschreven toestellen.

(*) In den laatsten tijd waren 15 pijpen gestopt, zooals bleek bij de opname na de ontploffing.

Laatste opnemingen van den ketel.

De ketel was den 27sten Januarij 1871 te Gorinchem door den ingenieur Kempen onderzocht en inwendig in orde bevonden, doch uitwendig was de tweede naad der voorplaat aan den bodem lek, waarvoor de ketel in de fabriek van de heeren Diepenveen, Lels en Smit geligt werd.

Op 28 Maart 1871 werd de ketel nader door dien ingenieur onderzocht. Het gedeelte der plaat op den lekken naad werd uitgehakt en een onderzoek van den ketelmakersbaas had geen andere gebreken doen ontdekken. Alleen was het overige gedeelte van de plaat, waaruit het stuk gehakt werd, min of meer verteerd, en de frontnaad lek, zoodat de ingenieur voorstelde, die plaat, hoewel nog voldoende, geheel te vernieuwen en het slijkgat, onder aan het achtervlak van eenen ring te voorzien, daar de kanten begonnen te verteeren.

Op den 29sten Junij 1871 werd de ketel na afloop van de herstelling door de heer Kempen te Gorinchem onderzocht en in goed werkenden staat bevonden, terwijl de toestellen allen weder in orde waren aangebragt.

Eindelijk is op den 17den Januarij 1872, toen de stoomboot voor herstelling van de stoomtuigen weder aan genoemde fabriek lag, de ketel in het vaartuig door den opzigter J. G. de Vries Robbé onderzocht en in orde bevonden.

Beschrijving van het ongeval.

De boot die 's morgens vroeg uit Amsterdam was vertrokken, kwam aan den Omval toen de Rijnspoorwegbrug gesloten was, en moest dus eenigen tijd stoppen; terwijl de boot stil lag is de ketel gesprongen.

Eenigen tijd daarna zonk de boot gedeeltelijk, zoodat des namiddags slechts een gedeelte boven water zigtbaar was. De volgende dagen is de boot door middel van zoogenaamde kiezentrekkers (*) geligt, en toen bleek, dat in den bodem van het schip over de lengte zich eene scheur bevond, de verschansing aan weerszijden was verbrijzeld, het schip ter plaatse van den ketel was uitgezet, en de machine vrij zwaar beschadigd scheen te zijn. Van ketel noch toestellen was in het schip iets te vinden, behalve de manometer, die blijkbaar tegen het beschot was bevestigd geweest.

Achtervolgens werden opgevischt de schoorsteen, de rookkast, spuikraan met spuipijp en eenige koperen

(*) Door kiezentrekkers worden verstaan schuiten met windassen, waarmede de schepen worden geligt door middel van kettingen, die onder het vaartuig worden doorgehaald.

pijpen. Nadat de ketel gedeeltelijk was geligt, en toen bleek, dat hij bezwaarlijk op de plaats zelve aan wal kon worden gebragt, heeft men hem hangende aan de kiezentrekkers vervoerd naar de werf van Gebroeders Schutte op den Kadijk te Amsterdam, alwaar de ketel met de kraan kon geligt worden.

Vóór het ongeval plaats had, en terwijl de boot stil lag bevond zich de machinist staande op den trap der machinekamer; eenige blazing van stoom achter den ketel vernemende, moest hij na eenige korte waarneming voor den stoom wijken en naar boven gaande, om op den ketel een en ander na te zien, en daarop willende teruggaan, is hij met twee andere personen en wel in tegenovergestelde rigting aan bakboordszijde over boord geslagen, op aanmerkelijk grooter afstand, dan de beide anderen. Van den slag der uitbarsting schijnen die personen weinig of niets gehoord te hebben, althans zij en zelfs de ongedeerd gebleven knecht kunnen zich daarvan niets herinneren.

De machinist is van de bekomen brandwond hersteld. Van de passagiers is door een toeval niemand gekwetst; de kapitein, die op den stuurstoel stond, is echter zwaar gebrand en later overleden.

Beschrijving van den ketel na de ontploffing.

De ketel bleek na de ontploffing op de volgende plaatsen beschadigd te zijn:

1°. de grootste helft van den vlakken achterwand was uitgeslagen (*), zooals nader hier wordt omschreven, en uit de afbeelding (plaat 24, figuur 1) blijkt, en

2°. in de stoomkast (dôme) bevond zich een horizontale scheur.

Dit laatste is blijkbaar teweeggebragt na de ontploffing door het stooten van den ketel tegen een hard of scherp voorwerp of gedeelte van het schip, daar het ijzer te dier plaatse van buiten naar binnen gedrukt is, zoodat alleen eene nadere beschouwing van het sub 1° genoemde eenig licht kan verspreiden omtrent de oorzaak van het ongeval.

De achterwand was voor de grootste helft met eene zijde van het hoekijzer van het cirkelvormig deel van den buitenromp afgescheurd, en terwijl die wand uit twee aaneengeklonken platen bestond, was het opmerkelijk dat de scheur slechts over eene lengte van 30 c.M. over den naad en verder onregelmatig en over twee der bovenste steunbouten liep. Het bovendeel van dien wand was aan den romp gehecht gebleven, waartoe de bevestiging door middel van de driehoekige platen met hoekijzers zeker heeft bijgedragen. Ook de bovenste rij steunbouten was gaaf gebleven. Bij de scheur was het bovendeel, dat gebleven is, eenigzins naar buiten gekruld.

De steunbouten waren gehecht gebleven aan de achterzijde der vlamkast, op één der beide onderste na, op de plaats van welke zich een gat in de vlamkast bevond, grooter dan de middellijn van den steunbout. Ter plaatse van den tweeden ondersten steunbout was de achterplaat der vlamkast ingescheurd.

Over de beide onderste steunbouten bevonden zich tegen de binnenzijde (*) der vlamkast twee cirkelvormige lapjes, het eene met moer-, het andere met tap-bouten bevestigd en bij de meeste overige steunen, waarvan de koppen af zijn, was de vlamkast iets doorgezet.

Deze lapjes waren op den 17den Januarij 1872, bij het onderzoek van den heer de Vries Robbé, volgens diens verklaring niet aanwezig, en zijn later aangebragt. Volgens eene latere verklaring van den adsistent machinist, die tot Maart 1872 aan boord van de stoomboot speciaal belast was met het uithalen van de asch achter de vuurbrug in de vlamkast, waren zelfs de lapjes eerst na dat tijdstip aangebragt. Hij verklaarde verder, dat niet slechts zij vroeger niet hadden bestaan, maar er zelfs geen aanleiding voor hunne plaatsing was geweest, daar op dat tijdstip nog geen lekken aan de steunbouten ontdekt waren.

Aan de achterzijde is de bodem van den ketel aan weerszijden ingedrukt, dat blijkbaar na de ontploffing moet veroorzaakt zijn.

De veiligheidskleppen bevonden zich in goeden staat en van de afgesloten klep was de kast met schroefboutjes en sloten nog in haar geheel aanwezig, terwijl de belasting, nagewogen zijnde, bleek overeenkomstig den stoomdruk van 3½ atmospheer in orde te zijn.

Beoordeeling van de constructie, en van den toestand van den ketel na de ontploffing.

De constructie van den ketel was niet die, welke men bij voorkeur zou wenschen gevolgd te zien, in

(*) Naar dit stuk is nog gevischt, doch te vergeefs; waarschijnlijk is het in den modder gezakt.

(*) Volgens de afbeelding, die naar eene photographie is gevolgd, zou men meenen, dat er ook een lapje om den bout aan de buitenzijde van de vlamkast of in de waterruimte was aangebragt, maar dat is schijn en wordt daardoor veroorzaakt dat die buitenzijde met vuile witachtige ketelsteen was bedekt, hetwelk echter bij eenige steunbouten min of meer niet het geval was en vooral niet bij den ondersten tweeden of regtschen steunbout. De kleur der plaat was daarom hier zwartrood of roestachtig, waardoor de donkere tint op de photographie is weergegeven en het doet voorkomen alsof er een plaatje om dien bout was aangebragt.

zooverre dat de achterwand niet gebombeerd was, hetwelk somtijds ook aan de achterzijde der vlamkast plaats heeft en dat de steunbouten niet met draad in de plaat bevestigd en daarna geklonken waren, of dat daartoe geen moerbouten waren gebezigd.

Men moet hierbij echter in acht nemen, dat de verbinding van den ketel met de vlamkast, door middel van steunbouten met zoogenaamde geklonken bosjesbouten, door vele fabriekanten, waaronder de voornaamste hier te lande, worden aangebragt, zoodat die verbinding voor den ingenieur van het stoomwezen niet kan gelden als reden van afkeuring, of om de vervanging der steunbouten door anderen te vorderen. Veel minder kan men den eisch stellen, dat de achterwand gebombeerd moet zijn, al moge die zich door meerdere sterkte aanbevelen. Ware zulks het geval geweest zoo geeft de heer Piepers daarvoor de volgende berekeningen: Stel, dat bij een dergelijken ketel de achterwand een kromtestraal heeft van $r = 2$ M., dan zou deze wand voor $3\frac{1}{2}$ atmospheer $= 3.60$ K.G. per c.M^2., of $p = 0.036$ K.G. eene dikte moeten hebben, waarbij de plaat bezwijkt, van:

$$e = \frac{p\,r}{2\,\mathrm{T}} = \frac{0.036 \times 2000}{2 \times 24} = 1.5 \text{ m.M. } (*)$$

of bij een wanddikte van 10 m.M., ruim zesvoudige zekerheid, zonder de steunbouten in rekening te brengen.

Een vlakke wand daarentegen zou in hetzelfde geval (voor het gemak van berekening den omgeschreven vierhoek of $b = 2\,r = 1.93$ M. nemende) eene dikte moeten hebben van: (†)

$$e = \frac{b}{2}\sqrt{\frac{p}{\mathrm{T}}} = r.\sqrt{\frac{p}{\mathrm{T}}} = \frac{1930}{2}\sqrt{\frac{0.036}{24}} = 37 \text{ m.M.}$$

Daar de wanddikte slechts 10 m.M. bedraagt, zou volgens die formule de berekening aangeven, dat eene dergelijke vlakke plaat hare sterkte genoegzaam alleen uit de steunbouten ontvangt.

De formule is echter niet juist en berust niet voldoende op wetenschappelijke gronden, zooals het geval is bij den bolvormigen wand, wanneer die althans volkomen aan den romp van den ketel bevestigd is. Voor zooveel ons bekend is, zijn er bij een' vlakken achterwand voor eene vertrouwbare formule nimmer voldoende proefnemingen gedaan, zoodat men in de praktijk verpligt is zich te houden aan hetgeen de ondervinding als voldoende heeft aangewezen; waarbij het dan vooral zaak is toe te zien, dat de achterwand door steunbouten goed is versterkt. De heer Reuleaux geeft dan ook voor e bij vlakken achterwand de volgende formule, die eveneens niet onvoorwaardelijk kan worden toegepast:

$$e = r\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{\frac{p}{\mathrm{T}}}$$

of in dit geval

$$e = \frac{1930}{2}\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{\frac{0.036}{24}} = 0.817 \times 37 = \text{ruim } 30 \text{ m.M.}$$

De steunbouten op onderlingen afstand van 35 c.M. geplaatst boden eene vijf-en-een-halfvoudige zekerheid aan, daar

$\frac{1}{4}\,d^2\,\pi\,.\,\mathrm{T} = a^2\,p$, waarin $d = 3$ c.M., $\mathrm{T} = 35$ K.G., $a = 35$ c.M.; dus $p = 20$. Daar $p = 3.6$ bedroeg, heeft men bijgevolg eene $\frac{20}{3.6} = 5\frac{1}{2}$-voudige zekerheid.

Bij de twee onderste steunen daarentegen, op 42 c.M. van den bodem geplaatst, heeft men $\frac{1}{4}\,d^2\,\pi\,.\,\mathrm{T} = a\,b\,p$, waarin $a = 35$, $b = 42$, dus $p = 16.8$, zoodat men bij die bouten eene $\frac{16.8}{3.6} = 4\frac{1}{2}$-voudige zekerheid had.

Uit den toestand van den ketel meende men aanvankelijk tot het besluit te mogen komen, dat de linksche steunbout van onderen reeds eenigen tijd was los geweest. Het gat in de achterplaat van de vlamkast was grooter dan de middellijn van den bout, en het ijzer was te dier plaatse dunner, zoodat de kop van den bout door den achterwand was getrokken. In dit vermoeden werd men versterkt door de aanwezigheid aan de binnenzijde der vlamkast van twee opgeschroefde plaatjes bij de twee onderste steunbouten, zooals hierboven is opgegeven. Deze lapjes die zonder medeweten van het Rijks toezigt, en zooals hierboven is opgemerkt eerst onlangs waren aangebragt, hebben uit den aard der zaak gediend, om het gebrek weg te nemen, dat die steunbouten gelekt hebben. In hoe verre daarbij de achterwand van de vlamkast had geleden, of door het lekken was ingevreten, en dus niet meer bestand was om den linkschen steunbout te houden, kon niet worden nagegaan, en dit moest aanleiding geven tot de eerste onderstelling, dat de achterwand, niet meer gehouden door de beide onderste steunbouten (of in allen geval slechts door één van die twee), bij volle stoomspanning zwaar gewerkt had, het doorzetten van de vlamkast bij de steunbouten had veroorzaakt en daaruit bij de overige steunbouten lekkaadje was ontstaan, ten gevolge waarvan het klinksel geheel of gedeeltelijk verteerd was. Van al de steunbouten waren dan ook de koppen afgerukt en daags vóór het ongeval was er lekkaadje bespeurd geweest aan de achterzijde, zoodat ketelmakers aan boord zijn geweest, die dit hebben trachten te verhelpen door digtkoken van eenige naden of nagelkoppen.

(*) Aannemende met Fairbairn (zie *Useful Information for Engineers*) 34 000 lb. per vierk. eng. duim voor de draagkracht van gewone ketelplaten, wanneer deze bewerkt zijn (dat is verzwakt door ponsen of boren), hetwelk voor T overeenkomt met 23.8 K.G. per m.M^2. Voor de volle plaat kan men 35 K.G. rekenen.

(†) Deze formules zijn gevolgd naar Weisbach's *Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik*, Bd. II, § 410 en 412.

Ondersteld dat de koppen van de klinkbouten waren weggeteerd, zoo konden de steunbouten de zekerheid niet aanbieden, die boven is aangegeven, en moest bij eenig oploopen van stoom, waarover straks nader, de ontploffing volgen.

De onderstelling, dat de onderste linksche steunbout reeds eenigen tijd was los geweest en door den achterwand was getrokken, stuit echter op de overweging, dat zulks niet mogelijk was geweest, zonder vergrooting van den afstand tusschen den achterwand van den ketel en de vlamkast, waardoor onder de omstandigheid, dat de ketelplaat over een betrekkelijk groot oppervlak niet gesteund of verbonden was, een bult had moeten voorkomen, die aan de aandacht van den machinist en van den ketelmakersbaas niet had kunnen ontsnapt zijn. Bovendien zou, daar het doortrekken van den kop van den bout, door het kleine gat, eene buitengewone kracht vordert, op het oogenblik dat de bout losraakte, een hevige schok moeten waargenomen zijn, waarbij een verder zorgeloos gebruik van den ketel, zonder een nader naauwkeurig onderzoek, moeijelijk denkbaar is.

Een nader onderzoek heeft dan ook die onderstelling niet bevestigd. Bij eene herhaalde opname van den ketel, verklaarde de ketelmakersbaas der fabriek van de heeren Gebroeders Schutte te Amsterdam, dat hij daags vóór het springen achter den ketel was geweest, en toen bevonden had, dat er een lek was onder aan de bodemplaat bij het hoekijzer van den achterwand en bij een der klinknagels. Hij verklaarde toen verder geen lekken of gebreken aan de koppen der steunbouten van den achterwand te hebben waargenomen en den lekken naad te hebben digt gekookt, waarna de ketel met water gevuld is geworden om te zien of de naad digt was, hetgeen bleek het geval te zijn. Neemt men echter in aanmerking, dat hoekijzers en zelfs omgehaalde platen (thans de meest gebruikelijke wijze) bij de verbinding van den achterwand met het cilindervormig deel van den romp wel eens kraken in den nek, en men bij die hoekijzers of omgehaalde kanten, door de beperkte ruimte bij het onderzoek, niet komen kan, zoo kan zoodanig gebrek niet eerder ontdekt worden vóór dat de kraak geheel doorloopt en een lek is ontstaan. Deze omstandigheid wettigt de onderstelling dat bij dezen ketel, de aanleiding van het ongeval in een gebrek bij het hoekijzer moet gezocht worden, welk gebrek reeds op 17 Januarij 1872 bij het laatste onderzoek kan bestaan hebben, zonder dat zulks door de beperkte ruimte bij mogelijkheid had kunnen worden waargenomen. Was echter het hoekijzer toen reeds aan de onderzijde doorgaande gekraakt, en daardoor de verbinding van den achterwand met het cilindervormig deel van den ketel verbroken, zoo zouden de onderste steunbouten zwaar gewerkt moeten hebben, en daarvan de kenteekenen hebben gedragen.

Het is daarom waarschijnlijk dat eerst na het laatste onderzoek een begin van kraking in het hoekijzer is voorgekomen, waardoor de achterwand langzamerhand is gaan ombuigen door den minder grooten wederstand, dien hij aan de drukking onder op het achtervlak kon bieden. Daar nu zoowel het hoekijzer als de steunbouten het achtervlak moeten houden, zoo hadden de twee onderste steunbouten een grooter deel van den druk te weêrstaan, dan waarvoor zij bestemd waren, en zijn zij welligt daardoor lek geworden. Om dit gebrek te verhelpen, werden de koppen der steunbouten in de vlamkast door de aangeschroefde plaatjes of lapjes bedekt, maar werd de verzwakking van het hoekijzer niet tegengegaan of weggenomen.

Het lek, dat daags vóór het springen van den ketel aan den achterwand werd ontdekt en digtgekookt, moet dus aan het kraken van het hoekijzer worden toegeschreven, maar daarop is men niet bedacht geweest; men meende, dat de lekkaadje uit den klinknaad van plaat- met hoekijzer was voortgesproten. Daardoor is de boot den volgenden dag met den ketel in gebrekkigen toestand vertrokken, en kort daarna bij het gestopt liggen voor de brug moet het hoekijzer van onderen zijn afgescheurd, en toen zulks plaats had, het onderste gedeelte van den achterwand zijn afgeweken, en de koppen der steunbouten rij voor rij zijn afgebroken, hetgeen des te gemakkelijker geschiedde, naarmate de afwijking der plaat grooter werd. Deze afwijking der plaat is toen gestuit op de bovenste rij steunen, waar de plaat, langs twee steunbouten afgebroken, het ondergedeelte der koppen dat de afgescheurde plaat bedekte, heeft medegerukt.

Al de steunbouten, waarvan de buitenkoppen zijn afgerukt, bleven in de vlamkast bevestigd, uitgezonderd de twee onderste steunbouten, welke den eersten en grootsten schok moesten weêrstaan, en waarvan eene door de plaat der vlamkast is getrokken. Dat dit toen is geschied en niet vroeger, wordt te meer waarschijnlijk en bevestigd door de omstandigheid, dat het gat in de plaat der vlamkast niet rond maar ovaal is; waarvan de vertikale as ongeveer 4 c.M., en de horizontale 5 c.M. lang is. De laatste afmeting hebben de overige koppen

in de vlamkast, en de bout zal dus bij de afwijking van het achtervlak in eene schuine rigting door de plaat zijn getrokken.

Met den tweeden ondersten steunbout, die op gelijke hoogte als de eerste uitgetrokken is, schijnt er een oogenblik van tweestrijd te zijn geweest of de kop in de vlamkast door de plaat zoude getrokken en met de meer en meer wijkende plaat van den achterwand zoude medegerukt worden, dan wel, of de kop aan het ander einde van den steunbout op dit vlak zoude afbreken. De laatste kop heeft zich echter begeven en dat de tweestrijd groot is geweest, heeft men duidelijk kunnen waarnemen, daar de plaat der vlamkast om dien steun is ingescheurd, en zelfs over eenen kant eene ringvormige scheur heeft, doordien de kop als het ware op het punt stond, om door de plaat te worden getrokken, evenals dit met de andere is geschied. Deze bout staat in eene schuine rigting ongeveer 2 c.M. naar boven. Welligt is dit het korte oogenblik geweest, dat de machinist het ontsnappen van de stoom heeft waargenomen, zijnde toen de plaat in het begin van afwijken geweest, en is hij bij de daarop gevolgde ontploffing over boord geslagen. Toen dan ook de kop van den eenen ondersten steunbout gesprongen en die van den anderen door de vlamkastplaat was gerukt, moeten de koppen van de overige steunbouten en de plaat verder plotseling zijn afgebroken en de ketel uit het schip zijn geworpen.

Het verdient daarbij opgemerkt te worden dat bij de nadere opnemingen naauwkeurig het doorzetten van de vlamkast bij de steunbouten is nagegaan. Die doorzetting was merkbaar, bij het plaatsen van eene rij van 30 c.M., langs de steunbouten op den buitenkant van de plaat, en niet merkbaar bij het plaatsen van die rij binnen in de vlamkast langs de koppen van 5 c.M. middellijn. Die geringe doorzetting is waarschijnlijk bij het klinken van de koppen ontstaan, toen deze nieuw werden ingebragt, om reden de koppen meer middellijn hebben, dan de busjes om de steunbouten aan de andere zijde van de plaat. Ware de doorzetting door verzwakking van de steunbouten veroorzaakt, de vlakke plaat zou eene geregelde bogt hebben verkregen, en niet alleen iets bij de steunen.

Uit den toestand van den ketel heeft men verder kunnen opmaken, dat met uitzondering van de beide onderste steunbouten, de overigen in goeden toestand moeten verkeerd hebben. De koppen van de steunbouten in de vlamkast waren namelijk allen aanwezig en zeer gaaf, en daar deze direct aan de vlam zijn blootgesteld, wat de vertering zeer bevordert, zoo zullen waarschijnlijk de koppen aan de andere zijde eveneens gaaf zijn gebleven. Die onderstelling wordt bevestigd door de omstandigheid, dat bij al de bouten de kenteekenen voorhanden zijn, dat daarvan de kop werd afgerukt, zoodat de einden die in de plaat gestoken waren, geen kenteekenen droegen van verroesting of vertering als een gevolg van lekken. Ook bij de twee bovenste steunbouten, waarlangs de plaat afscheurde, is dit het geval. De breuk liep juist langs de gaten van die twee steunbouten en bij het afslaan is het ondergedeelte van de beide koppen, dat de afgeslagen plaat bedekte, medegerukt, en aan het overige gedeelte van die twee koppen is duidelijk waar te nemen, dat de laatsten door den schok geligt zijn, daar er speling tusschen kop en plaat is.

Dat het springen van den ketel eerst bij de brug en niet vóór het afvaren plaats had, kan gereedelijk daardoor worden verklaard, dat gewoonlijk bij plotseling stil liggen met een schoon vuur de stoomspanning het grootst is, zoo de machinist daarop vóór het stoppen niet of niet voldoende gerekend heeft. Onwillekeurig doet zich dus de vraag voor, welke is de stoomdrukking geweest bij de ontploffing? De mogelijkheid bestaat, ofschoon de veiligheidskleppen, hefboomen en gewigten in orde waren, en de kleppen hoog genoeg konden ligten, dat zulks meer is geweest dan de geoorloofde 3½ atmospheer.

Hoewel het verschijnsel van stoom oploopen, bekend is, vooral bij dergelijke bootketels, wanneer de boot met volle drukking werkende eensklaps stil houdt, zooals hier het geval is geweest voor de spoorwegbrug, en bij een goed trekkend vuur men verzuimt de vuurdeuren open te zetten of koud water bij te pompen, zoodat volgens sommigen de stoomdruk gemakkelijk van 3½ op 4½ atmospheer klimmen kan, ook al blazen de kleppen goed af (*), zoo zal men toch nimmer met

(*) Volgens den machinist waren de deuren open gezet en was het vuur eenigzins gedekt.

De ingenieur Kempen merkt dien aangaande nog op:

«Wanneer de stoomtuigen plotseling gestopt worden en de stoom niet kan ontsnappen, kan, met een fel brandend vuur, de stoom hoog oploopen.

«De heer Fairbarn geeft in zijn werk *Useful Informations for Engineers* (pag. 321—322) naar aanleiding van een verslag omtrent het springen van eenen locomotiefketel, die stil stond, de volgende uitkomsten van de genomen proeven betreffende het snel oploopen der stoomspanning als de stoomtuigen gestopt zijn en een fel vuur aanwezig is.

«Hij zette daartoe de veiligheidskleppen van een' dergelijken ketel vast, zoodat de stoom geen uitweg had en bevond dat in 12 minuten tijds de stoomdruk van 30 tot 80 engelsche ponden of van 2 tot ongeveer 5½ atmospheer opliep. Een tweede naauwkeuriger proef gaf tot uitkomst, dat de stoom in 22 minuten van 11,75 tot 111,75 of van ongeveer 4/5 tot 7.5 atmospheer steeg, waaruit Fairbarn de gevolgtrekking afleidt, dat het grootste deel van die ongelukken plaats hebben, als de stoomtuigen gestopt zijn en de kleppen vastzitten.»

eenige zekerheid kunnen te weten komen, in hoe verre eene verhoogde stoomspanning boven de toegestane, bij het plotseling stoppen der werktuigen, hetzij vroeger of bij het ongeluk, door slechte werking der veiligheidskleppen bevorderd is. Ofschoon de kleppen, hefboomen en gewigten na het ongeval in orde zijn bevonden, kunnen de pennen of hefboomen geklemd hebben en daarna zijn losgesprongen toen de stoomspanning hoog boven de belasting was opgeloopen. Dit zijn echter gissingen, en bij goed werkende kleppen zal de stoom wel oploopen doch zeer weinig als de machinist daarop attent is geweest, wanneer althans de middellijnen van de veiligheidskleppen en van de afblaaspijp voldoende zijn.

Om hierover te kunnen oordeelen strekke het volgende:

Het derde veiligheidsklepje, dat volgens de laatste wettelijke voorschriften hier te lande niet gevorderd wordt en overbodig is, hier buiten beschouwing latende, zoo kan men volgens Zeuner aannemen (Zie *Grundzüge der Mechanischen Wärmetheorie*), dat per seconde uit een stoomketel eene hoeveelheid $Q = 20\,p\,F$ K.G. stoom ontsnapt, waarin F de doorsnede der veiligheidsklep in M². en p den stoomdruk in atmospheren voorstellen.

Rekent men dat één M². verwarmingsoppervlak per uur 19 K.G. stoom levert (welke hoeveelheid alligt meer bedraagt), dan is de ontwikkelde hoeveelheid stoom per seconde in een ketel van F_1 M². verwarmingsoppervlak $Q = \frac{19\,F_1}{3600} = 0.00528\,F_1$. Moet al de ontwikkelde stoom door de veiligheidsklep ontwijken, dan moet dus zijn

$$20\,p\,F = 0.00528\,F_1 \text{ of } p\,F = 0.000264\,F_1.$$

In dit geval en in aanmerking genomen het digt gestopt zijn der 15 vlampijpen, bood de ketel 28 M². verwarmingsoppervlak aan; p 3½ zijnde zoo verkrijgt men:

$$3\tfrac{1}{2}\,F = 28 \times 0.000264$$

$$F = 2112 \text{ m.M}^2. = \tfrac{1}{4}\,d^2\pi$$

gevende voor d, de middellijn van de veiligheidsklep, 52 m.M.

Theoretisch is dus één klep van 52 m.M. middellijn voldoende en daar elk der beide kleppen eene middellijn had van 86 m.M., zoo bestond er in dat opzigt meer dan genoegzame zekerheid.

De formule, in art. 12 van het koninklijk besluit van 24 September 1869 (*Staatsblad* n°. 154) voorgeschreven voor de middellijn van veiligheidskleppen, geeft in dit geval

$$d = 2.6\sqrt{\frac{w}{p + 0.621}} = 2.6\sqrt{\frac{28}{3.615 + 0.621}} = 72 \text{ m.M.}$$

voor elke klep. De kleppen waren dus ook met het oog op deze formule ruim voldoende.

Beide de kleppen mondden uit in eene afblaaspijp van de gewone constructie en lengte als bij dergelijke bootketels gebruikelijk is en deze pijp had 56 m.M. middellijn, dus meer dan voor de theoretische middellijn van één klep wordt gevorderd, doch minder dan volgens de bovenstaande formule van art. 12 van het koninklijk besluit is voorgeschreven.

Het is echter moeijelijk aan te nemen, dat eene rood koperen pijp van welligt ongeveer 1.50 M. hoogte en inwendig glad zijnde den afvoer van den ontwikkelden stoom zou hebben kunnen belemmeren of wat hetzelfde is de spanning in den ketel hebben doen rijzen. Te meer daar, zooals de ingenieur Kempen opmerkt, het bekend is, dat de ligting eener veiligheidsklep bij het afblazen zeer gering is, en de ringvormige opening of doortogt tusschen klep en zitting daardoor veel minder is, dan de opening in den ketel door de klep gedekt, en die naauwe ringvormige opening bovendien veel wrijving bij het uitstroomen van den stoom veroorzaakt.

De ingenieurs voor het stoomwezen hebben dan ook vóór de uitvaardiging van het koninklijk besluit van 24 September 1869 (*Staatsblad* n°. 154) nimmer gevergd, dat de kleppen ¼ der middellijn zouden kunnen ligten; en daartoe aan de geleiding der hefboomen of gewigten, of de kasten voor afsluiting, de vereischte hoogte doen geven, en alleen eenige m.M. ligting voldoende geacht.

Ten opzigte van de ligthoogte van de kleppen of den doortogt dien zij bieden, bij afblazen van stoom, verwijst de heer Kempen naar eenige proeven, vermeld in het engelsch tijdschrift *The Engineer* (n°. 877 van 28 October jl. en n°. 880 van 8 November jl.), waarin dienaangaande ook eene proef van professor Zeuner wordt besproken. In n°. 877, bladzijde 268, wordt vermeld dat, volgens naauwkeurige proeven van den heer Burg te Weenen, de gemiddelde ligting eener veiligheidsklep van 4 engelsche duimen (10.2 c.M.) is als volgt:

Stoomdruk.	Ligting der klep.
10 tot 40 eng. pond = $\frac{2}{3}$ tot $2\frac{2}{3}$ atmospheer.	$\frac{1}{10}$ of 0.63 m.M.
40 » 70 » » = $2\frac{2}{3}$ » $4\frac{2}{3}$ »	$\frac{1}{16}$ » 0.32 »
70 » 90 » » = $4\frac{2}{3}$ » 6 »	$\frac{1}{170}$ » 0.21 »

Verder wordt gezegd, dat volgens professor Zeuner van eenen vlampijpketel van 500 vierk. engelsche voet = 46 M². warmte-oppervlakte, al de ontwikkelde stoom van 5 atmospheer spanning door eene opening van 0.59 vierk. engelsche duim of 3.6 c.M². kon ontsnappen.

In n°. 880 van den 8sten November jl, blz. 321, wordt eene proef vermeld van den heer W. G. Strype te Drogheda, door hem ingezonden den 30sten October ll. Op eenen ketel van 15 paardenkracht was eene veiligheidsklep van $2\frac{5}{16}$ engelsche duim (58 m.M.) middellijn geplaatst, belast met hefboom en gewigt; de verhouding van de hefboomsarmen was als 1 tot 7, en al de overige afvoerpijpen waren digt gemaakt.

De klep werd achtereenvolgend met 15 minuten tusschentijd, met 10, 20, 30 en 40 engelsche ponden op den vierkanten engelschen duim belast, en bij elke van die belastingen werd opgemerkt, hoeveel hooger de stoomspanning kon oploopen dan de respectieve belasting, en toen op het einde van den hefboom gemeten, hoeveel deze alsdan ligtte. Hij verkreeg de volgende uitkomsten.

Belasting der klep.	Verkregen hoogste spanning.	Ligting hefboom.	Ligting klep $\frac{1}{7}$ hefboom.
10 eng. pond (0.68 atmospheer) .	13 eng. pond (0.88 atmospheer) .	$1\frac{1}{2}$ à $1\frac{1}{4}$ eng. duim (30 m.M.) .	4.3 m.M.
20 » » (1.36 ») .	$23\frac{1}{2}$ » » (1.60 ») .	$1\frac{3}{16}$ » » (21 ») .	3.0 »
30 » » (2.04 ») .	35 » » (2.40 ») .	$\frac{3}{4}$ » » (19 ») .	2.7 »
40 » » (2.72 ») .	45 » » (3.00 ») .	$\frac{5}{8}$ » » (16 ») .	2.3 »

Waaruit blijkt, dat bij de belasting 1, 2, 3 en 4 de stoom niet hooger opgevoerd kon worden dan 3 tot 5 engelsche ponden of $\frac{1}{5}$ tot $\frac{1}{3}$ atmospheer en bij de waargenomen ligting der klep, de ringvormige opening slechts een doortogt gaf, voldoende om al den ontwikkelden stoom te doen ontsnappen:

van 7.8 c.M. = 1/3.4 der oppervlakte van de klep of van den doortogt in den ketel door de klep bedekt (= 26.42 c.M².) voor 10 engelsche ponden (0.68 atm.)

van 5.4 c.M. = 1/4.9 der oppervlakte van de klep of van den doortogt in den ketel door de klep bedekt (= 26.42 c.M².) voor 20 engelsche ponden (1.36 atm.)

van 4.9 c.M. = 1/5.4 der oppervlakte van de klep of van den doortogt in den ketel door de klep bedekt (= 26.42 c.M².) voor 30 engelsche ponden (2.04 atm.)

van 4.2 c.M. = 1/6.3 der oppervlakte van de klep of van den doortogt in den ketel door de klep bedekt (= 26.42 c.M².) voor 40 engelsche ponden (2.72 atm.)

Ware de belasting tot $51\frac{1}{2}$ engelsche ponden of $3\frac{1}{2}$ atmospheer opgevoerd, dan zoude de doortogt nog kleiner zijn.

Daar de afblaaspijp van den ketel der schroefboot „Gorinchem" een doortogt had van 24.63 c.M². of 1/6.24 meer dan het oppervlak der berekende klep van 52 m.M., welke voldoende was om al den ontwikkelden stoom af te voeren, en uit bovenstaande proeven blijkt, dat een klep van 58 m.M. met 3 atmospheer spanning slechts 2.3 m.M. ligtte of een doortogt gaf van 4.2 c.M². (die bij $3\frac{1}{2}$ atmospheer nog kleiner zoude zijn) voldoende om al den stoom te doen ontwijken zonder belangrijke verhooging van spanning, zoo kan de afblaaspijp in verband met de lengte, de afvoering van den stoom niet belet hebben.

Wel is de middellijn van de afblaaspijp kleiner dan de waarde *d* uit de formule van art. 12 van het koninklijk besluit van 24 September 1869 (*Staatsblad* n°. 154); maar de ketel was vóór dien tijd goedgekeurd, en zelfs had het laatste onderzoek plaats gehad vóór de beschikking van 17 Augustus jl., lett. Q, 12de afdeeling, Nijverheid, waarbij bepaald is, dat ook de middellijn dezer pijpen niet kleiner dan de waarde *d* volgens de officiele formule van art. 12 mag zijn.

Conclusiën.

De hoofdreden van het ongeval moet dus gezocht worden in meer of min onoordeelkundige en onvoldoende herstelling van den ketel. Toen de beide onderste steunbouten min of meer lek waren, zoodat men het raadzaam oordeelde daarover lappen aan de binnenzijde van de vlamkast te leggen, had het, met het oog op de constructie van den ketel, zeer noodig geweest, die naauwkeurig te onderzoeken, al kan ook het ongeval aan die lappen niet worden toegeschreven. Toen echter daags vóór de ontploffing een lek onder aan de bodemplaat bij het hoekijzer van den achterwand waargenomen werd, was het in geen geval voldoende dien naad

digt te koken, zonder door een zeer naauwkeurig onderzoek zich te overtuigen, of het lek door kraking van het hoekijzer of door ondigte aansluiting met de ketelplaten ontstaan was. Men heeft dus te weinig gewigt aan de bestaande gebreken gehecht, en welligt heeft het oploopen van den stoom medegewerkt om de ontploffing te verhaasten, dat echter niet met zekerheid veel minder als hoofdoorzaak kan worden opgegeven, daar de achterwand van den ketel in dien toestand was, dat hij hoe langer hoe meer moest loslaten, zoodat er eindelijk een oogenblik komen moest, dat de gewone stoomspanning de ontploffing te weeg bragt. Het over boord gaan van den ketel en de gedeeltelijke verwoesting van het schip kan daardoor verklaard worden, dat door de reactie van de aan de achterzijde uitstroomende massa water en stoom de ketel eene voorwaartsche beweging heeft gemaakt, tot hij bij de machine (welke gedeeltelijk verbrijzeld is) tegenstand ontmoette en toen in opwaartschen zin terugstootende over de verschansing in het water is geslingerd.

De onderstelling, dat de uitbarsting het gevolg kan wezen van oververhitting van het water en dientengevolge van buitengewone stoomontwikkeling, na tijdelijke afkoeling van den stoom en daaropvolgende mindere drukking (welke onderstelling ook wordt aangeroerd in het verslag van den Raad van Toezigt op de spoorwegdiensten dd. 8 Mei 1868, betreffende het springen eener locomotief te Harlingen), kan hier niet gelden. De mogelijkheid hiervan kan bestaan bij fabrieksketels, die eenigen tijd volkomen in rust zijn geweest, doch bij eene stoomboot in een dergelijk geval als hier zich voordeed zal men moeijelijk kunnen aannemen dat het water in den ketel volkomen in rust was. Watergebrek kan ook niet de oorzaak zijn geweest, daar de topplaat der vlamkast, zoomede de looden nagel, gaaf zijn gebleken.

De ingenieur Piepers wijst op het doorboren van de steunbouten. Ofschoon zij in dit geval niet zijn gebroken zoodat het doorboord zijn der bouten geen meerderen waarborg van veiligheid had aangeboden, meent hij toch dat, om voor een eventueel breken van steunbouten te waarschuwen, het welligt overweging verdient om bij dergelijke ketels den maatregel van het doorboren der steunbouten toe te passen, zooals zulks bij locomotieven van spoorwegen plaats heeft, naar aanleiding van bovengemeld verslag van den Raad van Toezigt op de spoorwegdiensten.

De ingenieur de Vries Robbé kan daarentegen zich met dit gevoelen niet vereenigen, ook omdat het doorboren van steunbouten van fabriek- en stoomketels zeer bezwaarlijk is toe te passen en de voorziening minder noodzakelijk is wanneer de ketel eens per jaar voldoende in- en uitwendig wordt onderzocht.

Dat het doorboren van de steunbouten voor locomotiefketels veel meer eene behoefte is dan voor stoombootketels en voor de laatsten zulk een waarborg voor de veiligheid niet dan uiterst zelden als noodzakelijk zal voorkomen, kan niet betwijfeld worden, maar dit neemt niet weg, dat het denkbeeld van den heer Piepers niet geheel behoeft verworpen te worden, hoewel het in de praktijk op bezwaren veelal zal afstuiten, daar het moet erkend worden, dat bij vele ketels het doorboren der bouten slechts voor enkele kan plaats hebben, terwijl het de vraag blijft of die gaatjes aan het doel zullen beantwoorden, daar die met vuil kunnen verstopt raken, zoodat, al breekt de bout, de stoom of het water toch niet kan ontsnappen. Bij spoorwegdiensten kan daarop toezigt gehouden worden, doch op booten en in fabrieken is men van den machinist afhankelijk.

Wat eindelijk het oploopen van de stoomdrukking betreft, zonder daaraan voor dit ongeval groot gewigt toe te kennen, zoo zal dit voornamelijk van de goede behandeling van den machinist afhangen, en om dit te controleren wordt door den ingenieur Piepers het gebruik van maximum-manometers bij stoombooten aanbevolen, maar door den ingenieur de Vries Robbé minder noodig geacht omdat die manometers zeer gevoelig zijn en zij blijkens zijne ondervinding bij verschillende ketels slecht in orde worden gehouden.

Het bezwaar van de gevoeligheid van die manometers kan zeker niet ontkend worden, maar het tweede bezwaar is door den eisch, dat de manometers goed onderhouden moeten worden, weg te nemen. Het verdient dan ook opmerking dat in den laatsten tijd meerdere locomobilen, waaronder velen van Marshall Sons en Cie. te Gainsborough, hier te lande geplaatst worden welke voorzien zijn van gewone metallieke manometers, met een maximum-naald, en deze, naar men verneemt, goed voldoen. Dit neemt niet weg dat het gebruik van maximum-manometers op de spoorwegen van meer nut dan voor deze ketels kan zijn, daar op elk station kan worden nagegaan of de machinist de stoomspanning hooger dan de toegestane heeft doen oploopen, wanneer hij den sleutel niet in zijn bezit heeft en hij dus de naald niet kan terugzetten. Op booten en in fabrieken zal men de moeijelijkheid ondervinden van den sleutel buiten bewaring van den machinist te laten, zooals nu meermalen voorkomt met de sleutels der kasten van de afgesloten veiligheidskleppen. Daarin is niet te voorzien, tenzij de wet daarop strenge strafbepalingen aangaf.

Wij bepalen ons dan ook verder tot de opmerking dat in het tijdschrift *Engineering* van 7 Februarij 1873 eene beschrijving wordt gegeven van een zelf-registrerenden manometer (Continuous Recording Pressure Gauge) van Amerikaansche vinding, die zeer de aandacht schijnt te verdienen, en dat, nadat in de Vereenigde Staten bij besluit van het congres dd. 28 Februarij 1871 nadere bepalingen waren vastgesteld betreffende de veiligheidstoestellen voor stoomketels, en het daarover te houden toezigt, om de veelvuldige ongelukken zooveel mogelijk tegen te gaan, op verzoek van meerdere invloedrijke maatschappijen en personen, het gebruik van zelf-registrerende maximum-manometers verpligtend werd gesteld voor alle stoombooten, bestemd tot vervoer van reizigers.

VERTALINGEN.

BOUW VAN EEN FORT OP HET LANGLÜTJENSAND IN DE WEZER, MEDEGEDEELD DOOR DEN INSPECTEUR VAN DEN WATERSTAAT RUNDE, TE GEESTEMÜNDE.

(*Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover*, 1872, Heft I, Sp. 35.)

(Vertaald door J. TIDEMAN, L. K. Inst. I.)

(Platen 25 en 26.)

Nadat zoo in vroegeren als in lateren tijd bij elke verwikkeling van Duitschland met eene zeemogendheid aan de kusten en uitmondingen der hoofdrivieren langs de Noordzee versterkingen waren opgerigt, die, al naar gelang er meer of minder tijd beschikbaar was, nu eens van geheel voorloopigen aard waren, dan eens blijvende bouwwerken deden ontstaan, — gaf de inrigting van den Noordduitschen Bond aanleiding meer bepaald de aandacht te wijden aan de versterking van de voor alle vijandelijke ondernemingen van de zeezijde toegankelijke hoofdstroomen van noordelijk Duitschland.

Met betrekking tot de versterking van de Wezermonding kwam men tot het besluit, dat op verschillende punten ter wederzijde van het vaarwater sterke batterijen moesten worden opgerigt. Het hoofdbestuur besloot met twee zoodanige versterkingen vooreerst een aanvang te maken, en daarna omtrent de verder noodig voorkomende werken te beslissen.

Van die beide versterkingen moest de eene worden opgerigt op den regteroever van de Wezer, de andere daarentegen op het Langlütjensand, dat zich in de monding der rivier van de Oldenburgsche kust verre uitstrekt en als wadde door den dagelijkschen vloed overstroomd wordt en alleen bij eb droog ligt. (Zie plaat 25, figuur 1.)

Leverde de bouw van het eerstgemelde werk niet meer zwarigheden op, dan de oprigting van andere zware gebouwen op moerassigen bodem met zeer diep in den ondergrond liggende zandlaag met zich brengt, bij het werk op het Langlütjensand waren moeijelijkheden van allerlei aard te overwinnen, zoodat de bouw daarvan tot de wijdloopigste onderzoekingen en overwegingen aanleiding moest geven. Bedenkingen voor het rivier- of scheepvaartbelang tegen het maken van een groot, afzonderlijk staand gebouw midden in den stroom, deden zich niet voor, en de geringe bezwaren, van de zijde der rivierpolitie geopperd, konden gemakkelijk worden opgelost.

Maar anders was het gelegen met het ontwerp zelf. Was het al gemakkelijk de behoeften aan te geven, waaraan moest worden voldaan, namelijk hoeveel stukken geschut er moesten worden geplaatst, hoevele manschappen onder dak gebragt, en hoe de ammunitie- en voorraad-magazijnen ingerigt moesten worden, zoo deden zich daarentegen voor het ontwerp in zeer hooge mate moeijelijkheden voor, daar het werk niet slechts aan vijandelijk geschut van het zwaarste kaliber blootgesteld, maar ook door de bij voortduring vernielend werkende krachten der stroomen en van den ijsgang aangetast zou worden, ten andere wat de uitvoering aangaat, ten gevolge van de bijzondere ligging van het werk op de wadde, die aan alle stroomen en ijsgangen was blootgesteld, en eindelijk met het oog op de ontzaggelijke belasting der fundering.

Daar men nu in den jongsten tijd met de steeds toenemende grootte van het geschutkaliber nog de uiterste grens niet heeft bereikt en ook het vraagstuk nog niet voldoende is opgelost of ijzeren pantserplaten vervaardigd en aangebragt kunnen worden, die tegen zoodanig geschut voldoende bescherming opleveren, zoo deden al terstond bij de bearbeiding van het ontwerp verschillende meeningen zich gelden omtrent de vraag, hoe

het werk tegen het vijandelijk geschut en tegelijk tegen de invloeden van stroom en ijsgang het best beveiligd zou worden, namelijk door eene ijzeren pantserbekleeding, of wel door eene bekleeding van graniet of eindelijk door aarden bedekking.

Nadat de grondtrekken van de drie verschillende methoden waren bepaald, bleek, bij gelegenheid dat eene talrijke opgeroepen commissie eene oppervlakkige berekening der kosten maakte, dat de bouw met eene aarden bedekking het goedkoopst zou zijn, en daar men juist bij het nog niet tot oplossing gebragte vraagstuk, hoe men aan het grootste geschut het zekerst wederstand kan bieden, niettemin aan de aardbedekking het grootste wederstandsvermogen toeschreef, zoo werd besloten:

dat Fort IV op het Langlütjensand met eene aarden enveloppe zou worden gebouwd.

Dientengevolge splitste zich het geheele werk in twee hoofddeelen:

1°. den aanleg van de aarden enveloppe,

2°. de oprigting van de gebouwen daarbinnen.

Daar zoowel de aanleg der aarden enveloppe als die van de gebouwen tot op zekere hoogte tot het gebied der zuivere waterbouwkunde behoorde en het bij de zoo buitengewone ligging van het werk van zeer veel gewigt, ja hoogst noodzakelijk was, dat de bouw aan de leiding van een ambtenaar werd toevertrouwd, die met de toestanden van stroom en weder, enz. aan de hier aanwezige kuststreek voldoende vertrouwd was, zoo werd door het ministerie van oorlog aan dat van handel en openbare werken aanvrage gedaan om een waterstaatsbeambte uit de provincie Hannover, en op voorstel van laatstgemeld departement aan mij de zelfstandige leiding van den bouw opgedragen.

Wie in het algemeen weet, wat eene gewone wisseling van getij van 3.5 M. en eene grootste hoogte van stormvloed van 7.2 M. bij waterstaatswerken op vaste buitendijken of ook slechts bij bouwwerken in de nabijheid der dijken te beteekenen heeft, zal met mij erkennen, dat een bouwwerk op eene wadde, die ongeveer op halve vloedhoogte geheel open ligt, ongeveer een half uur van het vaste land verwijderd en door breede en diepe watergeulen daarvan gescheiden, uiterst moeijelijk en van zeer buitengewonen aard mag worden genoemd, en dat gevaren van allerlei aard zich op onvoorziene wijze kunnen voordoen; maar daarbij niet minder belangwekkend, daar het hier gold, aan gevaren het hoofd te bieden en er zooveel mogelijk over te zegevieren, gevaren, die met iederen dag konden ontstaan, zoowel over dag als des nachts, zoodat dan ook geen ligchamelijke inspanning mogt worden ontzien en voortdurende werkzaamheid van den geest daarmede gepaard moest gaan.

Terwijl de regter Wezeroever zich in tamelijk gelijkmatige rigting van het zuiden naar het noorden stroomafwaarts uitstrekt, neemt de linkeroever bij Blexen, tegenover Geestemünde, plotseling eene zeer bepaalde rigting uit het noordwesten en behoudt die tot aan den mond van de Jahde, waardoor dan de bij Geestemünde aanwezige groote verbreeding van de Wezer of de eigenlijke Wezermonding ontstaat.

In deze ruimte van de Wezermonding bevindt zich het langs den regteroever zich uitstrekkende vaarwater, bij gewone eb 1570 M. breed, en het overige gedeelte wordt ingenomen door zandplaten en wadden, die bij eb meer of minder boven water verheven liggen en deels van kleinen omvang zijn deels grootere oppervlakten innemen, door zoogenaamde killen of watergeulen doorsneden, die nu deze, dan gene rigting en gedaante aannemen, terwijl de zandplaten zelf in het algemeen weinig veranderen.

De grootste van deze platen is het Langlütjensand, dat, van de Oldenburgsche kust door het Fedderwarder vaarwater gescheiden, zich ongeveer 2 mijlen stroomafwaarts uitstrekt en op de breedste plaats ongeveer eene mijl breed is. De hoogteligging is verschillend: van den ebbezoom ± 0 verheft zich de zandplaat, daar waar afbrokkeling plaats heeft steil, anders geleidelijk tot op + 1.9 M. en op vele plaatsen zelfs tot op + 2.5 M. Ter plaatse van het bouwterrein lag de oppervlakte gemiddeld op + 1.5 M., het begin van het werk, ongeveer 94 M. van den ebbezoom verwijderd, op + 1.2 M., het hoogste punt daartegenover op + 1.9 M. De bouwplaats op Langlütjensand bestond uit weeken modder, waarin men bij het betreden aanvankelijk tot 0.3 M. diepte zakte, later, toen de oppervlakte door het vele betreden was verweekt, tot op 0.6 M. en dieper, eene diepte, waardoor het gaan aldaar en voornamelijk het dragen van zware lasten ontzettend werd bemoeijelijkt. Onder deze weeke en allengs weeker wordende oppervlakte lag eene uit het fijnste zand en de fijnste slib bestaande laag, waarvan de zandmassa naar beneden toe allengs vermeerderde, de slibdeelen in gelijke mate verminderden. Deze zanddeeltjes lagen niet gelijkmatig verdeeld, maar laagsgewijze, vaak zoodanig opeengedrongen, dat men volkomen witte zandaderen kon aantreffen en omgekeerd slibmassa's zonder bijmenging van zand. Na de wegruiming van den bovensten modder was de bodem geheel droog en digt, en viel vaak in

drooge brokjes zonder zamenhang uiteen; kneedde men echter de aarde met de hand, dan werd zij eerst vettig en kon dan geheel worden opgelost. In zoodanigen toestand zag zij er bijna zwart uit. Werd de grond los daarheen geworpen en daarop glad geslagen, dan spoelde hij eerst allengs weg en trok zich te zamen; werd hij weggeworpen en niet glad geslagen, dan spoelde hij gemakkelijk weg, ten minste wat de zanddeeltjes betrof. Droogde men den grond in den vorm van een bal, dan werd hij steenhard en viel bij het slaan met een hamer als wit of lichtgrijs zand uiteen, een bewijs, dat de gedroogde slib zoo fijn was, dat zij de tusschenruimten van het fijne zand niet kon vullen en derhalve het zand als werkelijk zand zich voordeed.

Hieruit kan men zich eene voorstelling maken, waaruit de ondergrond bestond en welk materiaal men onmiddellijk voor het maken der aardbekleeding bij de hand had.

Om het bouwterrein te kunnen beoordeelen dient nog het volgende:

± 0 = gewone eb (laagwater),
+ 1.2 tot 1.9 M. = hoogte van het bouwterrein, dus halve vloedhoogte,
+ 3.5 M. = gewone vloedhoogte,
+ 7.2 M. = grootste stormvloedhoogte,
+ 5.33 M. = gewone stormvloed bij stormachtig weder.

De golfslag kan op 1.2 tot 1.9 M. hoogte, al naar gelang van de diepte van het water, worden gesteld.

Daar de vloed en ebbe meer dan 12 uren duren en de ebbe ongeveer 7 uren, zoo kon men daarop rekenen, dat het bouwterrein bij stil weder ongeveer 5 tot hoogstens 5½ uur vrij van water zou zijn, bij ruw weder ongeveer 2 tot 3 uren, dat voorts doorgaans slechts één ebgetij zou kunnen worden benuttigd, in den zomer gedurende eenige dagen twee getijen, daarentegen in het laatst van den herfst nu en dan slechts een half getij, in den winter menigmaal geen enkel getij. Zoo doende verkrijgt men gemiddeld niet meer dan een dagelijkschen werktijd van 5 uren en per maand, na aftrek van de zondagen, alsmede de storm- en regendagen, 20 werkdagen, of maandelijks 100 uren, en, daar als eigenlijke werkmaanden in het gunstigste geval slechts de maanden van het midden van Maart tot het midden van December kunnen worden beschouwd, zoo moet men voor het jaar, in het gunstigste geval 900 uren aannemen, een zoo gering bedrag vergeleken met dat voor werken op het vaste land, dat men, meer dan ergens elders, bedacht moest zijn op het concentreren van alle werkzaamheden, het voorkomen van alle stoornis in den aanvoer der materialen en in de plaatsing der werklieden. Neemt men deze omstandigheden in aanmerking, en werpt men een blik op de plaatselijke gesteldheid, ten gevolge waarvan elk stuk materiaal per schip aangevoerd, elk stuk materiaal en alle gereedschappen tegen het wegdrijven bij vloed beveiligd moesten worden, en elk arbeider, als de vloed intrad, de plaats moest verlaten om eerst na 18 uren weder te kunnen aanvangen, terwijl de werktijd afhankelijk was van alle veranderingen van wind en weder, — hedenkt men eindelijk dat alle metingeu in der haast en in zwaren modder moesten worden gedaan, — dan zal dit weinige reeds voldoende zijn om te doen zien, dat, bij de bearbeiding van het ontwerp, bij de keuze der bouwstoffen en bij de bewerking daarvan, bij de begrooting van kosten en in het bijzonder bij het opmaken der contracten voor levering van materiaal, vervoer en verdere werkzaamheden, toestanden en omstandigheden in het oog waren te houden, die van zeer grooten invloed waren, maar juist wegens haar gewigt en tevens hare onzekerheid zeer moeijelijk zoo juist waren te berekenen, dat zij niet te laag maar evenmin te hoog in rekening wierden gebragt. Om op den beschikbaren werktijd terug te komen, bij elke levering en bij elk werk moest eene zorgvuldige verdeeling van tijd plaats vinden, opdat het beoogde doel ook werkelijk zou kunnen worden bereikt. Is dit bij ieder bouwwerk noodig, zoo was het bij dezen bouw in bijzondere mate het geval.

Door eene commissie van ingenieurs te Berlijn waren gegevens verstrekt zoowel omtrent de ligging in het algemeen en den grondvorm van het gansche bouwwerk als omtrent de hoogte van de vuurlijn. Alle andere afmetingen waren afhankelijk van waterstand en plaatselijke gesteldheid. Het dienovereenkomstig door mij bearbeid ontwerp met eene benaderende begrooting van 300000 thaler (ƒ 528900) werd op het eind van Junij van hooger hand goedgekeurd, waarop ik het uitzigt opende drie rijen steen nog vóór den winter te kunnen aanbrengen, waarbij men nog ter hoogte van 0.47 M. onder vloed bleef, zoodat naar mijne meening het werk daardoor gedurende den winter niet zooveel zou hebben uit te staan als wanneer het nog hooger ware opgetrokken. Daarbij kwam het mij echter ook voor, dat, bij gebrek van alle voorbereiding, dit het uiterste was waartoe men vóór den winter zou kunnen geraken, en deze meening is later ten volle bevestigd. (zie plaat 25, figuur 2.)

Omtrent het ontwerp van de aarden enveloppe valt het volgende op te merken:

De rijsbedding onder de steenglooijing (zie figuren 3 en 4 van plaat 25) moet dienen om onderspoeling en uitwoeling te voorkomen en in zekeren zin een liggend roosterwerk vormen.

De paalrij vóór de eerste steenlaag, met het raamwerk ter wederzijde, de schoorpalen en de ketting-verankering maken den steun van de steenglooijing uit en houden haren voet naar buiten opwaarts. Het zakken van den dijk op zich zelven en het zetten van den ondergrond kan geen nadeeligen invloed hebben op de verankering, daar de ketting niet van den last lijden kan.

De zandsteenglooijing moest uit zoo groot mogelijke stukken bestaan, deels om door hunne zwaarte aan den golfslag beter wederstand te kunnen bieden, deels om door het plaatsen van een steen eene zoo groot mogelijke oppervlakte te bedekken. De onderlaag van gebakken steen moest, met cement volgezet, eene betonlaag vormen. De 2 voet (0.63 M.) dikke steenglooijing gaat ter hoogte van + 6.3 M. in eene 8 voet (2.52 M.) dikke aarden glooijing over. De steenen bij den overgang hebben een voorsprong om de aanspoelende golven te breken, terwijl achter een hooger staanden steen zich eene waterplas door het bij stormvloeden overstortende water kan vormen, zoodat aldaar de golvende beweging ophoudt en de vernieling van de levende graszoden verhinderd wordt, die anders blijkens de ondervinding bij soortgelijke steenglooijingen steeds plaats heeft. Kleine groeven tusschen twee steenen laten het water bij ebbe afvloeijen. (Zie figuren 5 en 6.)

De aardmassa voor de enveloppe moest deels van het Langlütjensand worden verkregen, deels, en bijzonder wat de bovenlaag van de 8 voet (2.52 M.) dikke glooijing betreft, uit beste kleiaarde bestaan, en het lag in de bedoeling, die aarde met eenen tijdelijken spoorweg van den Blexer buitendijk aan te voeren, daar het vervoer per schip in elk opzigt moest vermeden worden. De uit slib en zand bestaande bodem van het Langlütjensand loste zich, met water in aanraking gebragt, te ligt op, en derhalve moest men bedacht zijn op eene vermenging met aan te voeren Wezerzand.

Ten behoeve van de uitvoering van dit ontwerp was het opmaken van eene benaderende begrooting en van een bestek noodig, om zich daarnaar te kunnen rigten. Hierbij, gelijk mede bij het sluiten van de contracten, moest steeds op den voorgrond worden gesteld, dat de in de eerste plaats in aanmerking komende werken slechts getijwerken waren en dat zelfs wanneer het werk ook verre boven vloedhoogte was opgetrokken, de meeste werkzaamheden zich toch nog altijd naar het getij zouden regelen, daar de aanvoer van alle materialen en de aanschaffing en de aanvoer van grond maar al te zeer van vloed en eb afhankelijk moest blijven.

Na de vaststelling van het ontwerp was het eerste werk de zorg voor het aanvoeren van materialen en arbeiders. Wegens den grooten spoed en wegens de bijzondere omstandigheden had het ministerie van oorlog vergund, de voor 1869 noodige materialen en werkzaamheden naar eigen goeddunken en geheel vrij te bestellen. De doelmatigheid van dien maatregel bleek ten duidelijkste, daar reeds 14 dagen na de verkregen goedkeuring alle contracten wegens levering van materialen, werken en hulptoestellen waren gesloten en wel tegen prijzen en voorwaarden, welke moeijelijk bij openbare aanbesteding hadden kunnen worden bedongen. Bij alle contracten werd hoofdzakelijk daarop gelet, dat, voor zoo verre eenigzins mogelijk, alle uitbetaling van dagloon voor bijzondere omstandigheden en werkzaamheden werd vermeden, dat voorts het vervoer en het in- en uitladen der materialen aan de leveranciers of de ondernemers van het werk werd opgedragen, en dat eindelijk de laatstgemelde zooveel mogelijk de hulptoestellen en gereedschappen zelf moesten aanschaffen of ten minste onderhouden.

De voornaamste materialen waren:

1. Materialen voor de oeververdediging. De levering van het rijswerk, de palen en de tuinlatten werd bij aanbesteding gegund.

100 bos rijswerk = 1.24 M³. = 6 Thl. (ƒ 10.58)
100 palen (½ eiken), 2.5 M. lang, 5 c.M. zwaar, = 4 " 5 gr. (ƒ 7.30)
100 tuinlatten (eiken), 5 M. lang = 2 " (ƒ 3.53)

alle vrij op het Langlütjensand geleverd. De materialen kwamen gedeeltelijk per schip de Wezer en de Lune af, deels per spoorweg en voertuig naar Bremerhaven, waarna zij in het laatste geval in schuiten moesten worden geladen, geschikt voor het vervoer naar het Langlütjensand. De schepen voeren bij eb stroomafwaarts en ankerden bij vloed op het Langlütjensand juist ter plaatse waar het rijswerk moest worden gebruikt, terwijl de palen aan den Blexer oever werden gelost, om ze aldaar aan te punten en te boren. Ook werden daar de wiepen gebonden, die dan met de gereed gemaakte palen in kleine vaartuigen ter bestemder plaats werden vervoerd.

Er zijn tot aan het eind van 1869 verbruikt:
298 172 bossen rijshout,
111 273 palen,
6 000 tuinlatten.

Het meten van het rijshout geschiedde op de plaats

zelve in ramen, in welke bij het tellen van de bossen, de 50ste of 100ste bos ingeworpen en door de arbeiders nedergetrapt werd. De uitkomst der meting, over 100 bossen verdeeld, werd aan de latere berekening ten grondslag gelegd.

De wiepbanden werden deels uit de rijks-kweekerij aan de Elbe verkregen en kostten, met inbegrip der kosten van vervoer, 2 gr. 5 pf. (*f* 0.14²) de 100 stuks, terwijl die van de Wezer bij een leverancier 5 gr. (*f* 0.29²) kostten.

Het aanvoeren van eene zoo groote hoeveelheid rijswerk en palen in zoo korten tijd was niet zonder bezwaar en getuigde van groote voortvarenheid bij den leverancier. Het vervoer van de hoog geladen schepen met rijsbossen van Geestemünde naar het bouwterrein geschiedde bij goed weder gemakkelijk en geregeld, maar bij slecht stormachtig weder moest daarentegen menig woord van overreding en bedreiging worden gesproken om de schippers te bewegen den togt te ondernemen, en zelfs moest men in enkele gevallen tot sleepbooten de toevlugt nemen.

2. De prijs voor het gezamenlijke hout, noodig voor steigerwerken en hulpinrigtingen, werd onder de hand met den timmermansbaas, wien de werken waren opgedragen, overeengekomen, daar levering en werk in eene en dezelfde hand moest zijn, omdat eene eigenlijke oplegplaats van materialen niet kon worden ingerigt, maar deze vaak in de schepen bestond, waarop ook de bewerking plaats vond.

3. De gewigtigste levering was die van de zandsteenen, ongeveer 620 M³. De steenen behoefden voor het doel niet juist zuiver gehakt te wezen, maar moesten toch zeer regelmatig gehouwen zijn, zoodat zij terstond zonder verdere bearbeiding geplaatst konden worden. Zij waren 47 c.M. dik, ter willekeurige lengte van 94 c.M. af; de breedte stemde met die van iedere laag overeen, van 63 c.M. af, zoodat de lagen onderling niet van gelijke breedte behoefden te zijn.

Uit bestellingen in de verschillende steengroeven van de Wezer-gebergten kon men geen zeer lagen prijs verwachten, daar de tijd van levering te kort en de hoeveelheid te groot was; doch een leverancier werd bereid bevonden tegen 15 th. 19 gr. (*f* 27.56) voor den M³. vrij aan het spoorwegstation te Geestemünde te leveren en wel van den dag der bestelling af dagelijks 16 M¹. van elke der 3 lagen, gevende eene dagelijksche hoeveelheid van ongeveer 17.5 M³. De steenen kwamen uit de groeven tusschen Springe en Hameln, waren deels harder, deels zachter, van verschillende kleur, in lengten tot 25 M., zoodat zulk een steen ongeveer 0.93 M³. inhoud had. Daar de leverancier de levering niet zoo spoedig kon uitvoeren, zoo werd eerst door hem, later nog van onzentwege op zijne kosten een hulpleverancier aangenomen: de noodzakelijkheid van dien maatregel bleek dan ook maar al te zeer, daar in den herfst zulk slecht weder inviel dat het vervoer der steenen van Geestemünde naar het bouwterrein zeer moeijelijk werd en feitelijk werd gestremd.

De levering van zandsteen voor 1870, ten bedrage van ongeveer 1850 M³., welke in den winter kon worden voorbereid, werd voor 14 th. 17 gr. (*f* 25.61) den M³. gegund.

4. Eene niet minder moeijelijke leverancie was die van 2 230 tot 2 270 M³. stukken gebakken steen, daar andere belangrijke werken buitengewone hoeveelheden beton vereischten. De steenen moesten in stukken van ten hoogste ½ steen geleverd worden, daar het onmogelijk was ze op de plaats zelve stuk te slaan. De schepen legden zich bij hoogwater aan bepaaalde, vooraf met bakens aangeduide plaatsen voor de steenglooijing ten anker, alwaar dan de lading eenvoudig over boord werd geworpen.

De M³., stuk geslagen en gestort, kostte 2 th. 4 gr. 1 pf. (*f* 3.77); de lading werd in het scheepsruim opgemeten.

5. Cement. Daar het was vooruit te zien. dat het volgieten van de zandsteenvoegen en van de steenstukken zeer veel cement zou vereischen, daar voorts de zandsteenglooijing in ieder geval aanmerkelijke zetting moest ondergaan, waardoor de voegen zich zouden openen of minstens spleten moesten ontstaan, en het een vereischte was, dat de voegen geheel vol waren, zoo werd bijzonder veel gewigt gehecht aan eene goedkoope, snel verhardende cement, en daarom de Lehrbecker cement gekozen, waarvan de ton 300 pond (150 K.G.) woog en vrij aan het spoorwegstation te Geestemünde geleverd 1 th. 21 gr. (*f* 3.—) kostte. Bij het gebruik bleek de doelmatigheid van die keuze; alleen moesten de voegen daar, waar de sterkste golfslag was, met portland cement volgezet worden daar de Lehrbecker cement, waarschijnlijk wegens het zoute water, niet zoo snel en vast verhardde, dat zij daar stand kon houden. Meer naar boven zou die afzonderlijke volzetting niet meer noodig zijn en in allen gevalle eerst dan met goed gevolg kunnen geschieden, wanneer de steenglooijing zich heeft gezet en tot rust gekomen is.

Bij de gunning van de werken werd voornamelijk acht gegeven dat men niet slechts deugdelijke, met

waterbouwwerken vertrouwde aannemers verkreeg, maar ook de zoodanige, die met lust en ingenomenheid het aan alle wind en weder blootgestelde werk wilden ondernemen. De uitkomst heeft geleerd, hoezeer het er op aankwam, de regte personen te vinden en hoezeer men met de gedane keuze te vrede kon zijn.

De hoofdwerken waren de volgende:

1. De aardewerken bestonden deels in het maken der ingravingen voor de rijzenbedden, deels in het aanbrengen van den grond voor de enveloppe. Het eerste werk werd met 9.7 gr. (*f* 0.57), het tweede met 20 gr. 3 pf. (*f* 1.19) per M³. betaald, onverschillig of de grond van het Langlütjensand op meer of minder afstands, van het Blexer voorland of per schip als Wezerzand werd aangevoerd.

2. De verdedigingswerken werden aan een beproefden Oldenburgschen rijswerker gegund, die voor al het voorkomende werk, met inbegrip van het vervoer der materialen van het Blexer hulpterrein tot aan de bestemde plaats, en van alle kosten voor schepen en gereedschappen 19.4 gr. (*f* 1.14) voor den M². verwerkt rijshout ontving.

3. Het timmerwerk bestond, behalve het maken van den lossteiger (deze kostte in het geheel met de keet 1391½ th. (*f* 2452 79)), de transportbruggen (de groote transport- en losbrug kostte in het geheel 2106¾ th. (*f*. 3714)), arbeiderskeeten (voor den M². zonder de kooijen enz. 4 th. 2 gr. (*f* 7.35)), in de schoorwerken van de zandsteenglooijing.

Er is betaald aan materiaal en arbeidsloon, met inbegrip van alle gereedschappen en ongelden, alsmede kosten van vervoer:

a. 1088 heipalen van dennenhout, 3.75 M. lang, 21 c.M. zwaar, à 2 th. 20 gr. (*f* 4.70);

b. 176 schoorpalen, 4.7 M. lang, 21 c.M. zwaar, à 4 th. 10 gr. (*f* 7.64);

c. 574 M¹. gording van 26 bij 26 en 10 bij 26 c.M. à 1 th. 24 gr. (*f* 3.17);

d. 60 ankers, bestaande uit 2 palen, 2.5 M. lang, 21. c.M. zwaar, en een kruishout, 2.5 M. lang, 21 c.M. zwaar, à 4 th. 15 gr. (*f* 7.93).

4. Het smeedwerk, onverschillig of het schroefbouten waren of eenvoudiger werk, kettingen, enz. tegen 6 th. (*f* 10.58) de 100 pond (50 K.G.) vrij op het bouwterrein, waarbij valt op te werken, dat dit buiten het tolverbond ligt. Die stukken, welke niet voor een tijdelijk doel moesten dienen, werden verzinkt, tegen 3 th. 10 gr. (*f* 5.88) de 100 pond (50 K.G.)

5. Het metslwerk. Voor het vervoer der zandsteenen en van het cement van het Geestemünder station tot op het bouwterrein, voor in- en uitladen, plaatsen, volgieten, het daaronder leggen der puinlaag met het vervoer der stukken baksteen werd per M². van de zandsteenglooijing, op de schuine oppervlakte gemeten, 4 tot 7 gr. (*f* 0.41) betaald.

Uit deze opgaven blijkt, dat de grootste eenvoudigheid in de contracten werd in acht genomen, zoodat de minst mogelijke geldelijke verrekeningen en bijzondere bepalingen konden voorkomen. De prijzen, waaromtrent op grond van praktische ondervinding werd overeengekomen, bleken goed berekend te zijn geweest, zoodat aan de aannemers van het werk daardoor eene aan de risico en de gevaren geëvenredigde winst is ten deel gevallen, zonder dat men zeggen kan dat die te groot is geweest. Om de risico van zoodanige werken te kunnen beoordeelen, wil ik alleen vermelden, dat er weken voorkwamen, in welke de baas met zijne 110 arbeiders, die gemiddeld ieder 1 th. (*f* 1.76) daags verdienden, geen bos rijs konde plaatsen, wijl wegens den storm en het hoogwater de schepen met rijswerk niet konden aanleggen. En zoo ging het met de overige aannemers ook, die als arbeidsloon per dag, of liever per getij, doorgaans 25 gr. tot 1 th. 10 gr. (*f* 1.47 tot *f* 2.35) moesten betalen, en ingeval twee getijden per dag voorkwamen, voor het tweede getij de helft meer.

Behalve het aanvoeren van materialen en werkkrachten, was een voornaam punt de regeling van de wijze, waarop de arbeiders bij eb naar het werk en bij vloed vandaar zouden worden vervoerd, aan den eenen kant zonder al te groote kosten, aan de andere zijde met vermijding van gevaren en tijdverlies; want eene hoofdzaak was, dat de korte beschikbare werktijd zoo nuttig mogelijk wierd besteed, zoodat alle arbeiders hun werk konden aanvangen zoodra de ebbe laag genoeg was gedaald en het eerst behoefden te staken, wanneer het rijzende vloedwater er toe noodzaakte.

Te dien einde werd een groot schip, dat vroeger, vóór de oprigting van den vuurtoren in den mond der Wezer als lichtschip had gediend, gehuurd en in de nabijheid van het werk op de wadde voor anker gelegd. Het bevatte eene kleine kajuit met slaapplaatsen voor twee officieren der genie, die met het toezigt waren belast, voor den taludbaas en schachtmeester, alsmede voor de metselaars en aardewerkers ongeveer 80 kooijen. Op het dek was eene keuken. Bij eb lag het schip op het drooge en kon men met ladders en trappen daarop komen; bij vloed dreef het en lag voor vier zware kettingen met ingegraven ankers. Door de aanschaffing van dit schip werden groote voordeelen verkregen, maar

het verblijf daarop gedurende den ganschen tijd dat er niet gewerkt werd, in zulk eene enge ruimte, geheel door water omgeven, was juist niet zeer aangenaam, vooral bij storm- en regenachtig weder, en bij ebbe, als wanneer het schip door de zich daaronder bevindende kiel zoo scheef ging liggen, dat men er naauwelijks op gaan kon en de arbeiders gevaar liepen, uit de kooijen te vallen.

Bij de zwaarste herfststormen, die men tot de geheel buitengewone moest rekenen, heeft het schip veilig voor anker gelegen; alleen zijn bij een wezenlijken orkaan op 4 November drie ankerkettingen gesprongen, zoodat het schip nog slechts voor één anker lag, dat gelukkigerwijze hield.

De eigenlijke opzigter, de boekhouder en de timmerlieden waren in eene kleine loots op den steiger gehuisvest, alwaar zij zich de eenvoudigste spijzen zelf gereed maakten.

Eenige van de rijs- en aardewerkers gingen naar Blexen, alwaar achter den dijk arbeiderswoningen stonden, over de wadde, anderen voeren in schuitjes af en aan, gelijk ook een deel van de te Geestemünde gevestigde arbeiders in eigene jollen dagelijks heen en weder zeilde, vaak onder gevaren, doch gelukkig zonder dat zich een ongeval heeft voorgedaan, hoezeer ook die kleine vaartuigen dikwijls vol water liepen. Later toen een rijzen dam met een looppad naar Blexen was gelegd, gingen de arbeiders, inmiddels tot een getal van 300 aangegroeid, heen en weder en wel door het vallende of opkomende vloedwater minstens tot aan de knieën wadend, om den eigenlijken werktijd zoo nuttig mogelijk te besteden.

Zoo trok ook het bouwpersoneel, voor zoo verre het niet op het schip verblijf hield, dagelijks heen en weder, togten, die vooral wanneer zij des morgens zeer vroeg of des avonds laat in het donker werden gedaan, en als het storm- en regenachtig weder was, niet van de aangenaamste waren.

Hoe omslagtig de geheele leidiug van het werk was kan uit het bovenstaande blijken; zelfs de verschaffing van drinkwater en water om te koken ging met aanzienlijke kosten en moeite gepaard. Bij stormachtig weder kon men niet aan het lichtschip of den steiger aanleggen, daar de golven te hoog liepen, en eenmaal is het zelfs gebeurd, dat de manschappen daarbuiten gebrek hadden aan water en regenwater moesten opvangen.

Nadat aldus alle voorbereidende maatregelen waren genomen en de vereischte uitbakening van de grondlijn voor het schoorwerk was geschied, en wel door zware genummerde palen op bepaalde in de afbeelding aangegeven plaatsen, waarvan de koppen, waterpas, op 3 d.M. boven de gemiddelde hoogte van het Langlütjensand, derhalve op + 1.9 M. stonden, kon men den 15den Julij een aanvang maken met de oprigting van den steiger. (Zie plaat 25, figuren 7, 8 en 9.) Deze, 15 M. lang en 13.81 M. breed, met houten vloer op + 6.9 M., moest voor het bergen van cement, gereedschappen, kleine materialen, het herstellen van karren en voor de kleine loots dienen, waarin de timmerlieden enz. verblijf hielden. De ruimte was wel klein, maar voldoende.

Het inheijen der hooge palen was vooral met groote zwarigheden verbonden, daar voor de arbeiders alles ongewoon en nieuw was, zelfs het staan tot de knieën in het slik, en het was derhalve natuurlijk dat het eerste begin slecht uitviel, vooral daar het weder zeer stormachtig was en eenige deelen van de heistelling wegdreven. Doch de gewoonte doet veel en het ging het werkvolk later sneller en gemakkelijker van de hand, maar toch bleef het werk moeijelijk, ook omdat de steiger zoo nabij de laagwaterlijn lag om voor aanvarende schepen de grootst mogelijke waterdiepte te behouden.

De verbinding van alle houtdeelen moest, wegens den geringen beschikbaren tijd, zeer eenvoudig zijn, weshalve de sloven zonder pennen op de palen gelegd en van ijzeren beugels voorzien werden. De balken werden vervolgens met de sloven door schroefbouten verbonden. De van den steiger naar beneden voerende helling was zoo gemaakt, dat het water overal kon doorslaan en zooveel mogelijk slechts rond hout aantrof, ten einde het opdrijven te voorkomen, waarom dan ook slechts twee loopplanken werden bevestigd.

Eenige dagen later werd een aanvang gemaakt met de ingraving voor het rijzenbed onder de steengloojing, breed 7.5 M., gemiddeld 94 c.M. diep. Aanvankelijk was men van plan den arbeid aan den noordwestelijken kant aan te vangen en vandaar gelijkmatig naar beide zijden voort te werken, en wel zoo, dat dagelijks het gegraven gat gedurende hetzelfde getij met rijswerk werd gevuld, om dan het heijen der palen en het aandringen van het tangwerk (*Andringen der Zange*) te doen volgen, en terstond daarop met het plaatsen van de zandsteenen te beginnen, opdat zoo doende alle werkzaamheden regelmatig zouden worden voortgezet en de golfslag nergens niet bevestigde gedeelten daarvan mogt ontmoeten. Maar de ondervinding leerde spoedig, dat deze handelwijze niet praktisch was,

vooral omdat het graven van sommige gedeelten der groeven en het dadelijk opvullen met rijswerk wegens den aandrang van water uit de naburige rijsmassa onuitvoerbaar was, en voorts wijl deze regeling van de verschillende werkzaamheden wegens het onvermijdelijk oponthoud in het aanbrengen der materialen en wegens andere stoornissen volstrekt niet mogelijk was. Er werd derhalve aan het hoogste punt van de zandplaat een aanvang gemaakt met de ingraving en vandaar naar beide zijden een greppel in de as van de te maken insponning gegraven, om zoodoende het water op de eenvoudigst mogelijke wijze te doen afvloeijen, welke greppel dan vervolgens werd verbreed en allengs de insponning voor de rijslagen vormde. Het rijswerk werd hierop in twee lagen gespreid, elke 3 d.M. dik, terwijl de derde laag eerst later, nadat het tangwerk (*Zangen*) was aangebragt, kon worden gelegd. De bossen der onderste laag lagen loodregt op de as der insponning, die van de tweede laag evenwijdig daarmede. Op afstanden van 78 tot 94 c.M. werden er zwaar met palen bevestigde wiepen over heen gelegd. (Zie figuur 10.)

Hierop volgde het inheijen eerst van de schoorpalen, daarna van de heipalen met de bekende ligt verplaatsbare Hollandsche hei, met een houten blok van 450 pond (225 K.G.) zwaarte, door 14 arbeiders en een timmerman bediend. Was de paal eens door de rijzen laag heengeslagen, dan was de arbeid ligter, maar men moest er wel op letten, dat de palen zooveel mogelijk in de voorgeschrevene rigting kwamen te staan, daar zij wegens enkele deelen van het rijswerk of wieppalen maar al te ligt konden uitwijken. Het aanbrengen van de gordingen geschiedde zonder veel moeite; met groote klemhaken kon men ze met de daartusschen staande palen zeer nabij in de juiste rigting stellen. Zoo ging ook het maken van de ankers geregeld, die telkenmale werden aangebragt, op de kruising der niet minder dan 6.3 M. lange gordingen. De ketting werd om de gordingen en schoorpalen eenvoudig heengeslagen, door den ring gehaald, naar achteren sterk aangehaald en eindelijk met de eindschroef aan het kruishout van den ankerpaal bevestigd. (Zie figuur 11.)

De heistellingen werden tegen het wegdrijven beveiligd door dat men den laatsten paal vóór iederen vloed slechts half inheide en daaraan de heistelling bevestigde, terwijl de gordingen terstond aan de palen werden vastgebout.

Omslagtiger was het werk voor de steengloojing. Het laden van de steenen in de aan de kade te Geestemünde liggende vaartuigen ging door middel van de hydraulische kraan zoo gemakkelijk en snel, dat voor eene scheepslading van 30 tot 40 steenen slechts ongeveer drie uren noodig waren. Maar de omstandigheid, dat men slechts bij hoogwater door de havensluis kan varen, en dat de vaartuigen met de volgende eb aan het bouwterrein kwamen, voorts eerst met het daarop volgend hoogwater tegen den lossteiger konden aandrijven, daar zij ongeveer 1.25 M. diepgang hadden — veroorzaakte veel oponthoud, want niet altijd konden de schepen zoo bestuurd worden, vooral bij stormachtig weder, dat niet de tijd van ebbe en vloed nutteloos voorbijging. Was het juiste oogenblik gemist, dan had dit steeds een oponthoud van minstens 12 uren ten gevolge. Bij hoogwater legden de vaartuigen aan bij de vooraf met bakens aangewezen plaats, zoo nabij mogelijk bij de steengloojing, juist waar de steenen gebruikt moesten worden. De vaart bij stormachtig weder was voor de zwaar beladen schepen niet zonder gevaar, maar nog gevaarlijker was het liggen op de zandplaat, waar de schepen door de beweging der golven met hunnen bodem stootten en ligt lek werden, en ook bij vloed aan het drijven konden geraken, wanneer de ligte ankers in den weeken bodem niet houden wilden. Zoodanige omstandigheden deden zich dikwijls voor, de schepen kwamen meermalen in groot gevaar, en moesten vaak de vlugt nemen, zonder dat zelfs een aanvang met het lossen was gemaakt. Gedurende de verschrikkelijke herfststormen gingen zoo doende 8 tot 14 dagen voorbij, zonder dat een enkele steen kon worden uitgeladen.

Op ieder schip was een zwaar ijzeren windas met dubbel windwerk opgesteld; daarmede en met een aan een schalk bevestigden takel met 2 en 3 schijven, werden de zwaarste steenen uit het scheepsruim tot aan de hoogte van het boord geheschen; hier werd de hangende steen op een wagen geschoven, welke op eene met ijzeren sporen voorziene slede tot aan de steengloojing afliep, waar de steen eenvoudig van den wagen werd geworpen. De slede rustte bij het vaartuig op een ligten bok, bij de steengloojing op de koppen der palen, en kon hier nog regts en links op eene daaronder gelegde plank gemakkelijk verschoven worden. Hoe eenvoudig deze inrigting en dit werk ook ware, zoo bleef het toch altijd een moeijelijke arbeid, daar alles glad en glibberig was, zoodat de werklieden nergens vaststaan en met zekerheid aanvatten konden.

Het lossen van eene lading had bij gunstige omstandigheden in 2 tot 3 getijden plaats; waarna het schip bij den alsdan volgenden vloed terug voer. De slede, met den bok en den wagen er op, werd drijvend gebragt naar de plaats, waar het volgende schip zou gelost worden.

Elk schip met zandsteen bragt een aantal tonnen cement mede, welke bij vloed door middel van jollen naar den steiger werd gevoerd.

De met puinstukken geladene vaartuigen schaarden zich mede rondom de steenglooijing op vooraf aangewezen plaatsen; de lading werd eenvoudig met groote massa's overboord geworpen, onmiddellijk vóór het houten schoorwerk.

Het plaatsen van de met een schaargat voorziene steenen geschiedde door middel van 5 ligt verplaatsbare bokken, waarin katrollen met 2 en 3 schijven hingen. Elke bok, door drie arbeiders en een metselaar bediend, kon in een getij, al naar gelang van de ligging en de grootte der steenen, er tot 10 toe plaatsen. Het aanbrengen der steenen geschiedde insgelijks met behulp van dien bok, hetzij door een zeer schuinen trek met de katrol, hetzij door den geheelen bok te doen overplaatsen, want het aanbrengen met de hand leverde bij de bestaande plaatselijke gesteldheid groot bezwaar op.

De onderste laag werd, daar zij de rigting voor de verdere stukken moest aangeven, zoo naauwkeurig mogelijk gelegd op de inmiddels gereed gemaakte derde rijzen laag, met eene bedding van steenstukken daaronder; daaraan sloten zich de overige steenen regtstreeks aan, nadat de bedding van steenstukken was aangebragt. De steenen werden iets steiler geplaatst dan 1 : 2, daar men voorzag, dat zij zouden zakken. Mallen, in de gedaante van regthoekige driehoeken, waarvan de hypothenuse de helling van 1 : 2 aangaf met een op de langste regthoekszijde gesteld waterpas, waren de eenvoudige en voldoende instrumenten, die gebruikt konden worden.

Aanvankelijk was men van plan de steenstukken met cement tot eene betonmassa te verwerken, doch dit bleek al terstond onuitvoerbaar te zijn, daar de steenstukken geheel met slib waren omgeven, zoodra zij slechts gedurende 1 of 2 getijden in het water hadden gelegen, zoodat dan de cement niet meer binden wilde. De stukken moesten daarom regtstreeks als bedding dienen, en alleen de zandsteenen werden met cement (1 deel zand, 1 deel cement) gevoegd en wel zooveel mogelijk terstond na de plaatsing; in andere gevallen, nadat de voegen goed waren schoongespoeld. De bedding stuk geslagen steen werd overigens zeer spoedig door den van achteren binnendringenden vloed geheel met aarde en slib gevuld, zoodat er geene openingen konden blijven en in zooverre er zich aldus beton vormde, was deze niet met cement maar met slib aangemaakt.

Het plaatsen der steenen werd aan de noordwestzijde aangevangen en zoo gelijkmatig mogelijk naar beide zijden voortgezet, zoodat zoo veel mogelijk nergens openingen bleven en tegenover het vloedwater steeds eene gelijke hoogte stond.

De ruimte tusschen de koppen der palen en de gordingen werd met beton gevuld en eindelijk voor de gordingen tot aan haren bovenkant nog eene rijzen laag gelegd, die door middel van evenwijdig loopende tuinen bevestigd was, waardoor het geheele voorste deel van den bouw een geregeld aanzien verkreeg.

Achter de steenen werden terstond stukken gebakken steen en aarde aangebragt en zooveel mogelijk op dezelfde hoogte gehouden, opdat het vloedwater niet ten gevolge van oneffenheden aanleiding tot uitspoeling kon geven. (Zie figuur 12.)

De aardewerken werden in dier voege uitgevoerd, dat ongeveer 20 man op eene baan krooijen; deze banen strekten zich straalsgewijze van de bekleeding achterwaarts uit. De putten vingen op 75 M. afstand van de enveloppe aan en strekten zich tot op 260 M. en verder uit.

Daar de putten door het vloedwater instortten en met modder gevuld moesten worden, zoo mogten zij niet grooter worden gemaakt dan iedere ploeg in een ebtijd kon uitgraven; daarom moest vóór iederen vloed de inhoud afgemeten worden, hetwelk een zeer lastig werk was, te meer daar het in het laatste oogenblik vóór den opkomenden vloed in haast moest geschieden. De putten waren ongeveer 10 tot 30 M. lang, 1.25 M. breed en 0.63 tot 1.25 M. diep en daartusschen bleven 1.9 M. breede dammen staan, deels om arbeid uit te winnen, deels om geene afstroomingen op de wadde te veroorzaken, waardoor maar al te ligt watergeulen (*Priele*) konden ontstaan, die zeer spoedig in grootte zouden toenemen.

Aan de kruiplanken waren latten gespijkerd, waardoor met houten nagels voorziene palen werden geslagen, om het wegdrijven te verhinderen.

Niettemin was het verlies aan planken niet gering, daar de stormvloeden in den herfst zoo snel op elkander volgden, dat geen bevestiging stand hield, en het ophalen van de losgeraakte planken in het geheel niet mogelijk was. De kruiwagens werden vóór iederen vloed in een voor anker liggend zoogenaamd plankenschip in veiligheid gebragt en later, als het plankenschip bij een stormvloed was stuk geslagen en de wagens waren weggedreven, die echter aan den tegenovergestelden oever aankwamen en weder bijeen verzameld konden worden, op den steiger gebragt. Men kan zich uit dit

alles een denkkeeld vormen van de moeijelijkheden, die zich ook bij geringe zaken voordeden.

Daar de aangekarde aarde, gelijk van zelf spreekt, niet gestampt maar alleen effen gemaakt kon worden, zoo bleven er in de gestorte massa vele holligheden, waarin het vloedwater doordrong, en er vormde zich op die wijze maar al te zeer eene modderige massa. Daarom moest er zuiver Wezerzand onder gemengd worden, hetwelk, te scheep aangevoerd, in de binnenruimte werd uitgestort en vandaar met karren tusschen de overige aarde gebragt.

De afspoeling van grond was niettemin van belang, al naarmate de golfslag hevig was en zelfs bij stil weder hoe hooger men kwam des te aanzienlijker; aan de zuidzijde natuurlijk minder. In allen gevalle moest vóór den wintertijd de grond achter de geplaatste steenen verzekerd worden, daar anders gedurende de drie tot vier wintermaanden alles moest wegspoelen en de steenen ligt omgeworpen konden worden.

Te dien einde (zie figunr 13) werd onmiddellijk achter de steenen in de lengte een laag rijswerk gelegd en dwars daarover eene spreilaag van 30 c.M. dikte en 5 M. breedte, die met 5 wiepen en lange palen bevestigd was. De overstortende golven liepen hierop dood, totdat het water hoog genoeg gestegen was en een rustiger beweging verkreeg. Deze voorziening heeft zeer goed voldaan; slechts nu en dan was, na zware stormvloeden, eene herstelling noodig, maar de spreilaag is nooit vernield geworden.

Op die wijze werden drie rijen steen in de gansche lengte, met uitzondering van eene opening van 16 M., die gespaard moest blijven, allengs opgetrokken; zoo doende werd, in weerwil van de vreeselijke stormen en het aanhoudend regenen, het beoogde doel omstreeks December bereikt, maar men mag wel zeggen met onuitsprekelijke moeite. De steenen lagen vast en goed, op slechts weinige plaatsen werd eene zeer onbeduidende zakking waargenomen, die wel is waar wegens de nog geringe hoogte ook nog niet aanzienlijker kon zijn.

De zoo even vermelde opening (zie figuur 14) moest om twee redenen blijven bestaan, vooreerst opdat het vloedwater in de binnenruimte van de bekleeding ongehinderd kon binnen- en bij eb uitstroomen, vervolgens om aldaar het afvoerriool uit het terreplein onder de enveloppe te kunnen maken. Aanvankelijk hoopte men de binnenruimte van de enveloppe geheel ter hoogte van de 3 rijen steen met aarde te kunnen vullen, die dan later, voor zoo verre zij het terreplein bedekte, weder weggeruimd en voor de enveloppe had kunnen gebezigd worden, een maatregel, die zeer doelmatig moest schijnen om uitspoeling te voorkomen. Daar men echter zoo spoedig de aarde niet kon aanvoeren, zag men daarvan af; er vertoonde zich dientengevolge ook geen sterkere uitspoeling, maar wel het tegendeel, eene zeer sterke aansllbbing van de binnenste ruimte, zoodat men zich daar naauwelijks kon bewegen.

Het overwelfde, uit gebakken steen gemetselde riool (zie figuren 15—18), dat tot afvoer van regen-, sneeuw- en hniswater uit het fort noodig is, is 0.628 M. breed en 0.942 M. hoog.

In den herfst werden de damplanken en funderingpalen tot op ongeveer 18.8 M. lengte van den voorkant van het riool ingeheid, terwijl ook de kespen er op geplaatst werden, om dan in het voorjaar dit gedeelte terstond gereed te kunnen maken en zoodra de 6de en 7de steenlaag aangebragt en men zoodoende boven vloedhoogte was gekomen, de opening in de bekleeding te kunnen sluiten.

Het riool bevat aan den buitenmond eene zelfwerkende ijzeren klep, waarop aan den onderkant gevulcaniseerde gom is geklonken en in het midden eene schuif, die men voor het geval, dat de klep onklaar wordt, kan doen werken.

Daar met der tijd bleek, dat de voorste klep, voornamelijk bij den aanvang van den vloed, zelden zoo tegen de steenen drukte, dat er volstrekt geen water kon binnendringen, zoo maakte men later de klep geheel met cement digt en bragt eene 21 c.M. breede schuifklep er in aan, die boven door middel van een sleutel kon worden op- en neder bewogen. Door deze schuifopening kon onder gewone omstandigheden bij iedere eb al het water afvloeijen, dat zich binnen de aard-enveloppe verzamelde, en deze inrigting is gebleken zeer goed te voldoen.

Het inheijen van de 8 M. lange funderingpalen voor het riool gaf de gelegenheid tot eene proefbelasting, om daaruit gevolgtrekkingen te maken voor de fundering van den werkelijken batterij-bouw. Zooveel was volgens de uitkomsten der boringen en andere waarnemingen zeker, dat slechts een paalroosterwerk kon worden aangebragt; te meer wijl op enkele plaatsen op eene belasting der fundering van 500 centenaars op den M². moest worden gerekend. Tot dat einde werden de laatste 12 palen voor het riool ingeheid, welke geheel in de nabijheid van het batterij-gebouw staan, en met spoorstaven belast. De uitkomst was als volgt:

Voor het inheijen der palen van 8.16 tot 8.47 M. waren telkens 60 tot 90 slagen van het 1700 pond (850 K.G.) zware heiblok bij eene valhoogte van 3,75 M. noodig; bij den laatsten slag drongen de palen nog

van 30 tot 50, gemiddeld 38 m.M. in. De 12 palen werden met 1146 spoorstaven tot een gezamenlijk gewigt van 4275 centenaars belast, zoodat op elken paal 356¼ centenaar en derhalve op den M². 930 centenaars (46500 K.G.) kwamen. De zakking bedroeg aan den zuidelijken en den westelijken hoek 20 m.M., aan den oostelijken 26 en aan den noordelijken 33 m.M. Vgl. figuur 19.

Hieruit volgt met volkomen zekerheid, dat 9.4 M. lange palen, beroosterd en bevloerd, en eene bedding van beton onder het roosterwerk in staat zouden zijn eene belasting van 500 centenaars (25000 K.G.) op den M². te dragen.

Na het maken van de rijzen bedding onder de steengloojing kon tot den aanleg van den spoorwegdam en van twee rijzen dammen worden overgegaan. Het eerstgenoemde werk moest reeds daarom bespoedigd worden opdat de arbeiders daarlangs van en naar de keeten zouden kunnen gaan, hetwelk op den doorweekten bodem van de wadde volstrekt niet meer mogelijk was.

De spoorwegdam, 0.94 M. boven de hoogte van Langlütjensand, werd aanvankelijk ter breedte van 6.28 M. aangelegd; toen echter bleek, dat er geen verzakking of onderspoeling zou plaats vinden, werd de breedte tot op 3.75 M. verminderd. In verbinding met den rijzen dam werd eene voorloopige loopbrug over een waterloop in de nabijheid van het werk en over het Fedderwarder vaarwater gemaakt, wijl het overzetten van de talrijke arbeiders bij vloed en stormweder gevaarlijk en tijdroovend bleek te zijn. (Zie figuur 20.)

De beide rijzen dammen waren volstrekt noodig om ene afspoeling van de wadde ten gevolge van het maken van de steenen glooijing te verhinderen, waarvan men reeds aanvankelijk iets had bespeurd.

De goede gevolgen, vooral van de afleiding van den hoofdstroom, vertoonden zich zeer spoedig; er had daar eene weder-aanslibbing plaats, die zeer gunstig werkte.

Deze hoofddam diende tevens als grondslag voor de groote transportbrug, welke in het volgend jaar voor de uitvoering van het werk moest dienen, daar de schepen rondom de steengloojing niet meer konden aanleggen en lossen. Vooreerst was de doortogt voor de schepen, uit hoofde van de rijzen werken, lastig en tijdroovend; ten andere durfden de schippers niet meer zoo digt bij de steeds hooger wordende steenen glooijing aanleggen, dewijl de vaartuigen aldaar bij stormweder maar al te ligt van de ankers geslagen en tegen de glooijing verbrijzeld konden worden. Ook zou het vervoer der steenen langs de glooijing opwaarts naauwelijks meer mogelijk zijn geweest zonder opzettelijke, moeijelijk te vervaardigen kranen.

Daarom moesten de schippers aan beide zijden van de brug aanleggen, en de steenen door middel van eene kraan-inrigting omhoog gebragt en alsdan langs een spoorweg naar de plaats van bestemming gebragt worden. (Zie plaat 26, figuren 22, 23, 24.)

Deze kranen waren eenvoudig van hout, ingerigt om gedraaid te worden, met zware windassen en 16 m.M. dikke kettingen, ter lengte van 18.8 M., en werden geheel gereed op de brug opgesteld voor 340 th. (ƒ 600.)

De daarbij behoorende vier spoorwegwagens, breed 837 m.M. op het spoor, kwamen, op het bouwterrein geleverd, elk op 50 th. (ƒ 88) te staan.

In het midden van December viel de vorst in, en dientengevolge werd de bouw voor 1869 gestaakt. Het lichtschip werd in de haven van Geestemünde, de gereedschappen te Blexen bij de barakken in veiligheid gebragt, en alleen een ploeg werklieden in dienst gehouden, die op gunstige dagen aarde konden aanvoeren en overigens steeds bij de hand waren om bij storm, als dit noodig was, hulp te kunnen bieden.

De rusttijd in den winter werd gebezigd om zich voor de in het voorjaar aan te vangen werkzaamheden krachtig voor te bereiden. Men nam den aanleg van een spoorweg meer bijzonder in overweging, omdat de aannemer van de aardewerken besloten had, daarvoor eene kleine op eigen kosten aan te schaffen locomotief te bezigen, welke door den machine-fabrikant Stromsberg te Hannover voor 3000 th. (ƒ 5300) franco Geestemünde werd geleverd. Te dien einde werden 80 zandwagens met 837 m.M. spoorwijdte aangeschaft. De wagens konden oude wagens zijn, of ook nieuwe, voor het geval dat de leverancier niet zooveel oude onderstellen van de hannoversche spoorweg-maatsehappij, die echter slechts 633 m.M. spoorwijdte hadden, kon koopen. Zij kostten met vervoer tot Blexen en met inbegrip van het onderhoud gedurende een jaar 55 th. (ƒ 88) het stuk.

Oude spoorstaven werden van de hannoversche spoorwegmaatschappij voor den vroeger door haar bedongen prijs van 1½ th. (ƒ 2.64) den centenaar (50 K.G.) franco Geestemünde aangekocht. Uit eene engelsche fabriek verkreeg men, vrij van inkomende regten, lasschen tegen 63 th. 10 gr. (ƒ 111), schroeven tegen 110 th. (ƒ 194), nagels tegen 85 th. (ƒ 150) de 1000 K.G. De halfronde dennen liggers, lang 1.88, 2.50 en 3.14 M. en van 235 m.M. middellijn, kostten franco Geestemünde 5 gr. 10 pf. (ƒ 0.34) den M¹.

Het vervoer van al deze materialen naar Blexen en Langlütjensand, met inbegrip van het leggen en bevestigen der baan, werd voor 8 gr. (0.47) den M¹. aangenomen.

Het aanleggen van den spoorweg gaf tot vele bedenkingen aanleiding, vooreerst of de rijzen dam niet te veerkrachtig zou blijken te zijn, zoodat de locomotief en de wagens te veel zouden slingeren, vervolgens hoe men de wagens op de steeds hooger wordende enveloppe zoude brengen, eindelijk wat betreft een snel en zeker verkeer, dat zich bovendien nog naar eb en vloed te regelen had.

Van tijd tot tijd werd de aanleg in al zijne deelen naauwkeurig opgenomen, zonder dat men verandering waarnam. De ijsgang was in December en Januarij niet aanmerkelijk en toch stapelden zich geweldige massa's bij de transportbrug en de enveloppe op, die echter bij stil weder geen schade teweegbragten.

In den aanvang van Februarij viel scherpere koude (tot 12° R.) bij voortduring in, en nam dientengevolge de ijsgang, bijzonder bij den scherpen oostenwind, aanmerkelijk toe, zoodat gedurende geruimen tijd alle gemeenschap uit Geestemünde onmogelijk was en men zich omtrent den staat van zaken alleen daardoor kon gerust stellen, dat men den steiger en de transportbrug van verre kon zien en het licht in de op de brug aangebragte seinlantaarn des nachts zag branden, hetwelk door een wachter, die daartoe over dag uit Blexen derwaarts ging, vaak met levensgevaar werd ontstoken.

Den 26sten Februarij draaide plotseling de van het oosten naar het zuiden geloopene wind naar het westen, ten gevolge waarvan de vloed tot op 1.25 M. boven gewonen vloed steeg, de ijsvloer zich verhief en de schollen in beweging geraakten. Het was vooruit te zien, dat deze eensklaps ontstane omstandigheden bij de geweldige ijsmassa's van vernielenden invloed moesten zijn, en voornamelijk koesterde men vrees voor de werken van voorloopigen aard, de transportbrug, den steiger enz. Den 2den Maart kon men voor het eerst tot een naauwkeurig onderzoek van het werk overgaan, waarbij bleek, dat de eigenlijke bouw, de steengloojing, het schoorwerk en de rijzen dammen volstrekt niets hadden geleden, dat van al de tijdelijke werken alleen de voorste jukken van de transportbrug waren verloren gegaan, terwijl al de palen boven den rijzen dam door het ijs stomp waren afgesneden, een verlies, dat, de omstandigheden in aanmerking genomen, naauwelijks der vermelding waard is. Bij gelegenheid van het onderzoek lagen nog groote massa's ijs onder en naast de transportbrug bijeengeschoven, op de brug het overblijfsel van eene 5 M. hooge massa, die eerst na geruimen tijd wegdreef of smolt. Hoe zwaar die last op sommige plaatsen was geweest, bleek uit het breken van de sloof van het vierde juk, van den oever af gerekend, welk hout, zwaar 235 m.M, op 445 m.M. afstands van het midden van den jukpaal, die staande was gebleven, gebroken was.

Bij de toenemende warmte van de lucht verliepen er nog slechts weinige dagen, waarna met de werkzaamheden weder een aanvang kon worden gemaakt. Daar het echter te voorzien was, dat het weder in Maart niet zoo gestadig zou zijn, dat men alle werkzaamheden, en voornamelijk het metselwerk, op eene uitgebreide schaal zou kunnen verrigten, en ook op een onafgebroken vervoer der materialen nog volstrekt niet gerekend kon worden, zoo bepaalde men zich tot de wegruiming der rijslaag, die de oppervlakte der enveloppe beschermde, het verplaatsen der nog voorhanden zijnde zandsteenen, het maken der landingstoestellen, en arbeidde vooral met zooveel kracht aan de transportbrug bij Blexen over het Fedderwarder vaarwater en aan de hellende brug voor den spoorweg, dat al deze inrigtingen reeds den 4den April voor het verkeer geopend en van toen af in steeds toenemende mate gebruikt konden worden.

Het lossen der zandsteenen enz. uit de vaartuigen, welke aan beide zijden van de transportbrug aanlegden, met behulp van de boven vermelde kranen, en het vervoer der materialen geschiedde zonder moeite. De met steenen, enz. beladen wagens gingen van de kraan naar de draaischijf, en werden daar regts of links gedraaid en moesten dientengevolge ééne of drie draaischijven overgaan, al naar mate zij regts- of linksom over de achter de steengloojing loopende spoorstaven naar de bestemde plaats moesten worden gebragt. De terugkeerende ledige wagens gingen daarentegen door middel van de middenste draaischijf op het middenste spoor van de transportbrug, werden met behulp van van voren aanwezige schuifkarren op de buitenste spoorstaven gebragt, liepen onder de kraan door en kwamen aldus aan de andere zijde om weder geladen te worden.

De prijs van de draaischijf franco op het bouwterrein was 70 th. (ƒ 123.)

Het plaatsen van de zandsteenen had op dezelfde wijze als in het eerste jaar plaats; alleen werden de bokken omgedraaid, zoodat het windas naar buiten op eene bank stond, welke op eenige ijzeren stukken rustte, die in de schaargaten gestoken waren. De beide enkele beenen stonden op de enveloppe en de steenen werden

midden daartusschen van den transportwagen afgeworpen en alsdan dadelijk opgenomen en geplaatst.

Hoe hooger men kwam met het plaatsen der steenen, des te hooger werd het spoor achter de steengloojing gelegd en dientengevolge ook de draaischijven en de van deze tot aan de eigenlijke transportbrug als verbinding dienende hellende vlakken, zoodat deze laatste, welke aanvankelijk van de brug naar de steengloojing toe helden, eerst waterpas kwamen te liggen en later tegen de steengloojing opwaarts liepen, zoodat eindelijk de geladen wagens met een windas naar boven moesten worden getrokken, terwijl de ledige wagens van zelf tot aan de kranen naar beneden liepen. Al deze inrigtingen waren hoogst eenvoudig, zooals door de omstandigheden geboden werd.

Het gewigtigste van de werken was de straks vermelde spoorweg. Bekwame spoorweg-ingenieurs ontrieden aanvankelijk dien met eene locomotief te berijden en wisten ook geen eenvoudige manier aan de hand te doen om het spoor met voldoende zekerheid op den rijzen dam aan te brengen, daar een groot bezwaar hierin was gelegen, dat eensdeels de dam, hoezeer ook geheel met slib doortrokken, toch eene zekere veerkrachtigheid moest behouden, anderdeels in de lengte en de breedte niet volkomen waterpas was, en ook wegens de verschillende hoedanigheid van het materiaal ongelijk werd ingedrukt, en eindelijk geen materiaal gebezigd kon worden om de liggers te onderstoppen, omdat het bij vloed steeds moest wegspoelen. In weerwil van alle geopperde zwarigheden ging men toch tot het leggen van de baan over, en wel in dier voege, dat het spoor eenvoudig op dwarsliggers gelegd en stevig gelascht en genageld werd. Onder de stootvoegen werden 3.14 M. lange liggers, in het midden 2.5 M. lange liggers, en telkens daartusschen een ligger van 1.88 M. lengte gelegd, al welke liggers in de eerste plaats werden gesteund door de rijsbossen, evenwijdig loopende met de rigting van den dam. Om het spoor te effenen werden andere liggers in de tusschenruimten van die bossen onder de dwarsliggers gelegd en waar geringe oneffenheden te verhelpen waren, nam men losse stukken hout van den afval. Daar de locomotief eerst in den aanvang van Mei kon verwacht worden, zoo had het aardvervoer op den spoorweg eerst met menschen plaats, om de uitkomst beter te kunnen nagaan en hoofdgebreken zooveel mogelijk te kunnen verhelpen.

De geheele aanleg van de baan, lang 2678 M., had plaats als volgt:

De regte gedeelten, de bogten, de hellingen, alles hing van de voorhanden terreinsgesteldheid af, die gebruikt moest worden gelijk zij was, zonder eenige verandering.

De aarde werd verkregen naast de sporen *a* en *b* (figuur 25), zoodat daarmede naar de zijde van den dijk werd voortgegaan. Het nevenspoor *a* werd alleen in den aanvang gebezigd om verschillende uitstekende gedeelten weg te nemen, en daarna toen de aarde tusschen *a* en *b* was weggenomen, werd alleen het spoor *b* gebezigd. Naast de smederij waren groote watervaten in den grond gegraven, welke met water uit het binnenland werden gevuld, daar het zilte water uit de Wezer niet tot voeding van de locomotief gebruikt konde worden. Al de wissels hadden vroeger tot den Bremer spoorweg behoord en waren hier met eenige verandering zeer goed te gebruiken.

De bogt bij *c* lag niet meer geheel waterpas, de brug bij *d* over het Fedderwarder vaarwater daarentegen had bij 153.4 M. lengte 0.628 M. daling tot aan de bogt bij *e*, de waterpas lag. De zoo even vermelde brug was van zeer eenvoudige zamenstelling en heeft in het geheel 2092½ th. (*f* 3 689) gekost. Hierop volgde het regte eind, lang 1443 M., dat bij het uitwijkspoor *f* eindigde. Om van het op + 1.88 M. liggende spoorwegvak op de enveloppe te kunnen komen was bij *g* eene hellende brug gebouwd, 120 M. lang, die 1 753½ th. (*f* 3091) kostte. Onder deze brug vloeide al het water af, hetwelk bij de ingevallen ebbe noch over de hooger gelegen zandruggen zuidwaarts, noch noordwaarts over den spoorwegdam van de Wezer kon wegvloeijen. Tot regeling van deze noodwendige afwatering was een vonder met eene zware rijslaag in de rigting van den spoorwegdam zoo aangebragt, dat hij de aarden bekleeding niet naderen en daardoor gevaarlijk worden kon. De hellende brug was zoo ingerigt, dat zij, al naar mate de steengloojing hooger werd, in de hoogte kon worden geschroefd, zonder dat de brug zelve veranderd behoefde te worden. Om dit opschroeven (hetwelk binnen 24 uren voor 100 th. (*f* 172) met inbegrip van het aanbrengen van alle schroeven, enz. werd uitgevoerd) zooveel mogelijk te beperken, werd de brug aanvankelijk ter hoogte van de zesde steenlaag waterpas gelegd. (Zie figuren 26 en 27.)

Van de hellende brug gingen vervolgens de beide sporen regts en links zich ombuigend in scherpe bogten rondom de enveloppe en wel steeds aan den binnenkant der steengloojing. Het spoor boven op de enveloppe werd al naar mate het aardwerk vorderde nu eens regts, dan links verlegd, hooger of lager geplaatst, naar gelang van omstandigheden, en na de voltooijing van

een deel van het boven vermeld riool konden de beide sporen daar vereenigd worden, zoodat een wagen langs het eene spoor de hellende brug op-, langs het andere afrijden kon.

Zoolang de behandeling door menschen geschiedde werden bij iederen wagen (ongeveer 1.5 M³. van de zwaarste kleiaarde bevattend) 3 arbeiders geplaatst, die den belasten wagen vervoeren, afladen en weder terugduwen moesten, waarvoor elk 6 gr. (*f* 0.35) of bij 6 gangen daags gemiddeld 36 gr. (*f* 2.10) verdiende. Bij het naar boven duwen op de hellende brug hielpen de arbeiders der verschillende wagens elkander. Het voortbewegen van de geladen wagens langs de horizontale baan door middel van drie man was echter slechts onder gewone omstandigheden mogelijk; bij groote hitte of hevigen tegenwind was het niet vol te houden. De wind was toch vaak zoo sterk, dat, als hij tegen de zijwanden der aardwagens, die door twee arbeiders als zeilen werden opgesteld, aanblies, hij den wagen zonder verdere hulp voortbewoog, zelfs wanneer de vloed reeds 0.31 tot 0.47 M. hoog boven de spoorstaven stond en zich alleen eene golvende watermassa vertoonde, welke door den wagen werd doorsneden. Dientengevolge verwachtte men niet ten onregte zeer veel van het gebruik eener locomotief.

De boven reeds vermelde locomotief was het eigendom van den ondernemer; hij ontving, even als bij het vervoer ten vorigen jare, voor den M³. 20¼ gr. (*f* 1.19) (voor het laden, het vervoer, het lossen en verwerken met inbegrip van het onderhoud en het verleggen der baan en het smeren der wagens.) De locomotief heeft in alle opzigten buitengemeen voldaan, zij verrigtte ontzaggelijk veel, vooral de omstandigheden in aamerking genomen. De slingeringen op de baan, veroorzaakt door de rijzen onderlaag, waren aanmerkelijk, en vaak zeer hevig, waardoor natuurlijk alle deelen der locomotief zeer moesten lijden. Niettemin zijn gedurende het gansche werksaizoen van Mei tot het begin van December slechts eenige malen de veren gebroken, en tweemaal is het cilinderdeksel gesprongen, behalve andere kleine beschadigingen, al hetwelk echter even zoo min ongelukken ten gevolge had als het breken van assen of wielen bij de aardwagens gedurende het vervoer. De rijzen dam was zoo veerkrachtig, dat hij onder het gewigt van een `er over gaanden trein 31 tot 47 c.M. werd ingedrukt en nadat de trein voorbij was zich geregeld weder herstelde, welke uitwerking men in den trein niet kon waarnemen, maar daarnaast zeer duidelijk. De hoofdafmetingen der locomotief waren deze:

De buitenwaartsche stoomcilinder: 165 m.M. middellijn, 305 m.M. zuigerslag;

Gewone stoomspanning: 8 dampkringen boven den gewonen luchtdruk;

Gezamenlijk verwarmingsoppervlak: 13.7 M².;

Spoorwijdte: 837 m.M.;

Het verkeer was zoo geregeld, dat in een getij 6 tot 10 togten geschiedden, al naar gelang het getij gunstig verliep (bij een duur van 5 tot 8 uren) of toevallige hinderuissen van meer of minder invloed waren. De locomotief liep uit de loots naar de plaats waar de grond werd verkregen, alwaar tot 20 wagens toe geladen stonden.

De afgraving had gelijkmatig op 1.57 M. diepte plaats, zoodat het spoor steeds den steilen aardrand volgde. De locomotief trok dan de geladen wagens tot aan de smederij, nam daar nogmaals water in, en werd alleen voorwaarts gebragt om zich achter de op het nevenspoor staande wagens te plaatsen en deze voor zich uit naar de plaats der uitgraving te schuiven; vervolgens werd zij achter den vollen trein geplaatst, dien zij voor zich uit tot aan den wissel bij de hellende brug schoof, en vervolgens over den wissel op dat spoor, hetwelk niet moest gebezigd worden om een trein op de enveloppe te brengen. De locomotief trok hierop 4 tot 5 wagens achter zich door den wissel terug en schoof dan, nadat deze was verzet, op het andere spoor die wagens voor zich uit de hellende brug op; boven aangekomen gaf zij aan de wagens nog een sterken stoot en bleef zelve staan, terwijl de wagens in de bogt reden en door de gereed staande arbeiders zonder stil te houden naar de losplaats werden geschoven. De locomotief ging vervolgens naar beneden en haalde op dezelfde wijze de overige wagens in gelijke afdeelingen naar boven. Nadat alle geladen wagens op zoo eenvoudige wijze op de bestemde plaats waren gebragt, ging eindelijk de locomotief naar beneden, ging door den wissel en plaatste zich voor de ledige wagens, die door een vorigen trein op het andere spoor als geladen wagens naar boven geschoven en aldaar weder ledig afgereden waren. Zoo doende was het vervoer zeer eenvoudig geregeld, daar steeds een trein op de enveloppe regtsom geschoven en gelost werd en de volgende linksom.

Omtrent het geheele vervoer werden uitvoerige waarnemingen gedaan, waarvan de uitkomsten echter, juist wegens de meest verschillende invloeden, zeer verschillend waren. Op eenige achtereenvolgende schoone, rustige dagen werd het volgende waargenomen:

Werktijd: 7½ tot 8 uren.

Vertrokken treinen: 9 tot 15 wagens, = 200 M³.

Ontvangst: *f* 1.19 per M³. = *f* 238.

Uitgaaf:	
70 arbeiders à ƒ 1.76	ƒ 123.23
3 onderopzigters à ƒ 3.52⁵	" 10.57⁵
1 machinist	" 3.52⁵
1 stoker	" 2.64
3 waterdragers	" 3.52⁵
Voor water	" 1.76
Kolen	" 17.62
Olie, talk, enz.	" 12.33⁵
Rond . . .	ƒ 176 00

Overschot: ƒ 62.

In dit overschot bij gunstige omstandigheden was de tegemoetkoming gelegen voor dagen van mindere verdiensten, alsmede de vergoeding voor de locomotief en de winst van den aannemer. Bedenkt men, dat in den herfst en den winter verscheidene dagen voorkwamen, waarop slechts vier treinen liepen, en wegens den storm slechts 8 tot 10 wagens vervoerd konden worden, neemt men voorts die dagen in aanmerking, waarop, wegens herstellingen aan de machine, niet gereden kon worden, brengt men verder nog de uitgaven voor het onderhoud van het spoor in rekening, dan komt men tot de slotsom, dat de aannemer bij den prijs van ƒ 1.19 per M³. zich zeer goed heeft bevonden maar ook geen te groote winst kon behalen. Voor een ongestoord, den ganschen dag aanhoudend vervoer zou de prijs te hoog zijn geweest.

Hierbij moet nog worden opgemerkt, dat de reeds bij vroegere werken gebezigde aardwagens veelvuldige herstellingen behoefden, zoodat het voor dergelijke omstandigheden raadzaam zou zijn, zoodanige wagens te bezigen, die bijzonder sterk en stevig gemaakt zijn, daar zij door het snellere loopen bij het vervoer per locomotief veel meer te lijden hebben.

Aldus ging het gansche werk ongestoord volgens het ontworpen plan voort: het weder was over het algemeen zeer gunstig, stormvloeden kwamen weinig voor en waren van niet veel beteekenis, en daar de materialen zonder stoornis aankwamen, zoo had men ook in dat opzigt geen vertraging.

Toen de steenglooijing overal eene hoogte van ongeveer 94 c.M. boven vloedhoogte had bereikt, en het riool, volgens het plan van buiten naar binnen toe uitgevoerd, eene aardbedekking van 9.4 M. lengte had bekomen, kon de inmiddels door het riool enger geworden opening gesloten worden. Te dien einde werd zoo ras als mogelijk een aarddam gestort en later de beschuttende steenbedekking daarvoor aangebragt, een arbeid, die, behoorlijk voorbereid, ten slotte slechts één getij vorderde, om de doorstrooming van het eb- en vloedwater in de binnenruimte der enveloppe te doen ophouden. Men trof bij dezen altijd gewaagden arbeid gunstig weder, zoodat zich geenerlei ongeval voordeed, iets wat maar al te zeer bij eene zoodanige damafsluiting mogelijk is. Door de sluiting der enveloppe bij het riool was de binnenruimte tegen gewone stormvloeden van eenige voeten boven gewoon vloedpeil beveiligd, en men begon in de eerste dagen van de maand Junij met de uitgraving van den funderingput en met het heiwerk voor de binnengebouwen. De uit den funderingput verkregen aarde werd almede voor de ophooging van de enveloppe gebezigd, welker voltooijing vooral aan de westzijde bespoedigd werd. Het heijen werd met 12 kunstheijen aangevangen, waarvan er 3 door locomobilen bewogen werden.

Reeds was de helft der noodige 8.8 M. lange heipalen ingeheid, toen de oorlog tusschen Duitschland en Frankrijk uitbrak. Gelukkig was het geheele werk zoo verre gevorderd, dat de vraag, of de batterij binnen drie weken in staat van verdediging kon zijn, bevestigend kon worden beantwoord. Dientengevolge werd het heijen terstond geheel gestaakt, en door arbeiders, die elkander bij dag en bij nacht aflosten, alle aarde aan de achterzijde, die maar eenigzins beschikbaar was, naar de frontzijde gebragt, alwaar geschut met de daartoe behoorende houten affuiten voorloopig moest worden opgesteld. Na ruim drie weken kon men berigten, dat de taak in hoofdzaak was volbragt, ofschoon nog vele werkzaamheden van ondergeschikten aard waren achterwege gebleven, die gedurende de opstelling der kanonnen door de artillerie konden worden verrigt.

Men kan ligt begrijpen, dat deze stoornis en de daaruit voortvloeijende militaire eischen van ingrijpenden invloed waren op de eigenlijke bouwwerken, daar deze voortdurend op den achtergrond moesten treden, ofschoon de omstandigheden wat waterstand en stormvloed betreft ook weder in vele opzigten in aanmerking moesten worden genomen, Gelukkig trad deze vijand even weinig met kracht op als de Franschen met hunne vloot; in beide opzigten konden de werkzaamheden tot laat in den herfst worden voortgezet.

De steenglooijing verkreeg zoo doende allengs hare volle hoogte en volledige gedaante, en tot aan het eind van het jaar vertoonde zich nagenoeg geen verzakking van enkele steenen, maar het geheele steenoppervlak zakte gelijkmatig, zoodat het niet meer de aanvankelijke hoogte en glooijing kon behouden, en naauwelijks

2 voet helling verkreeg, ofschoon het op grooter steilte was aangelegd. Eene zoodanige, niet te vermijden, gelijkmatige zetting heeft overigens geenerlei bezwaar, want waar de voegen mogten springen, kan men ze gemakkelijk loshakken en op nieuw met cement volgieten.

Ten slotte moet hier nog vermeld worden, dat gedurende den bouw in de nabijheid van de batterij op verschillende plaatsen nieuwe geulen in het slib vertoonden, terwijl op andere plaatsen vroegere geulen aanslibden. Ten einde te voorkomen, dat zoodanige veranderingen voor de batterij zelve van nadeeligen invloed waren, werden zuidwaarts nog twee ongeveer 113 M. lange rijzen dammen, regthoekig van de batterij uitgaande, aangelegd, die van zeer gunstige werking waren (zie figuur 30.)

Tot bijzondere overwegingen gaf de aanleg van eene definitieve landingsbrug aanleiding. Dat zulk eene brug noodig, ja onontbeerlijk was, lag voor de hand, maar de vraag was voornamelijk waar zij zou worden gelegd. Uit een oogpunt van versterkingskunst mogt zij niet zoo worden aangelegd, dat zij op eenig punt kon dienen om het vuur te maskeren, of dat de landing van den vijand daardoor kon worden gemakkelijk gemaakt. Aan den anderen kant moest zij echter het landen en lossen van manschappen en materiaal zooveel mogelijk bij elken waterstand veroorloven en voornamelijk ook bij hevigen storm het meest mogelijke gemak opleveren. Aan alle eischen te voldoen was buitengewoon moeijelijk, doch het scheen dat de brug het doelmatigst aan de zuidzijde zou worden gelegd en wel over de boven vermelde watergeul, welke het door den spoorwegdam afgesneden water onder de hellende brug naar den Wezer voert. Beschouwt men de westelijk van den spoorwegdam bij de eb teruggeblevene watermassa als die van een spuiboezem en legt men de doorlaat in den spoorwegdam door rijslagen zoo aan, dat het daarover vloeijende water voldoende is om de watergeul vandaar tot aan de Wezer, die door rijspakwerken gemakkelijk eene volkomen regte rigting kan verkrijgen, op zoodanige diepte en vrij van aanslibbing te houden, dat kleine vaartuigen daarin kunnen komen, zoo zal het gebruik van de landingsbrug bijna bij alle waterstanden, welligt alleen met uitzondering van de laagste eb, mogelijk zijn. Het zal er dan voor het vervolg slechts op aankomen, dat men den spoorwegdam onderhoude en aan den doorlaat de noodige breedte en diepte geve.

De figuren 29 en 30 duiden de landingsbrug aan, die van eikenhout zoo sterk is zamengesteld, dat zij zoowel tegen den ijsgang bestand als in staat is om de zwaarste voorwerpen bij het laden en lossen in en uit de schepen te dragen. Eene kraan kan op ijzeren sporen heen en weder worden bewogen, gelijk ook de te vervoeren voorwerpen langs een spoor kunnen worden weggebragt.

Het maken van de brug leverde geenerlei bezwaar op. Een ligte steiger diende voor het opstellen van de heitoestellen en voor het vervoer van de zware stukken hout.

Eindelijk valt nog te vermelden, dat in den winter van 1870 op 1871 een buitengewone ijsgang plaats had, die echter aan de verschillende, deels voorloopige, deels voltooide werken geen schade toebragt, zooals in het voorjaar van 1871 bleek, dat de steenglooijing zich wel is waar nog iets had gezet, maar zoo gelijkmatig, dat geenerlei spleten of verzakkingen op enkele punten te zien waren, zoodat men het werk als volkomen gelukt kan beschouwen.

HYDRAULISCHE OPSTIJGTOESTEL VOLGENS HET STELSEL VAN L. EDOUX, TE PARIJS.

(*Nouvelles Annales de la Construction*, Septembre 1871, p. 73.)

(Plaat 27.)

De toestel van den ingenieur Léon Edoux bestaat hoofdzakelijk uit een verticalen cilinder, waarin zich een zuiger beweegt, van gelijke lengte als de te doorloopen hoogte. Het water, dat de beweging voortbrengt, wordt in den cilinder binnengelaten, door middel van eene aan de bovenzijde aangebragte opening, en de toelating en afloop worden geregeld door eene inrigting, waarop de geheele beweging berust.

De voornaamste voordeelen van dit stelsel zijn de volgende:

1°. Eenvoudige, geen spierkracht vereischende behandeling, die door ieder, zonder de minste voorbereiding, terstond te leeren is.

2°. Volmaakte gevoeligheid van den toestel, zoo voor de stijging als voor de daling en voor het ophouden, onverschillig op welk punt der stijgende of dalende beweging.

3°. Voortdurende beschikbaarheid voor het gebruik, onafhankelijk van het gereed zijn van stoomkracht of de tegenwoordigheid van werklieden, die de beweging moeten voortbrengen.

4°. Eindelijk de grootst mogelijke veiligheid, niet alleen wat betreft het stelsel en de inrigting van den toestel, wanneer hij naar behooren wordt bestuurd, maar zelfs in geval van onwetendheid, onhandigheid

of onvoorzigtigheid bij de behandeling, waarvan de nadeelige gevolgen bijna onmogelijk worden gemaakt.

De toestel, waarvan hier de beschrijving volgt, is een van de grootste, die tot heden voor huiselijk gebruik zijn vervaardigd. Hij is geplaatst in een der hoeken van de open plaats van het blok woningen n°. 77 in de straat St. Lazare (place de la Trinité) en bedient gelijktijdig de woningen van de beide vleugels van het gebouw.

De portalen, waar de toestel stil houdt, bevinden zich in het midden der hoogte van de trappen, die naar de verschillende verdiepingen leiden. Ieder portaal stelt de halve gemeenschap daar met twee verdiepingen. Er is er een tusschen de eerste en tweede, en een ander tusschen de derde en vierde verdiepingen.

Onmiddellijk boven op den zuiger rust het opstijgingsvertrek, waaraan op een of meer plaatsen kettingen zijn bevestigd, welker gewigt zoodanig berekend is, dat zij, bij de ontrolling, achtereenvolgens en beurtelings aan weêrszijden van de bovenste katrollen, volkomen evenwigt maken met de vermindering of vermeerdering van drukking op het grondvlak des zuigers, naar mate de toestel rijst of daalt.

De cilinder bestaat uit vijf gegoten ijzeren buizen, 2 M. lang en 0.25 M. breed, en eene buis van 2.5 M. lengte, waarop het deksel is bevestigd. De zuiger, die zich in dezen cilinder beweegt en het vertrek draagt, is uit een stuk vervaardigd; hij heeft eene middellijn van 0.15 M. en is 12 M. lang.

Het stijgvertrek, dat met bouten op den zuiger is bevestigd, is van geslagen plaatijzer, met T- en hoekijzers versterkt. Het heeft eene breedte van 3.5 M., bij eene diepte van 1.5 M. en eene inwendige hoogte van 2.225 M. (Figuren 3, 4, 5 en 12—17.) In het kamertje heeft men zitplaatsen en een loozen schoorsteen met uurwerk aangebragt.

Aan de voorzijde van het vertrek, waar zich de deur bevindt, zijn twee vensters. De twee uitgangen naar de portalen der verdiepingen zijn van vol plaatijzer en gekeerd naar de zijde der beide muren van den hoek, waarin de toestel staat.

De rijzende en dalende beweging van het vertrek wordt geregeld door twee geleidingen, die aan de uiteinden eener diagonaal van het grondvlak zijn aangebragt en zich in twee verticale holle zuilen bewegen, die aan de muren van het huis bevestigd zijn. (Fguren 4 en 11.) Aan de uiteinden der aan het stijgvertrek bevestigde kettingen bevinden zich tegenwigten van voldoende zwaarte, om met het gewigt van den toestel, namelijk de zuiger en het vertrek met toebehooren, evenwigt te maken.

Het evenwigt is zoodanig berekend, dat de toestel, in zijn hoogsten stand en bij het begin van de dalende beweging, juist het vereischte overwigt heeft, om zich in beweging te stellen, en, zonder toevoeging van gewigt, het water terug te dringen, dat zich in den cilinder bevindt en de voorgaande opstijging bewerkt heeft.

De tegenwigten bewegen zich in twee gegoten buizen, die tegen de muren geplaatst zijn. (Figuren 1 en 2.)

Het merkwaardigste van den toestel is de verhouding tusschen de lengte van de zuigerstang en hare middellijn. Die verhouding wisselt in de meeste gevallen van 80 tot 100 af.

Bij den eersten oogopslag schijnt het onmogelijk, zelfs met de grootste voorzorgen bij de zamenstelling, een voorwerp van dergelijke afmetingen tegen barsten en breken te vrijwaren, maar de oplossing van dit vraagstuk is niet te vinden in de volmaakte uitvoering, maar in de juiste vereeniging der gewigten van de verschillende deelen van den toestel met de door het water voortgebragte kracht, waarvan het gevolg is, dat de zuigerstang hoegenaamd geene zamendrukking te verduren heeft maar alleen uitrekking, waarop hare afmetingen ruimschoots berekend zijn.

Bovendien bevindt zich in de as van den zuiger eene buigbare ziel, bestaande uit een ijzeren kabel, welke stevig aan de uiteinden bevestigd is, zoodat, ingeval de stang in twee of meer stukken over de hoogte kwam te breken, deze alle aan den kabel bevestigd zouden blijven, en daardoor wel stilstand in de beweging van het werktuig doch geene verbreking van evenwigt en mitsdien geen val zou veroorzaakt worden, daar de verhouding van de gewigten en drukkingen dezelfde zou blijven.

De kettingen, die de tegenwigten dragen, dienen voornamelijk om het verlies aan gewigt te vergoeden, dat de zuiger bij zijne indompeling in de vloeistof van den cilinder ondergaat en om bij de opstijging de tegengestelde werking te doen; zoodat, niettegenstaande de gedurige verandering van stand van de zamen te drukken oppervlakte, en de onveranderlijkheid van den te verplaatsen last, de werking van den toestel gedurende de geheele beweging gelijkmatig blijft.

De gemeenschap van het water met den zuiger wordt geregeld door een werktuig (*distributeur*, figuren 7 en 10), welks beide kleppen voor in- en uitlaat zoodanig zijn ingerigt, dat de daarop door het water uitgeoefende drukking steeds in evenwigt is, en geen anderen weêrstand bij de beweging veroorzaakt, dan de wrijvingen, die een gevolg zijn van de ongelijkheden in den binnenwand. Men werkt op de stang, die deze kleppen bestuurt, door middel van een hefboom, aan welks uiteinde een touw is bevestigd, dat naar boven door het stijgvertrek tot in de ruimte boven den toestel reikt. Verder bevinden zich in het vertrek, links van den loozen schoorsteen, die tegenover de deur staat, twee knoppen met de nummers 1 en 2 op de eene en 3 op de andere, waarop men drukt om den toestel op de verschillende verdiepingen te doen ophouden, door hare werking op de bewegingsstang.

Eindelijk bevindt zich op elk portaal nog eene andere bewegingsstang, die in werking gebragt wordt door een kruk, die zich in verticale rigting beweegt, en waaraan men dezen of genen stand kan geven, naar gelang men den toestel wil doen rijzen, dalen of ophouden.

De druk der waterleiding van de stad bedraagt ongeveer 30 M., de hoeveelheid water, die telkens verbruikt wordt, ongeveer 600 M.; de snelheid is 0.2 à 0.3 M. bij de rijzing en 0.5 à 0.6 M. bij de daling.

De beweging van den toestel wordt overigens geregeld door de drie volgende voorschriften, waarvan de twee eerste links en regts van den schoorsteen in het vertrek en het derde op de portalen zijn aangeplakt.

Eerste aanwijzing.

Voor de rijzing.

I. — 1. Het binnenste handvatsel ongeveer 25 à 30 c.M. opligten.

2. Nazien of de beide knoppen goed uitgetrokken zijn.

Drukken voor het ophouden:
- op de 1ste of 2de verdieping, op de knop n°. 1, 2.
- op de 3de verdieping, op de knop n°. 3.

Op de 4de verdieping niets doen.

II. — 2. Eenmaal opgehouden zijnde:

1. De knop, waarop men heeft gedrukt, weder uittrekken.

2. De deuren van het vertrek en van het portaal openen, en de laatstgenoemde weder zorgvuldig sluiten.

III. — Op het portaal zijnde, onmiddellijk den opstijger laten zakken, volgens het voorschrift, omschreven in art. V.

Tweede aanwijzing.

Voor de daling.

I. Nagaan
1. Of de deur van het portaal goed is gesloten.
2. Of de twee knoppen goed uitgetrokken zijn.

II. Het bovenste handvatsel van het touw 25 à 30 c.M. laten zakken.

III. Beneden zijnde de deur van het hek zorgvuldig sluiten.

Derde aanwijzing.

Voor het gebruik van den opstijger op het portaal.

Gewigtige aanbeveling: Zich overtuigen of de kruk op „rust" staat.

I. Om den opstijger te roepen, wanneer men dalen wil, de kruk opligten op het woord „stijgen".

II. Als de opstijger boven is, de kruk op het woord „rust" plaatsen.

III. Als de opstijger stil staat, de deur van het portaal openen, en haar weder zorgvuldig sluiten, als men binnen is.

IV. Om te dalen de aanwijzing omtrent „dalen" volgen, die in het vertrek aanwezig is.

V. Het terug zenden van den opstijger als men boven is:

1. Nagaan of de deur van het portaal goed gesloten is.
2. De kruk op het woord „dalen" plaatsen.

N.B. Het in acht nemen van al deze voorschriften is volstrekt noodzakelijk en wordt bijzonder aanbevolen.

De toestellen van den heer Edoux zijn in de laatste jaren veelvuldig toegepast. Wij noemen, behalve de opstijgers, die geplaatst zijn in een zeker aantal huizen in de rue de Rome, in het hôtel van den hertog van Brunswijk, in het Grand-Hôtel, in het Hôtel du Louvre, enz. ook nog die, aanwezig in het Hôtel-Dieu, in la Charité, in het hospitaal van Lyon, in dat van Rijssel, enz. De toestel wordt ook gebezigd door de Société Générale de Paris, om 's avonds de kas in de kelders van de administratie neêr te laten.

De kosten van deze toestellen zijn natuurlijk afhankelijk van de hoogte, waarop en de kracht, waarmede de inrigting moet werken. Zij verschillen ook, naar gelang van de beschikbare drukking en van plaatselijke toestanden en kunnen bijgevolg moeijelijk in het algemeen worden opgegeven.

Hoewel sommige onderdeelen van het stelsel eene bepaalde uitgaaf vorderen, afgescheiden van deze voorwaarden, kan men toch als maximum eene som van ongeveer fr. 1000 = per M.[1], bij gemiddelde hoogte en kracht stellen, dat wil zeggen, voor eene stijging van 10 tot 20 M., met een last van 4 tot 6 personen.

In de meeste gevallen zijn de prijzen aanmerkelijk lager, en kunnen wel tot op de helft, dat is fr. 500 = per M.[1] dalen, bij den gewonen waterdruk, die in de groote steden voorkomt.

BOEKAANKONDIGINGEN.

HET IJZER, *zijne bewerking, eigenschappen en toepassing. Een leer- en handboek voor ingenieurs, bouw- en werktuigkundigen, door* D. Grothe, hoogleeraar aan de polytechnische school te Delft. 's Gravenhage, de Gebroeders van Cleef, 1873.

Ontbreekt in het land, waarvoor men schrijft, alle litératuur over het onderwerp dat men wenscht te behandelen, dan is men gewoonlijk vrij in de keus van rigting, vorm en uitgebreidheid van zijn arbeid. Het terrein is dan nog onontgonnen; al wat men er op weet voort te brengen is nieuw. Dat voorregt was voor den schrijver van het bovengenoemd werk niet weggelegd.

Nederland bezat, gezwegen van scheikundige werken, in het *Handboek der mechanische technologie* van Karmarsch, vertaald door G. Kuyper Hz., en in het *IJzer en staal* van B. J. Tideman reeds een paar boeken, nog niet oud van dagen, waarin men niet vruchteloos zocht, wanneer men iets over de vervaardiging van ijzer of staal wilde nagaan. Het werk van den heer Tideman, uitsluitend aan de genoemde metalen gewijd, spreidt zelfs eene uitvoerigheid ten toon, die van eene zucht tot grondige behandeling getuigt, waarvan in den laatsten tijd de voorbeelden verminderen.

De heer Grothe vond dus het terrein reeds bearbeid.

Niettemin wist hij er nog iets op te doen ontspruiten, dat zeker door velen met welgevallen zal worden geoogst.

Het door hem geschreven werk verschaft niet alleen den leerling aan de polytechnische school een beknopt en toch verre van oppervlakkig overzigt over hetgeen hij omtrent ijzer en staal behoort te weten, maar ook den ingenieur in de praktijk de gegevens, die deze bij het maken van ontwerpen, waarin die metalen een hoofdrol vervullen, niet kan missen.

Met dat doel blijkbaar voor oogen heeft de schrijver in compacten vorm, waarin hij veel weet te brengen, behandeld:

I. Het smelten van ijzer uit de ertsen.
II. De fabricage van smeedijzer en staal.
III. Eigenschappen van het ijzer.
IV. Sorteeren en keuren van ijzer.
V. Proeven op de sterkte der ijzersoorten.
VI. De bewerking van het ijzer.

Liet hij daarbij een of ander onvermeld, dat meer tot de geschiedenis van proefnemingen en uitvindingen behoorde en voor het oogenblik praktische waarde miste, daarentegen besteedde hij groote zorg aan het blootleggen der eigenschappen van de ijzer en staalsoorten en aan het verzamelen van uitkomsten van proeven, die op hare sterkte genomen zijn. Men vindt in hoofdstuk V meer dan in eenig ander ons bekend werk bijeengebragt wat men bij een ontwerp noodig heeft te weten van weerstand van ijzer of staal tegen uitrekken, indrukken, ombuiging enz.

Men ziet, het is een werk dat, niet misplaatst in het studeervertrek, echter de meeste diensten in het bureau van den ingenieur zal bewijzen.

Uit dit oogpunt beschouwd zij het veroorloofd enkele opmerkingen te maken.

De puddelballen of luppen, voorloopig ter zijde gelegd wordende, verkrijgen hunne plaats niet bij den mond van den schoorsteen (bij *O* zooals op bl. 33 wordt gezegd) maar bij de brug aan den vuurhaard bij *N*.

Het puddelijzer, eenmaal geplet zijnde, behoudt den naam van *puddel*-ijzer niet (zie bl. 37), maar wordt ijzer n°. 1, n°. 2, n°. 3 enz. genoemd, naar het aantal malen dat het gewalst is. In België noemt men het eenmaal geplette *fer ébauché*, het meermalen geplette *fer corroyé*.

Het kristallisch worden van gesmeed ijzer, ten gevolge van het langdurig blootstaan aan trillende beweging, wordt door den schrijver (bl. 64) behandeld als eene zaak, waarvan het bestaan, ofschoon slechts door een gering aantal feiten, onbetwistbaar bewezen is. De weekste en taaiste soorten van ijzer zouden volgens hem aan die verandering het meest onderhevig zijn.

Het ware wenschelijk geweest, dat de schrijver van de bedoelde feiten meer had medegedeeld, aangezien het verschijnsel door velen wordt ontkend, en in de praktijk ook nog altijd meer vertrouwen wordt gesteld in week en taai dan in hard ijzer. Von Kaven trekt uit de proeven een volkomen tegenovergesteld resultaat en ontkent ten eenenmale het bestaan van het verschijnsel. (*Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover*, 1868, bl. 454.)

Evenzoo schijnt het op bl. 61 wel wat gewaagd te verklaren, dat de meerdere broosheid van ijzer bij koude geconstateerd is. Von Kaven durft in het zoo even genoemde tijdschrift bl. 470 zoo ver niet te gaan en geeft van het breken van spoorwegassen, veelvuldiger bij vorst dan bij hooger temperatuur, eene andere zeer aannemelijke verklaring.

Wij geven schrijver in overweging op bl. 67, waar hij spreekt van de kleur van *hamerslag*, achter *donker zwart* te laten volgen *of naar het blaauwe hellende, naarmate de qualiteit beter is.*

De opgaaf op bl. 79 dat het grauwe gietijzer van goede kwaliteit „veilig" aan een trekkracht van 7.5 KG. per m.M². kan onderworpen worden, is voor constructiën van belangrijken aard niet aannemelijk. Voor dergelijke constructiën en inzonderheid, wanneer schokken of trillingen kunnen plaats vinden, moet voor de veiligheid op geen grooter weerstand dan van 2 K.G. per m.M². worden gerekend.

Wegens de weinige buigbaarheid of broosheid is naar onze meening *fijnkorrelig ijzer* voor staven van traliebruggen (bl. 84) niet verkieselijk.

Bij de lezing van de rangschikking der ijzersoorten op bl. 84 zij men indachtig, dat in den handel het smeedbaar ijzer juist anders om wordt gerangschikt als het gegoten ijzer.

De kwaliteit van het smeedijzer neemt af met de getallen, zoodat n°. 1 het minst deugdzaam ijzer is.

Zeer fijn vezel- of dito korrelijzer heet n°. 4, en zoo voortgaande komt men tot n°. 1, zijnde kristalachtig en koudbreukig ijzer.

(Zie ook *la Fabrication de la tôle*, par Osc. Rongé, bl. 9.)

Om goed klinkwerk te verkrijgen is het zeer raadzaam, dat de beenen der hoekijzers in de dwarsdoorsnede tusschen evenwijdige lijnen begrensd zijn. Het zoo gevormde hoekijzer, parallel genoemd, wordt daartoe voor brugconstructiën meestal voorgeschreven. De onderscheiding van *parallel-* en *tapsch* hoekijzer wordt door den schrijver, die op bl. 93 de laatste soort beschrijft, niet gemaakt.

De nummers en dikte van de wire-gauge hadden naast de opgaven van bl. 95 een goede plaats gehad in het werk. Men kan ze wel is waar vinden op bl. 24 van bijlage M van het Jaarboekje van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Bijeenvoeging zou evenwel gemak gegeven hebben. Vrees voor het verlies van beknoptheid heeft waarschijnlijk den heer Grothe weerhouden van uitvoerige mededeeling van fabrieksmaten.

Bij den verminderden weerstand in de rigting van de diagonaal waarvan op bl. 101 gesproken wordt is ongetwijfeld relatieve werking in het spel geweest; reden waarom men bij het nemen van proeven niet genoeg den raad des schrijvers kan behartigen tot het zuiver centraal doen werken van de kracht.

Het leveren van ijzer op keuringsproeven was in den laatsten tijd bij de hooge eischen, die door de fabriekanten werden gesteld, moeijelijk te bedingen of te verkrijgen. Niettemin blijft die waarborg zeer raadzaam, en kan dus de door den schrijver daaromtrent gedane aansporing volmondig worden beaamd. De sporen van vermindering der hoedanigheid van het ijzer in den laatsten tijd, waarvan op bl. 130 wordt gewaagd, hebben zich zoover ons bekend is bij den bouw der groote bruggen in de Nederlandsche staatsspoorwegen niet vertoond. Men heeft daarbij echter het doen der proeven niet aan den fabriekant overgelaten, zooals op bl. 97 tot onze verwondering een even goede waarborg als eigen onderzoek wordt geacht.

De blijvende doorbuiging, waarvan op bl. 138 melding wordt gemaakt, is bij eene brug ook te verklaren door eene zeer geringe verschuiving of zetting der aan elkander geklonken deelen, eene zetting die bij latere belastingen niet meer voorkomt. De zonderlinge eigenschap, die door Clark bij smeedijzer wordt ondersteld bij belasting *boven* de grens der veerkracht, kan althans uit de belastingen van bruggen niet wel worden afgeleid, daar die belastingen meestal, ook bij de beproeving, blijven *beneden* die welke zouden noodig zijn om de grenzen der veerkracht te bereiken of te overschrijden.

Onder de voorzorgen, die op bl. 170 worden aanbevolen bij het gieten, missen wij die, welke bij het gieten van groote voorwerpen worden genomen, om te verhoeden, dat door te groote valhoogte van het gesmolten ijzer de vorm beschadigd wordt, alsmede het gieten met een verloren hoofd of gietkop.

Tegenover de op bl. 179 genoemde voordeelen van het heen- en wederwalsen zien sommigen nadeel in de minder goede verwijdering van het vuil, dat daardoor gedeeltelijk weder in het ijzer wordt geperst.

De vrienden van den heer Daelen te Hörde zijn gewis erkentelijk voor de eer, die de schrijver dien verdienstelijken industrieel doet wedervaren van hem als den uitvinder van de Universaalwals meer algemeen te doen kennen.

In de praktijk moeten echter aan dat vernuftig werktuig nadeelen bevonden zijn, die het door sommige fabriekanten weder hebben doen verwerpen en het in België weinig toepassing hebben doen vinden. De heer Grothe zal zijne lezers zeker genoegen doen, indien bij een nieuwe uitgaaf van zijn werk, hij daarover iets naders mededeelt. Welligt is er vooroordeel in het spel.

Onze opmerkingen hebben geene verkleining der

verdiensten van het werk ten doel, maar zullen naar wij hopen veeleer een denkbeeld hebben gegeven van den rijkdom van inhoud, en aansporen tot koop en lezing.

Het laatste is door de bondigheid en de regelmatige rangschikking der stof en door de plaatsing der afbeeldingen tusschen den tekst niet zoo vermoeijend, als met technische werken van dezen aard wel eens het geval is.

Een alfabetisch register in vier talen besluit het werk, dat door zijn netten zwart linnen band met vergulde letters een uiterlijk aanzien vertoont, dat van het gehalte een goeden dunk geeft, waarop men zich in dit geval kan verlaten.

Utrecht, April 1873. V. D.

Exposé des applications de l'électricité par le comte Th. du Moncel, 3me édition, entièrement refondue. Paris, Eugène Lacroix 1873. Tome premier.

Het werk, waarvan wij hier den titel afschreven, komt ons voor een uitvoerig maar toch beknopt overzicht te geven, zoowel over de geschiedenis als over de theorie van de toepassingen der electriciteit.

Het eerste deel, dat wij voor ons hebben, behandelt de Technologie Electrique en geeft ons eene ontwikkeling van de voortplanting der electriciteit in de meest voorkomende geleidingen.

Duidelijk is de beschrijving van de verschillende soorten van cellen, tot nu toe uitgedacht, met de aanwijzing van deze of gene, die in bijzondere gevallen hare toepassing vinden.

In dit gedeelte geeft de schrijver vele belangrijke historische mededeelingen, als, om maar één voorbeeld aan te halen, van het principe waarop de werking berust van de cel met 2 vloeistoffen, door Becquerel père reeds vóór 40 jaren ontwikkeld.

Becquerel père heeft (zie Edm. Becquerel in de *Annales de Chimie et de Physique*, Mai 1872) in 1829 de „pile à sulfate de cuivre" doen kennen (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e serie, T. XLI, pag. 21—29). Hij was het die aantoonde, dat de vermindering in intensiteit van den electrischen stroom afhangt van het verschijnsel der polarisatie van de electroden. Zoo deze polarisatie vermeden wordt, voornamelijk die van de negatieve electrode bedekt met hydrogenium, en wel door de reductie van een metaal, dan zijn de paren constant in duur en intensiteit, indien de weerstand aan de geleiding geboden dezelfde blijft.

Alle constante cellen naderhand uitgedacht berusten op dit principe; alleen haar vorm is gewijzigd, als ook de vloeistoffen en de ligchamen daarin geplaatst om de negatieve electrode, welke aan deze cellen eene meerdere of mindere energie geven.

Zeer belangrijk is het tweede gedeelte van dit deel, waarin de schrijver de onderzeesche telegraafkabels beschouwt, met vermelding van de talrijke studiën, die in Engeland gemaakt zijn over den weerstand, over de snelheid van voortplanting in deze kabels en over de isolatie. Voor de constructie, de beproeving en het leggen of zinken van deze kabels worden hier nuttige wenken gegeven.

Te vergeefs zochten wij hier echter de historische ontwikkeling, die wij meenden in dit werk te mogen verwachten. Vooral wat den Trans-atlantischen kabel aangaat („La plus belle conquête remportée jusqu'ici „par l'électricité est la réunion de l'Amérique à l'Europe" schreef een fransch physicus in 1859) bevreemdde het ons, hier geene bijzonderheden te vinden. Zelfs den naam van Cyrus W. Field, wien toch de eer toekomt, de eerste te zijn geweest, die het denkbeeld van eene kabellegging door den Oceaan ten uitvoer gebragt heeft, zagen wij hier niet vermeld.

Mogelijk, en wij hopen het, vinden wij dit belangrijk gedeelte van de historie der onderzeesche telegrafie in een der volgende deelen beschreven.

Ons oordeel over hetgeen wij lazen is gunstig. De volgende deelen zullen, te oordeelen naar hunnen inhoud en naar hetgeen voorafging, de lezing en bestudering zeer waard zijn.

De schrijver stelt zich voor in het 2de deel te behandelen de electro-magneten in den ruimsten zin, in het 3de deel de toepassingen van de electriciteit op meet-toestellen in het algemeen en in het bijzonder op toestellen van meteorologie, astronomie en van de marine en op toestellen voor zekerheid op het vervoer langs spoorwegen, en eindelijk in het 4de deel de toepassing der electriciteit op de industrie, de kunsten en de mechanica. Uitvoerig zal hier besproken worden de aanwending der electriciteit als licht- en warmtebron. Dit deel zal dus het 3de deel der 2de uitgaaf vervangen. De toepassingen op de geneeskunst heeft schrijver, en terecht, in deze uitgaaf niet beschreven, omdat zij alleen door een geneeskundige geheel volledig kunnen voorgedragen worden.

Het talent van den schrijver bestaat niet alleen in de degelijkheid van hetgeen hij gaf, maar ook in de uitvoerigheid, zonder omslachtig te zijn. en in den vorm, waarin hij zijne mededeelingen kleedde.

Rotterdam, Maart 1873. V. D.

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

NEDERLAND.

Tot 10 Mei 1873.

BOEKEN.

Afscheiding (De) der banne Landsmeer en het hoogheemraadschap Waterland van het Noord-Hollandsche kanaal, door mr. J. G. A. Faber, P. de Boer Pz. en A. Goede Dz. 14 blz. en 2 kaarten, folio. Purmerende, J. Schuitemaker. ƒ 1.00; elke kaart afz. ƒ 0.50

Alewijn (Jhr P. Opperdoes). — Eenige bemerkingen betreffende de zoo gewigtige aangelegenheid der indijking en inpoldering van een gedeelte der Zuiderzee, in verband met de rigting van den Noord-Hollandsch-Frieschen spoorweg, tusschen Amsterdam en Leeuwarden. 21 blz. imp 8vo. met 2 kaarten. Amsterdam, Wed. G. Hulst van Keulen. ƒ 1.—

Bernoulli's Vademecum. Een praktisch handboek voor berekeningen, dagelijks voorkomende in de bouw- en werktuigkunde, met bijzondere toepassing op gewicht en sterkte van bouwstoffen enz. 3de dr., aanmerkelijk verm en omgew door J. G. van Gendt Jr. en G. J. W. de Jongh. 2, 16 en 586 blz. 8vo. met 276 afb., 181 tafels en 321 voorbeelden. ƒ 5.40; geb. 5.80

Grothe (D.). — Het ijzer, zijne bewerking, eigenschappen en toepassing. Een leer- en handboek voor ingenieurs, bouw- en werktuigkundigen. 216 blz., post 8vo. 's Gravenhage, Gebr. van Cleef. geb. ƒ 2.50

Kaiser (Dr. F.). — Annalen der Sternwarte in Leiden. 3ter Band. 8 en 274 blz., met 7 platen en titelvignet in staal. gr. 4to. 's Gravenhage, Mart. Nijhoff. ƒ 10.00

Jaarboek voor het mijnwezen in Nederl. Oost-Indië. Uitgegeven op last van zijne excellentie den minister van koloniën. 1ste jaarg. 2de deel. 1872. Met eene plaat in chromolithographie, twee geognostische en twee andere kaarten. VI en 232 blz. roy. 8vo. Amsterdam, C. F. Stemler. In linnen ƒ 5.00

Meteorologisch Jaarboek (Nederlandsch) voor 1872. Uitgegeven door het kon. Nederlandsch meteorologisch instituut. 24ste jaarg. 1ste dl. 4 en 288 blz. langw. 4to. met 1 gelith. kaart. Utrecht, Kemink & Zn. ƒ 2.50

Schouten (Dr. G.). — Welke waarde hebben de resultaten van den hoogleeraar dr. P. van Geer en die van dr. P. Schuringa, gevonden bij het onderzoek eener bijzondere omstandigheid der centraal-beweging? beantwoord. 38 blz. post 8vo. Kampen, H. W. Wilmerink. ƒ 0.45

Stratingh Tresling (S.). — Het bouwen van arbeiderswoningen. Verhandeling met goud bekroond en uitgegeven van wege de Nederl. maatschappij ter bevordering van nijverheid. Met atlas. 318 blz., met 27 pl. roy. 8vo. Haarlem, Erven Loosjes. ƒ 11.25

KAARTEN EN PLANS.

Reuvens (L. A.). — De Waal- en Rijndijken der polderdistricten in Gelderland en de werken tot verbetering der daar langs gelegen rivieren, voorgesteld in eene kaart van 38 bladen, in kleurendruk, schaal 1 à 10,000; waarbij, ingevolge goedkeuring van het collegie van gedeputeerde staten, is gevoegd het register van dijkshoogten, vaste hoogtemerken en steenen peilschalen, houdende de uitkomsten der opnemingen, in 1869 gelast door de provinciale staten van Gelderland. 2de verb. en bijgew. dr. Atlas in folio van 38 bladen, geb. en Register in sup. roy. 8vo. van 118 blz. Arnhem, Is. An. Nijhoff & Zoon. ƒ 15.00

FRANKRIJK.

Tot 18 Mei 1873.

BOEKEN.

Chemins de fer. Wagon-boudoir, système Mann. In-4°, 10 p. et 4 pl. Paris, imprimerie Malteste et Ce.

Des Corats. — Nouveau projet de navires dit chemin de fer fluvial et maritime; par G. A. F. Des Corats In-8°, 7 pages. Paris, imp. A. Chaix et Ce.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le ministre de l'agriculture et du commerce. T. 79. In-4° à 2 col., 300 p. et 70 pl. Paris, imp. nationale.

Evrard. — Les moyens de transport appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics. Organisation et matériel; par Alfred Evrard, ingénieur de la compagnie des forges de Châtillon et Commentry. T. 1er. In-8°, 484 p. A Paris, chez Baudry.
L'ouvrage formera 2 vol. de texte in-8° et un atlas de 125 pl. in-folio pliées dans le format in 4°. Il se publie en 4 livraisons de texte et de pl. au prix de 25 fr. chacune. Complet, fr. 100.00

Figuier. — L'Année scientifique et industrielle, ou exposé annuel des travaux scientifiques, des inventions, etc., en France et à l'étranger; par Louis Figuier. 16e année. 1872. In-18 jésus, 584 p. et 2 pl. A Paris, chez Hachette et Ce. fr. 3.50

Phares et Balises. Etat de l'éclairage et du balisage des côtes de France au 1er janvier 1873. Ministère des travaux publics. Ponts et chaussées. Gr. in-8°, 183 pages et carte. Paris, imprimerie nationale.

Ruggieri. — Notice sur le dynamite, son histoire, sa fabrication, ses propriétés physiques, sa conservation, son emmagasinage et son emploi commode, facile et sûr; par Ruggieri, artificier du gouvernement. In-8°, 63 p. A Paris, chez Tanera.

Système de recrutement des ingénieurs de l'Etat. Société des ingénieurs civils. In-8°, 110 p. Paris, imp. Viéville et Capiomont.
(Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils, des années 1871—1862.)

Tardieu. — Moyen d'obtenir la sécurité des voyageurs en chemin de fer; par J. A. Tardieu, ex-surveillant de première classe du service de la voie au chemin de fer du Midi, inventeur breveté. In-8°, 24 p. Bordeaux, imp. Duverdier et Ce; l'auteur; les principaux libraires. fr. 0.50

Tommasi. — Le Flux-moteur. Appareil destiné à transformer le mouvement des marées en force motrice applicable à toutes les industries, même à celles qui se trouvent éloignées de la mer, en leur fournissant un travail quotidien égal, régulier et complétement indépendant des intermittences qui sont essentiellement inhérentes à cette source gigantesque de travail dynamique; par Ferdinando Tommasi. In-8°, 16 p. Paris, imp. Walder.

Tommasi. — Le Moteur-hydro-thermique. Nouvel appareil destiné à remplacer très-avantagement l'emploi des machines à vapeur dans toutes leurs applications; par Ferdinando Tommasi. In-8°, 29 p. Paris, imp. Walder.

—— The hydro-thermic motor. A new apparatus destined to replace, most advantageously, the steam-engine in all its applications; by Ferdinando Tommasi. In-8°, 29 p. Paris, imp. Walder.

—— Die hydro-termike Beweg-kraft. Ein neuer Apparat bestimmt um die Dampfmaschinen in allen ihren Anwendungen vortheilhaft zu ersetzen; von Ferdinando Tommasi. In-8°, 29 p. Paris, imp. Walder.

KAARTEN EN PLANS.

Carte comparative de l'embouchure du Rhône en 1841 et en 1872. Par Germain. (Dépôt des cartes et plans de la marine.) Paris, imprim. lith. Lemercier et Ce.

NIEUW TIJDSCHRIFT.

Construction (la), journal des travaux publics et particuliers pour les départements de l'Est. N° 1. 20 février 1873. In-4°. 8 p. Dijon, imp. Carré. Abonnement: Dijon, six mois, 10 fr.; département de la Côte-d'Or et limitrophes, 11 fr.; départements non limitrophes, 12 fr.; un an, 20 fr.; 22 fr.; 24 fr. Un numéro, 20 c.
Paraissant le jeudi de chaque semaine.

ENGELAND.

Tot 16 Mei 1873.

BOEKEN.

Bellamy (C. J.) — Tables for the use of Engineers and Architects in taking out Quantities of Masonry, Iron-Work, &c. Roy. 8vo. pp. 70 London, Stanford. cloth, 15s.

Cargilll (Thomas). — The Strains upon Bridge Girders and Roof Trusses, including the Warren Lattice, Trellis, Bowstring, and other forms of Girders; the Curved Roof, and Simple and Compound Trusses, with sixty-four Illustrations on wood, drawn and worked out to scale. 8vo. pp. 234. London, Spon. cloth, 12s. 6d.

Frome (Lieut-Gen.). — Outlines of the Method of Conducting a Trigonometrical Survey. 4th edit. revised and enlarged by Captain Charles Warren. 8vo. pp. 324. London, Lockwood. cloth, 16s.

Jordan (C. H.). — Tabulated Weights of Angle T, Bulb, Beam, Round, Square, and Flat Iron. 2nd edit. 32mo. London, Spon. sewed, 1s. 6d.

Makins (George Hogarth). — A Manual of Metallurgy. Illustrated by 100 Engravings. 2nd edit. rewritten and much enlarged. Post 8vo. pp. 598. London, Ellis & W. cloth, 16s.

Matheson (Ewing). — Works in Iron Bridge and Roof Structures. Royal 8vo. pp. 336. London, Spon. cloth, 15s.

Maxwell (James Clerk). — A Treatise on Electricity and Magnetism. 2 vols. 8vo. pp. 900. London, Macmillan. cloth, 31s. 6d.

Richardson (Ralph). — On Peat as a Substitute for Coal; including details of the Dublin Peat Commission (Alderman Purdon's), 1872; Clayton's (London) Condensed Peat Patent, 1873; Maccullums's (Dunfermline) Coal Peat Invention, 1873, &c. 8vo. pp. 94. (Edinburgh, Black). London, Longmans. cloth, 1s. 6d.

Transactions of the Society of Engineers for 1870. 8vo. London, Spon. cloth, 10s. 6d.

Weale (John). — A Dictionary of Terms used in Architecture, Building, Engineering, Mining, Metallurgy, Fine Arts, &c 4th edit. with numerous Additions. Edited by Robert Hunt. 12mo. pp. 570. London, Lockwood. cloth, 6s.

Wylde (James). — Mathematics Pure and Applied: a Complete Mathematical Manual for all branches of Science. 8vo. London, Griffin. cloth, 10s. 6d.

AMERIKA.

Tot 16 Mei 1873.

BOEKEN.

American Railway and Supply Directory, 1873. 8vo. pp. 536. (New York, 1873) London. 30s.

Baird (Spencer F.). — Annual Record of Science and Industry for 1872. 12mo. (New York, 1873) London. 9s.

Schreve (S. H.). — A Treatise on the Strength of Bridges and Roofs. 8vo. (New York, 1873) London. 25s.

DUITSCHLAND.

Tot 8 Mei 1873.

BOEKEN.

Bau-Ingenieur-Almanach (Oesterreichisch-ungarischer). Zum Gebrauche f. Staats-, Landes-, Gemeinde- u. Eisenbahn-Beamte, Architekten, Ingenieure, Bauhandwerker, Bauunternehmer etc. f. das gemeine J. 1873. Red. v. Archit. Heinr. Grave. 16. Jahrg. 16. (IV, 163 S.) Wien, Beck'sche Univ.-Buchh. geb. n. 1⅓ *th.*

Bericht (statistischer) üb. den Betrieb der unter königl. sächsischer Staatsverwaltung stehenden Staats- u. Privat-Eisenbahnen m. Nachrichten üb Eisenbahn-Neubau u. e. Anh. üb. die hauptsächlichsten Betriebsergebnisse der unter Privatdirection steh. sächs. Eisenbahnen im J. 1871. [Hierzu e. (lith.) Uebersichtskarte (in qu Fol.) nach dem Stande vom Jan. 1872.] Hrsg. vom königl. sächs. Finanz-Ministerium. gr. 4. (VIII, 378 S.) Dresden, Burdach.) n. 6⅔ *th.*

Dub (Dr. Jul.), die Anwendung d. Elekromagnetismus m. besond. Berücksicht. der neueren Telegraphie u. den in der deutschen Telegraphenverwaltg. besteh. techn. Einrichtgn. 2. vollständig neu bearb. u. unter Berücksicht. der Wissenschaft ergänzte Aufl. Mit mehr als 400 in den Text gedr. Holzschn. 3. Lfg. gr. 8. (S. 417—624.) Berlin, Springer's Verl. (à) n. 1⅓ *th.*

Fortschritte (Die) der Physik im J. 1869. Dargestelt v. der physikal. Gesellschaft zu Berlin. Red. v. Dr. B. Schwalbe. 25. Jahrg. 1. Abth. enth.: Allgemeine Physik, Akustik u. Optik. gr. 8. (IV u. S. 1—456.) Berlin, G. Reimer. 2⅓ *th.* (I—XXV, 1. u. Reg. zu I—XX.: 95½ *th.*)

Gretschel (Prof. Dr. Heinr.), Lehrbuch der Karten-Projektion enth. e. Anweisg. zur Zeichng. der Netze f. die verschiedensten Arten v. Land- u. Himmelskarten. Mit 6 (lith.) Taf. (in qu. 4) u. 68 in den Text gedr. Abbildgn. (in Holzschn.) gr. 8. (IV, 260 S.) Weimar, B. F. Voigt. 2⅓ *th.*

Jacobsen (Dr. Emil), chemisch-technisches Repertorium. Uebersichtlich geordnete Mittheilgn. der neuesten Erfindgn., Fortschritte u. Verbessergn. auf dem Gebiete der techn. u. industriellen Chemie m. Hinweis auf Maschinen-Apparate u. Literatur. 1872. 1. Halbj. gr. 8. (X, 216 S.) Berlin, Gaertner. n. 1⅓ *th.*

—— Dasselbe. General-Register zu Jahrg. VI—X. [1867—1851]. gr. 8. (114 S.) Ebd n. 18 *gr.*

Jahrbuch f. das Berg- u. Hüttenwesen im Königr. Sachsen auf d. J. 1873. Als Fortsetzg. d. zeither. Jahrbuches f. den Berg- u. Hüttenmann. Auf Anordng. d. königl. Finanz-Ministeriums hrsg. v. C. G. Gottschalk. Lex.-8. (VI, 355 S. m. 3 lith. u. chromolith. Taf. in qu. Fol. u. e. Tab. in qu. Fol.) Freiberg, Craz & Gerlach. n. 1⅓ *th.*

Knoll (Eisenbahn-Insp. Carl), Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Eisenbahnen u. Strassen. Mit 28 (eingedr.) Holzschn. u. 6 Tab. Für Ingenieure, Geometer, Bauunternehmer und Techniker überhaupt. 8. (V, 185 S.) Stuttgart, Kroener geb. n. 1 *th.* (1 *fl.* 45 *kr.* rh)

Leitfaden d. Eisenbahnwesens m. besond. Rücksicht auf den Dienst der Feld-Eisenbahn-Abtheilgn. 8. (XII, S. m. e. Atlas. v. 34 Steintaf. in qu Fol.) Wien 1872, (Seidel & Sohn.) n. 2⅔ *th.*

Liernur (Ingen. Capt.), die pneumatische Canalisation in der Praxis. Deren Beschreibg., Entwickelungsgeschichte u. gegenwärt. Ausdehng. nebst Beleuchtg. der Bedenken dagegen. gr. 8. (IV, 140 S.) Frankfort a/M.. (Boselli.) n. ⅚ *th.*

Menzel (Bau-Insp. Dr. C. A.) u. Landbaumstr. J. Promnitz, die Gründung der Gebäude. Ein Lehrbuch üb. Fangedämme, Spundwände, Kammen u. Wasserschöpfmaschinen; üb den Baugrund u. seine Untersuchg. üb: die Fundirg. auf gutem Baugrunde, auf Sandschuttg., Beton, Fundamentpfeilern, Senkbrunnen, Senkkasten, Rosten u. auf Eisen. Mit ca. 250 (eingedr.) Holzschnitten. gr. 8. (IV, 224 S.) Halle, Knapp. n 2 *th*

Merth (Oberingen. Ludw.), Tabellen zur Berechnung der Querschnittflächen der Auf- u. Abträge v. variablen Planiebreiten f. Strassen u. Eisenbahnkoerper. Imp.-Fol. (24 S.) Wien, Gerold's Sohn. n. 1⅔ *th.*

Plantamour (E.) et A. Hirsch, détermination télégraphique de la différence de longitude entre des stations suisses. gr. 4. (162 S.) Basel 1872. Georg. n.n. 2 *th.* 4 *gr.*

Ritter (Prof. Dr.), Lehrbuch der höheren Mechanik. 1 Thl. A. u. d. T.: Lehrbuch der analyt. Mechanik. Mit 177 (eingedr.) Holzschn. gr. 8. (XI, 271 S.) Hannover, Rümpler. n. 2⅔ *th.*

Thomae (Prof. Dr. J.), Abriss e. Theorie der complexen Functionen u. der Thetafunctionen e. Veränderlichen. Mit 20 in den Text eingedr. Holzschn. 2. verm. Aufl. gr. 8. (VIII, 197 S.) Halle, Nebert. n. 1⅔ *th.*

Virchow (Rud.), Reinigung u. Entwässerung Berlins. General-Bericht üb. die Arbeiten der städt. gemischten Deputation f. die Untersuchg. der auf die Kanalisation u. Abfuhr bezügl. Fragen. Mit (3 lith. u. chromolith.) Taf. (in gr. 8. u. qu Fol.) u. Tabellen. gr. 8. (IV, 182 S.) Berlin, A. Hirschwald. n. 1⅔ *th.*

Wach (Prof. P. Alois), Anleitung zur Wartung stationärer Dampfkessel u. Dampfmaschinen f. Kesselheizer, Maschinenwärter, Besitzer v. Dampfmaschinen u. Arbeiter in Dampfmaschinen-Fabriken. 8. (IV, 194 S.) Pilsen, Maasch. n. 17 *gr.*

KAARTEN EN PLANS.

Karten (Topographische) vom Königr. Sachsen, bearb. vom topogr. Bureau d. königl. sächs. Generalstabes in 1 : 100,000 der natürl. Grösse. [Terrain-Karte.] 10. Lfg. Kpfrst. Fol. Dresden. (Leipzig, Hinrichs' Sort.) Subscr.-Pr. baar n.n. 1 *th.*; auf Leinw. n.n. 1½ *th.*

NIEUW TIJDSCHRIFT.

Hydrographische Mittheilungen. Hrsg. v. dem hydrograph. Bureau der kaiserl. Admiralität. 1. Jahrg. 1873. 26 Nrn. (1½ B.) Mit Beiblatt: Nachrichten f. Seefahrer. 4. Jahrg. 1873. 52 Nrn. (ca. ¾ B.) hoch 4. Berlin, Mittler & Sohn in Comm. Halbjährlich n. ⅚ *th.*

VERHANDELINGEN.

OVER DE BEREKENING VAN LIGGERS, DOORGAANDE OVER MEER DAN TWEE STEUNPUNTEN, MET FLAAUW GEBOGEN LENGTEAS, VERANDERLIJKE DWARSDOORSNEDE EN WILLEKEURIGE BELASTING,

door het lid F. J. VAN DEN BERG.

Delft, 30 Mei 1872.

Onlangs met meer aandacht dan tijdens de uitgaaf nalezende de in de eerste aflevering van het *Tijdschrift* van het Instituut over 1869—1870, bladz. 1—19, opgenomen verhandeling van het lid A. C. Broekman, over de theorie van ijzeren bruggen, kwam het mij voor dat de daarin op bladz. 9—10 ontwikkelde hoofdformulen (VI) en (VII) vatbaar zijn om ook op andere wijze vastgesteld te worden.

De formule (VI) kan namelijk worden beschouwd als uitdrukking van de klaarblijkelijke waarheid, toegepast op twee opvolgende door een doorgaanden ligger overspannen openingen, dat de uitwendige hoek van twee aaneensluitende koorden der elastische lijn gelijk is aan de som der hoeken van die koorden wederzijds met de raaklijn in haar aansluitingspunt. De formule (VII) vloeit onmiddellijk voort uit dezelfde opmerking toegepast op eene enkele opening, waarop een willekeurig tusschenpunt wordt beschouwd.

In de aanteekening, die ik de eer heb hierbij aan den raad van bestuur aan te bieden, ten einde die, indien zij daartoe van genoegzaam belang mogt worden geacht, met dit toelichtend schrijven in het *Tijdschrift* op te nemen, heb ik beproefd de genoemde hoofdformulen regtstreeks uit dit gemeenschappelijk beginsel af te leiden.

Daarbij kwam het mij voor, dat de bedoelde formulen niet alleen voor een ligger met oorspronkelijk regte lengteas, maar ook voor een ligger die reeds in den onbelasten toestand een flaauw gebogen lengteas heeft, van toepassing zijn. Ten einde, vooral met het oog hierop, duidelijk de beteekenis der formulen te doen uitkomen, heb ik gemeend in den aanvang van het stuk in eenige nadere omschrijving te moeten treden van de onderstellingen, waarop de verdere redenering en berekening rust.

Ook in een ander opzigt heb ik het vraagstuk eenigzins algemeener opgevat: veel ingewikkelder wordt toch mijns inziens de berekening niet door aan te nemen, hetzij dat bij de vloeijende verandering van dwarsdoorsnede de belasting geheel willekeurig is, hetzij dat in de verschillende vakken, waarin door den heer Broekman de afstand tusschen twee opvolgende steunpunten van den ligger wordt ingedeeld, niet alleen de dwarsdoorsneden en de elasticiteitsmoduli, maar ook de belastingen per lengteëenheid, ongelijk zijn. Eene berekening voor dit geval heb ik uit dien hoofde in bijgaand stuk opgenomen.

Met de wijziging in de manier van berekenen heb ik eene wijziging in de notatie gepaard doen gaan. Het kwam mij voor dat, daar het hoofddoel van het onderzoek is, eensdeels het vinden van eene betrekking tusschen de momenten voor eene willekeurige groep van drie opvolgende steunpunten van een doorgaanden ligger, en ten andere het berekenen van de ordinaat van eenig punt der elastische lijn voor eene willekeurige opening, het minder noodig is van den beginne af de steunpunten en de openingen door hun doorgaand rangnummer 1, 2, 3 enz. tot $m+1$ of tot m te onderscheiden. De bijvoeging van het werkelijke rangnummer als aanwijzer telkens bij de gelijksoortige grootheden voor de verschillende steunpunten en openingen heb ik dan ook achterwege gelaten; zij kan mijns inziens geschikt eerst later plaats hebben, wanneer het er op aankomt de gevonden hoofdformulen werkelijk op alle of op eene bepaalde opening van toepassing te maken. Daarentegen heb ik de grootheden, betrekking hebbende op het middelste van drie beschouwde steunpunten, hetgeen in zekeren zin voorkomt als oorsprong voor de wederzijdsche openingen, door eene nul als aanwijzer onderscheiden; die voor de opening links door enkele letters, die voor regts door dezelfde letters met accent. Ook zijn ter bekorting voor de enkele notatien q_2, q_3, q_4 aangehouden de drie uitsluitend van het rangcijfer q van eenig vak eener opening afhankelijke en ook in de hoofdformulen voorkomende coëfficiënten $q_2 = q^2 - (q-1)^2 = 2q-1$, $q_3 = q^3 - (q-1)^3 = 3q^2 - 3q + 1$ en $q_4 = q^4 - (q-1)^4 = (2q-1)(2q^2 - 2q + 1) = 4q^3 - 6q^2 + 4q - 1$, waarvan mijns inziens de afleiding uit de 2de, 3de en 4de magten van q en $q-1$

door de gevolgde wijze van beschouwing duidelijk in het oog springt, terwijl ook de getallenberekening daarvan het eenvoudigst door enkele aftrekking uit eene tabel van die magten zou plaats hebben. Eindelijk valt nog op te merken, dat in mijne figuur de momenten M en de afschuivende kracht Y in tegengestelden zin positief voorkomen als bij den heer Broekman, hetgeen in overeenstemming is hiermede, dat zij aldaar gedacht worden evenwigt te maken met, en dus te zijn tegengesteld aan, het gedeelte van den ligger links van de beschouwde doorsnede, bij mij daarentegen de werking van datzelfde gedeelte vervangen.

Dit alles in aanmerking genomen blijkt dat, wanneer in mijne formulen (4″) en (6″) vooreerst voor a en a' hunne waarden $\frac{l}{m}$ en $\frac{l'}{m'}$ worden ingevoerd, en wijders in beide formulen y en M worden vervangen door y_n en M_n; y_o en M_o door y_{n+1} en M_{n+1}; p, l en m door p_n, l_n en m'_n; $W_q E_q$ door $E\Theta_{n(q)}$; alsmede in (4″) bovendien y' en M′ door y_{n+2} en M_{n+2}; p', l' en m' door p_{n+1}, l_{n+1} en m'_{n+1}; $W'_q E'_q$ door $E\Theta_{n+1(m'_{n+1}-q+1)}$; en in (6″) bovendien y_n door $y_{n(n')}$, n door $n'-1$, $W_{o(q)} E_{o(q)}$ door $E\Theta_{n(m'_n-q+1)}$; dat dan die formulen geheel overeenstemmen met de bovengenoemde hoofdformulen (VI) en (VII) van den heer Broekman. (In den 4den en den 7den regel van deze laatste formule staat abusivelijk de coëfficiënt $2(3q-1)$ in plaats van $3(2q-1)$).

De door mij onder de vormen (4′) en (6′) gestelde gelijkwaardige formulen voor eene vloeijende verandering van dwarsdoorsnede stemmen eveneens overeen met de vormen (44) en (46), waaronder op bladz. 11 aldaar de hoofdformulen (IV) en (V) zijn gebragt.

De in den loop van mijne beschouwing aangegeven formule (3′) heeft blijkbaar dezelfde beteekenis als (I) op bladz. 3 van den heer Broekman: wat M_x in de eerste is, is $M_{n(x)}$ in de tweede.

Het lid van het Instituut,

F. J. VAN DEN BERG.

De berekening van de grootheden, die bij een doorgaanden ligger met veranderlijke dwarsdoorsnede in aanmerking komen, wordt teruggebragt tot die van de momenten der uitwendige krachten voor de verschillende steunpunten.

Deze laatste berekening heeft plaats door middel van eene betrekking tusschen de momenten voor elke drie opvolgende steunpunten.

Alvorens tot het opmaken van deze betrekking over te gaan, schijnt het dienstig eenigzins nader de onderstellingen te omschrijven, die daarbij in het onderstaande zullen worden aangenomen.

Deze zijn: vooreerst, dat de ligger zelf en het daarop werkende stelsel krachten symmetrisch zijn met betrekking tot een plat vlak en dat alzoo, wanneer de ligger door eene willekeurige dwarsdoorsnede loodregt op dit vlak in twee op zich zelf staande deelen wordt gescheiden, het onderzoek naar het evenwigt tusschen de uitwendige krachten (dat is belastingen en reactien van steunpunten) op een dezer deelen, bij voorbeeld het linker, aangrijpende en de krachten op ditzelfde deel door het regter uitgeoefend, zich laat herleiden tot een onderzoek in het vlak van symmetrie. De zes algemeene evenwigtsvergelijkingen in de ruimte worden daardoor tot drie teruggebragt.

Verder, dat in den oorspronkelijken of onbelasten toestand de lengteas van den ligger (dat is de in het symmetrievlak te bepalen lijn, die de meetkundige plaats is van de zwaartepunten der normaal op die lijn zelve aan te brengen dwarsdoorsneden) in ieder punt slechts een geringen hoek maakt met eene als abscissenas aan te nemen, en positief van links naar regts te tellen, lijn $0X$.

Vervolgens, dat de uitwendige krachten, hetzij volkomen, hetzij ten naastenbij, evenwijdig zijn aan eene as $0Y$ (positief van beneden naar boven) loodregt op $0X$ genomen, in dier voege, dat de projectien dier krachten op eenige raaklijn der lengteas mogen verwaarloosd worden.

Eindelijk, dat de vormverandering van den ligger uitsluitend als eene doorbuiging mag beschouwd worden, zonder dat het noodig is te letten op de daarmede gepaard gaande afschuiving; met andere woorden, dat in de van nu af ter vereenvoudiging van de behandeling en zonder inbreuk overigens op de algemeenheid der uitkomsten, aan te nemen onderstelling dat de dwarsdoorsnede, die den ligger in twee deelen scheidt, normaal op de lengteas is, overbodig wordt diegene der drie bovenbedoelde vergelijkingen, die het evenwigt uitdrukt der projectien op de dwarsdoorsnede, van alle op het linker deel van den ligger werkende krachten.

In de omschreven onderstellingen bepalen zich de te bezigen evenwigtsvoorwaarden tot deze beiden: 1°. dat de ontbondenen, loodregt op de dwarsdoorsnede, van de krachten op het linker deel door het regter uitgeoefend, een koppel vormen; 2°. dat dit koppel gelijk en tegengesteld is aan dat, ontstaande door de op het linker deel werkende uitwendige krachten even-

wijdig aan zich zelve naar het zwaartepunt der dwarsdoorsnede over te brengen.

Men stelle zich thans eene schijf voor, begrepen tusschen de reeds aangebragte dwarsdoorsnede en eene andere op oneindig kleinen afstand links daarvan.

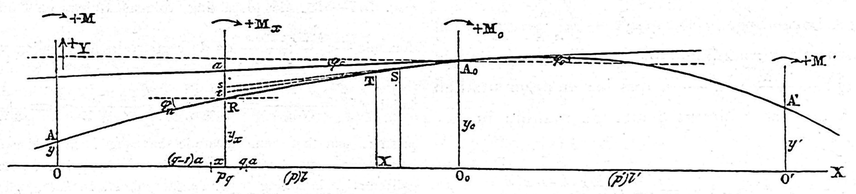
Geheel op de bekende wijze en in de gewone onderstellingen voor een prismatisch ligchaam wordt dan uit de beschouwing van deze schijf door de eerste voorwaarde afgeleid, dat de lengteas bij de vormverandering van den ligger geene uitrekking of zamendrukking ondergaat en dus zamenvalt met de zoogenaamde neutrale vezel.

Men noeme verder, ten opzigte van de reeds ingevoerde regthoekige coordinatenassen, x de abscis van het regter uiteinde der lengteas van het linker deel van den ligger, welke abscis alzoo in den onbelasten en in den belasten toestand met voldoende benadering dezelfde blijft, terwijl dx voor de lengte der elementaire schijf te nemen is; y_1 de ordinaat aldaar in den onbelasten toestand; y_2 de gewijzigde ordinaat ten gevolge van het opleggen op de steunpunten in verband met het aanbrengen der belastingen; $y_x = y_2 - y_1$ de ondervonden rijzing, en wijders M_x het moment (positief genomen indien het bovenom van links naar regts werkt) der uitwendige kraehten op het linker deel ten opzigte van het punt (x, y_1) of (x, y_2), W het traagheidsmoment der dwarsdoorsnede ten opzigte van eene as door haar zwaartepunt loodregt op het symmetrievlak, E de veranderlijke of constante elasticiteitsmodulus aldaar.

Weder even als voor een prisma volgt dan uit de tweede evenwigtsvoorwaarde, dat de verkleining δ, welke de (positieve of negatieve) hoek der (naar beneden of naar boven zamenloopende) grensvlakken van de elementaire schijf ondervindt bij den overgang van den oorspronkelijken tot den belasten toestand, bepaald wordt door $WE\frac{\delta}{dx} = M_x$: die verkleining is dus onafhankelijk, zoowel van de oorspronkelijke grootte van dezen hoek zelf, als van de wijze van veranderlijkheid van alle dwarsdoorsneden buiten de schijf. Maar de hoek dezer grensvlakken is aanvankelijk gelijk aan de negatieve differentiaal van den hoek, dien de normaal in (x, y_1) ter linkerzijde met de as OY maakt, dat is gelijk $-d.\frac{dy_1}{dx}$, daarna evenzoo gelijk $-d.\frac{dy_2}{dx}$, dus ook de verkleining $\delta = -d.\frac{dy_1}{dx} + d.\frac{dy_2}{dx} = \frac{d^2(y_2-y_1)}{dx} = \frac{d^2 y_x}{dx}$

Zoodat de tweede evenwigtsvoorwaarde de grondformule $\frac{d^2 y_x}{dx^2} = \frac{M_x}{WE}$ oplevert, geldig onverschillig waar ook de dwarsdoorsnede van den ligger wordt genomen.

Bij het gebruik dat verder van deze formule zal worden gemaakt kan men opmerken dat, terwijl de berekening van W voor eenige doorsnede afhangt van de plaats van haar zwaartepunt en dus naauw zamenhangt met het gebruik van de lengteas, men zich, wat het eerste lid $\frac{d^2 y_x}{dx^2}$ betreft, van die lengteas geheel vrij kan maken. Immers daarin komen geenszins de ordinaten y_1 en y_2 zelve van de lengteas, maar alleen haar verschil y_x voor, een verschil dat wegens de onderstelde onvervormbaarheid en bijna evenwijdigheid der dwarsdoorsneden de door eene doorsnede in haar geheel ondervonden rijzing aangeeft. Niets verhindert dus om voortaan de ordinaten y_x, onafhankelijk van de lengteas, op te vatten als de rjzingen, welke de in den onbelasten toestand in de as $0X$ gelegen punten van den ligger bij de doorbuiging ondergaan: met andere woorden, y_x te gebruiken als ordinaten van de zoogenaamde elastische lijn, waarin de as $0X$ is overgegaan. Voor de steunpunten van den ligger moeten deze ordinaten als gegevens, voor tusschenpunten als onbekenden beschouwd worden. Het is van belang op deze beteekenis der ordinaten y_x bedacht te blijven. Alleen voor het geval van een ligger met oorspronkelijk regte lengteas zou dus, indien deze als as $0X$ aangenomen was, de bedoelde elastische lijn de doorgebogen lengteas zelve zijn: de gevonden formule is in dat geval dezelfde als de bekende uitdrukking $r = \frac{dx}{\delta} = \frac{WE}{M_x}$ voor den kromtestraal der met de neutrale vezel zamenvallende doorgebogen lengteas.



Uit die formule $\frac{d^2 y_x}{d x^2} = \frac{M_x}{W E}$ nu volgt door integratie, indien men voor het punt A der elastische lijn $A A_o A'$ of voor $x = 0$, de ordinaat en het moment door de enkele letters y en M, en voor eenig bepaald punt A_o of voor $x = A A_o = l$, door y_o en M_o voorstelt (welke notatie, ofschoon voor het oogenblik minder regelmatig, voor het later volgend onderzoek het meest geschikt schijnt), terwijl in dit laatste punt de hellingshoek $\frac{d y_o}{d x}$ gelijk φ_o moge zijn,

$$\frac{d y_x}{d x} - \varphi_o = \int_l^x \frac{M_x \, d x}{W E},$$

en hieruit weder

$$(y_x - y) - \varphi_o \, x = \int_o^x d x \int_l^x \frac{M_x \, d x}{W E} =$$

$$= x \int_l^x \frac{M_x \, d x}{W E} - \int_o^x \frac{M_x \, . \, x \, d x}{W E},$$

als vergelijking van de elastische lijn.

En deze geeft voor $x = l$, waardoor de eerste integraal in het tweede lid verdwijnt,

$$(y_o - y) - \varphi_o \, l = - \int_o^l \frac{M_x \, . \, x \, d x}{W E}, \quad . \quad . \quad (1)$$

dat is, in aanmerking genomen dat ook de oorsprong geheel willekeurig gekozen is, eene formule voor de doorbuiging tusschen twee willekeurige punten.

Alvorens verder met het gebruik van deze formule voort te gaan kan men opmerken dat zij, even als de vergelijking der elastische lijn zelve, ook regtstreeks uit de beschouwing der figuur had kunnen worden afgeleid door uit te drukken dat het verschil der hoeken, die eenige koorde $A A_o$ van de elastische lijn en de raaklijn in een uiteinde A_o dier koorde met de as $O X$ maken, gelijk is aan den hoek van koorde en raaklijn onderling. Past men dit namelijk eerst toe op het gedeelte $R A_o$ begrepen tusschen de abscissen x en l, en stelt men daartoe nog de abscis van eenig tusschengelegen punt S der elastische lijn door X voor, dan wordt voor twee opvolgende punten S en T de hoek ϑ der raaklijnen, die in den onbelasten toestand of voor $O X$ gelijk nul was, volgens het boven opgemerkte gelijk $- \frac{M_X \, d X}{W E}$, dus het stuk $s t$ door deze raaklijnen op de ordinaat van R afgesneden gelijk $- \frac{M_X (X - x) \, d X}{W E}$, dus de som dezer stukken tusschen R en het snijpunt a met de raaklijn in A_o, dat is $R a$ of

$$(y_o - y_x) - \varphi_o \, (l - x) = - \int_x^l \frac{M_X (X - x) \, d X}{W E}.$$

Substitueert men nu, nadat deze integraal is uitgewerkt, daarin

$$x = 0, \, y_x = y,$$

dan komt:

$$(y_o - y) - \varphi_o \, l = - \int_o^l \frac{M_X \, . \, X \, d X}{W E},$$

dat is, behoudens het op de waarde der bepaalde integraal buiten invloed blijvende verschil in notatie der veranderlijke X of x, de formule (1). Deze formule op zich zelve zou dus onmiddellijk gevonden zijn door de bovenstaande opmerking regtstreeks ten aanzien van het geheele gedeelte $A A_o$ in plaats van $R A_o$ te maken. Maar nu zij als bijzonder geval van de voorgaande formule te voorschijn is gekomen, geeft beider verschil nog:

$$(y_x - y) - \varphi_o \, x = \int_x^l \frac{M_X (X - x) \, d X}{W E} - \int_o^l \frac{M_X \, . \, X \, d X}{W E} =$$

$$= - x \int_x^l \frac{M_X \, d X}{W E} - \int_o^x \frac{M_X \, . \, X \, d X}{W E},$$

dat is weder de bovengevonden vergelijking der elastische lijn. En op deze wijze blijkt alzoo tevens, hoe niet alleen de doorbuiging, maar ook de elastische lijn zelve, voor bekende waarden van de momenten M_X te vinden is door ééne enkele integratie (in het geval der elastische lijn trouwens gevolgd door eene substitutie en eene aftrekking), in plaats van de twee opvolgende bij de gewone rekenwijze noodige integratiën (*)

Na deze uitweiding overgaande tot de toepassing van de formule (1) op twee aanéénsluitende gedeelten $A_o A$ en $A_o A'$, verkrijgt men, de verschillende grootheden voor het regter gedeelte voorstellende door dezelfde letters als voor het linker met bijvoeging van een accent, zoodat M'_x, W' en E' betrekking hebben op een punt op een afstand x links van O', en opmerkende dat bij dien overgang de hellingshoek φ_o alleen van teeken omkeert en dus onmiddellijk kan worden geëlimineerd, de nieuwe formule

(*) In Navier, *Résumé des leçons sur l'application de la mécanique*, 1ère Partie, 1ère Section, 3e Ed., par de St. Venant, 1864, vindt men in de noten op pag. 72 en 79—80 en in 1er *Appendice*, pag. 517—518, de toepassing volgens Duleau en Poncelet van de formule $- \int_o^l \frac{M_x \, . \, x \, d x}{W E}$ op de regtstreeksche bepaling van de doorbuiging $\int_o^l \frac{P x \, . \, x \, d x}{W E} = \frac{P l^3}{3 W E}$ of $\int_o^l \frac{\frac{1}{2} p x^2 \, . \, x \, d x}{W E} = \frac{p l^4}{8 W E}$ van een prisma, aan het eene uiteinde bevestigd, en onder de werking, hetzij van eene kracht P op het andere uiteinde, hetzij van eene gelijkmatige belasting p per lengteeenheid. In dat geval is namelijk W E constant en $M_x = - P x$ of $= - \frac{1}{2} p x^2$.

$$\frac{y - y_o}{l} + \frac{y' - y_o}{l'} = \frac{1}{l} \int_o^l \frac{M_x \, . \, x \, d x}{W E} + \frac{1}{l'} \int_o^{l'} \frac{M'_x \, . \, x \, d x}{W' E'}, \quad (2)$$

die weder deze eenvoudige beteekenis heeft, dat de uitwendige hoek van twee koorden der elastische lijn gelijk is aan de som der hoeken van die koorden wederzijds met de raaklijn in haar gemeenschappelijk uiteinde.

Deze formule is nu geldig voor drie geheel willekeurige punten der elastische lijn, en onverschillig wat de wijze van ondersteuning en belasting zij en welke veranderingen de dwarsdoorsnede en de elasticiteitsmodulus ondergaan.

Past men haar evenwel meer bepaaldelijk toe onder de uitdrukkelijke voorwaarde dat, ieder dezer drie punten A, A_o en A' naar willekeur een steunpunt of een tusschenpunt zijnde, tusschen het middelste en ieder der uitersten geene verdere steunpunten worden gevonden of onbekende krachten aangrijpen, dan is het niet moeijelijk daaruit eene betrekking tusschen de momenten in drie zulke punten, tusschen hunne ordinaten en de verdere gegevens af te leiden.

Tot die berekening overgaande, stelle men de resultante van alle links van A werkende krachten, nadat zij naar A zijn overgebragt, met inbegrip der reactie in A zelf, indien dit een steunpunt is, door Y voor, zoodat Y (die positief zal genoemd worden indien zij werkt van beneden naar boven) de afschuivende kracht beteekent door het gedeelte links uitgeoefend op het gedeelte regts, in de doorsnede onmiddellijk regts van A; en wijders de belasting per lengteëenheid voor een punt tusschen A en R met een abscis X, door p en het moment der belasting van $A R$ ten opzigte van R door $N_x = \int_o^x p \, (x - X) \, d X$ (hetgeen dus, zoodra p gegeven is, eene bekende functie van x is), dan heeft men $M_x = M + Y x - N_x$, en hieruit als bijzonder geval voor $x = l$, waarbij $N_l = \int_o^l p \, (l - X) \, d X$ behoort: $M_o = M + Y l - N_l$.

Juist ten gevolge van de onderstelling, dat tusschen A en A_o geen steunpunt voorkomt, kan men nu tusschen deze waarden van M_x en M_o de onbekende afschuivende kracht Y elimineren, waardoor komt:

$$M_x \, . \, l = M \, (l - x) + M_o \, . \, x - N_x \, . \, l + N_l \, . \, x \quad . \quad (3)$$

Deze waarde, even als de overeenkomstige voor M'_x, substituerende in (2), verkrijgt men voor de bedoelde betrekking tusschen drie opvolgende momenten en ordinaten:

$$\frac{y - y_o}{l} + \frac{y' - y_o}{l'} = \frac{1}{l^2} \left\{ M \int_o^l \frac{x \, (l - x) \, d x}{W E} + \right.$$

$$+ M_o \int_o^l \frac{x^2 \, d x}{W E} - l \int_o^l \frac{N_x \, . \, x \, d x}{W E} + N_l \int_o^l \frac{x^2 \, d x}{W E} \Big\} +$$

$$+ \frac{1}{l'^2} \left\{ M' \int_o^{l'} \frac{x (l' - x) \, d x}{W' E'} + M_o \int_o^{l'} \frac{x^2 \, d x}{W' E'} - l' \int_o^{l'} \frac{N'_x \, . \, x \, d x}{W' E'} + \right.$$

$$\left. + N'_{l'} \int_o^{l'} \frac{x^2 \, d x}{W' E'} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

die voor het geval van vloeijende verandering van doorsnede en belasting onder dezen vorm is aan te houden.

Is bij voorbeeld de belasting voor ieder gedeelte $A_o A$ en $A_o A'$ gelijkmatig, of p en p' constant, waardoor

$$N_x = p \int_o^x (x - X) \, d X = \frac{1}{2} p x^2, \, N_l = \frac{1}{2} p l^2, \text{ en}$$

dus $M_x \, . \, l = M \, (l - x) + M_o \, x + \frac{1}{2} p \, l \, x \, (l - x)$. (3') wordt, dan gaat (4) over in:

$$\frac{y - y_o}{l} + \frac{y' - y_o}{l'} = \frac{1}{l^2} \left\{ M \int_o^l \frac{x (l - x) \, d x}{W E} + M_o \int_o^l \frac{x^2 \, d x}{W E} + \right.$$

$$+ \frac{1}{2} p \, l \left. \int_o^l \frac{x^2 \, (l - x) \, d x}{W E} \right\} + \frac{1}{l'^2} \left\{ M' \int_o^{l'} \frac{x \, (l' - x) \, d x}{W' E'} + \right.$$

$$\left. + M_o \int_o^{l'} \frac{x^2 \, d x}{W' E'} + \frac{1}{2} p' \, l' \int_o^{l'} \frac{x^2 \, (l' - x) \, d x}{W' E'} \right\} \quad . \quad . \quad (4')$$

Wil men daarentegen de berekening uitvoeren voor het geval van niet vloeijende verandering van doorsnede, dan stelle men zich voor dat het gedeelte $A A_o = l$ in m gelijke vakken $a = \frac{l}{m}$ is ingedeeld, die ieder constante doorsnede en elasticiteitsmodulus hebben. Noemende dan q het rangnummer van een dezer vakken, te rekenen van A, en dus begrensd tusschen $(q - 1) \, a$ en $q \, a$, en in aanmerking nemende dat de elastische lijnen voor de opvolgende vakken telkens rakend aan elkander sluiten, heeft men voor dit geval in (2) ieder der doorgaande integratien te splitsen in eene integratie voor ieder vak, gevolgd door sommatie over alle vakken, dat is, indien men ter onderscheiding voor het $q$de vak W en E vervangt door W_q en E_q, te substitueren

$$\int_o^l \frac{M_x \, . \, x \, d x}{W E} = \Sigma_1^m \cdot \frac{1}{W_q E_q} \int_{(q-1)a}^{q a} M_x \, . \, x \, d x.$$

Bepaalt men zich hier vooreerst tot de onderstelling van constante belasting voor ieder gedeelte, dan komt volgens (3'), indien men $l = m a$ substitueert en ter bekorting $q_2 = q^2 - (q - 1)^2$, $q_3 = q^2 - (q - 1)^3$, $q_4 = q^4 - (q - 1)^4$ invoert:

$$\int_o^l \frac{M_x \, . \, x \, d x}{W E} = \frac{1}{l} \, \Sigma_1^m \frac{1}{W_q E_q} \int_{(q-1)a}^{q a} \Big\{ M x \, (l - x) + M_o \, x^2 +$$

$$+ \frac{1}{2} p \, l \, x^2 \, (l - x) \Big\} \, d x =$$

$$= \frac{1}{l}\,\Sigma_1^m \frac{\left[\mathrm{M}\left(\frac{1}{2}lx^2 - \frac{1}{3}x^3\right) + \frac{1}{3}\mathrm{M}_o x^3 + \frac{1}{2}p\,l\left(\frac{1}{3}lx^2 - \frac{1}{4}x^4\right)\right]_{(q-1)a}^{qa}}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q}$$

$$= \frac{a^2}{24\,m}\,\Sigma_1^m \frac{4\,\mathrm{M}(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,\mathrm{M}_o\,q_3 + p\,m\,a^2\,(4\,m\,q_3 - 3\,q_4)}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} \quad (5)$$

Deze waarde en de overeenkomstige voor het regtergedeelte $A_o A'$ overbrengende in (2), verkrijgt men dus voor dit geval:

$$\frac{y-y_o}{l} + \frac{y'-y_o}{l'} = \frac{a}{24\,m^2}\,\Sigma_1^m \frac{4\,\mathrm{M}(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,\mathrm{M}_o\,q_2 + p\,m\,a^2\,(4\,m\,q_2 - 3\,q_4)}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} +$$

$$+ \frac{a'}{24\,m'^2}\,\Sigma_1^{m'} \frac{4\,\mathrm{M}'(3\,m'\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,\mathrm{M}_o\,q_2 + p'\,m'\,a'^2\,(4\,m'\,q_2 - 3\,q_4)}{\mathrm{W}'_q\,\mathrm{E}'_q} \quad \ldots\ldots\ (4'')$$

Is in het thans bedoelde geval van discontinuiteit bovendien de belasting veranderlijk van vak tot vak, b. v. voor het $q$de vak gelijk p_q, dan wordt de berekening, ofschoon altijd steunende op de betrekking (2), iets meer zamengesteld. Men heeft alsdan het moment

$$\mathrm{N}_x = \int_o^x p\,(x - \mathrm{X})\,d\,\mathrm{X}$$

voor eenig punt van het $q$de vak te vervangen door

$$\mathrm{N}_x = p_1\,a\left(x - \frac{a}{2}\right) + p_2\,a\left(x - \frac{3\,a}{2}\right) + p_3\,a\left(x - \frac{5\,a}{2}\right) +$$

$$\text{enz.} + p_{q-1}\,a\left(x - \frac{(2\,q-3)\,a}{2}\right) + \frac{1}{2}\,p_q\left\{x - (q-1)\,a\right\}^2,$$

of voerende ter bekorting in:

$$\mathrm{P} = p_1 + p_2 + p_2 + \text{enz.} + p_{q-1},$$

$$\overset{q-1}{\mathrm{P}_1} = p_1 + 3\,p_2 + 5\,p_3 + \text{enz.} + (2\,q-3)\,p_{q-1},$$

$$\overset{q}{\mathrm{P}_m} = p_m + 3\,p_{m-1} + 5\,p_{m-2} + \text{enz.} + (2\,m - 2\,q + 1)\,p_q$$

en $x - (q-1)\,a = x_q$,

door $\mathrm{N}_x = \mathrm{P}\,a\,x - \frac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2 + \frac{1}{2}\,p_q\,x_q^2$,

terwijl $\mathrm{N}_l = p_1\,a\left(m\,a - \frac{a}{2}\right) + p_2\,a\left(m\,a - \frac{3\,a}{2}\right) +$

$$+ p_3\,a\left(m\,a - \frac{5\,a}{2}\right) + \text{enz.} + \tfrac{3}{2}\,p_{m-1}\,a^2 + \tfrac{1}{2}\,p_m\,a^2 =$$

$$= \tfrac{1}{2}\left\{p_m + 3\,p_{m-1} + 5\,p_{m-2} + \text{enz.} + (2\,m-1)\,p_1\right\}a^2 =$$

$$= \tfrac{1}{2}\left(\overset{q}{\mathrm{P}_m} + 2\,m\,\mathrm{P} - \overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\right)a^2 \text{ wordt.}$$

Daardoor gaat (3) over in:

$$\mathrm{M}_x \,.\, l = \mathrm{M}\,(m\,a - x) + \mathrm{M}_o\,x - \left(\mathrm{P}\,a\,x - \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2 + \tfrac{1}{2}\,p_q\,x_q^2\right)m\,a +$$

$$+ \tfrac{1}{2}\left(\overset{q}{\mathrm{P}_m} + 2\,m\,\mathrm{P} - \overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\right)a^2\,x = \left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)(m\,a - x) +$$

$$+ \left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)x - \tfrac{1}{2}\,m\,a \,.\, p_q\,x_q^2, \text{ en komt:}$$

$$\int_o^l \frac{\mathrm{M}_x \,.\, x\,dx}{\mathrm{W\,E}} = \Sigma_1^m \frac{1}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} \int_{(q-1)a}^{qa} \mathrm{M}_x \,.\, x\,d\,x = \frac{1}{l}\,\Sigma_1^m \frac{1}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q}\left[\int_{(q-1)a}^{qa}\left\{\left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)x\,(m\,a - x) + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)x^2\right\}d\,x - \tfrac{1}{2}\,m\,a \,.\, p_q \int_o^a x_q^2\left\{x_q + (q-1)\,a\right\}d\,x_q\right] =$$

$$= \frac{1}{m\,a}\,\Sigma_1^m \frac{\left[\left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)\left(\tfrac{1}{2}\,m\,a\,x^2 - \tfrac{1}{3}\,x^3\right) + \tfrac{1}{3}\left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)x^3\right]_{(q-1)a}^{qa} - \tfrac{1}{2}\,m\,a \,.\, p_q\left\{\tfrac{1}{4}\,a^4 + (q-1)\,a \,.\, \tfrac{1}{3}\,a^3\right\}}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} =$$

$$= \frac{a^2}{24\,m}\,\Sigma_1^m \frac{4\left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)q_3 - m\,a^2\,(4\,q-1)\,p_q}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} \quad \ldots\ldots\ (5')$$

waardoor eindelijk de betrekking tusschen de drie momenten in dit geval wordt:

$$\frac{y-y_o}{l} + \frac{y'-y_o}{l'} = \frac{a}{24\,m^2}\,\Sigma_1^m \frac{4\left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)q_3 - m\,a^2\,(4\,q-1)\,p_q}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} +$$

$$+ \frac{a'}{24\,m'^2}\,\Sigma_1^{m'} \frac{4\left(\mathrm{M}' + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a'^2\right)(3\,m'\,q_2 - 2\,q_3) + 8\left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_{m'}}\,a'^2\right)q_3 - m'\,a'^2\,(4\,q-1)\,p'_q}{\mathrm{W}'_q\,\mathrm{E}'_q} \quad \ldots\ldots\ (4''')$$

Wilde men uit deze betrekking weder de voorgaande (4'') voor de constante belasting als bijzonder geval te voorschijn zien komen, dan zou door $p_1 = p_2 = \text{enz.} = p_m = p$ te stellen, $\overset{q-1}{\mathrm{P}_1} = (q-1)^2\,p$ en $\overset{q}{\mathrm{P}_m} = (m - q + 1)^2\,p$ worden, waardoor de teller van de breuk achter het eerste sommatieteeken wordt:

$$4\,\mathrm{M}(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,\mathrm{M}_o\,q_3 + p\,a^2\left\{2\,(q-1)^2(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + \right.$$

$$\left. + 4\left\{m - (q-1)\right\}^2 q_3 - m\,(4\,q-1)\right\}.$$

De beide eerste termen stemmen hier reeds overeen met die van den overeenkomstigen teller in (4''), terwijl de laatste zich laat herleiden tot:

$$p\,m\,a^2\left\{6\,(q-1)^2\,q_2 + 4\,m\,q_3 - 8\,(q-1)\,q_3 - (4\,q-1)\right\}.$$

Om dezen vorm verder te vereenvoudigen kan men gebruik maken van de opmerking, dat de reeds boven gemakshalve in x_q berekende bepaalde integraal, namelijk

$$\int_o^a x_q^2\left\{x_q + (q-1)\,a\right\}d\,x_q = \tfrac{1}{4}\,a^4 + (q-1)\,a \,.\, \tfrac{1}{3}\,a^3 =$$

$$= \frac{a^4}{12}\,(4\,q-1), \text{ daarentegen, indien men de berekening in } x \text{ had uitgevoerd, den vorm}$$

$$\int_{(q-1)a}^{qa}\left\{x - (q-1)\,a\right\}^2 x\,d\,x = \left[\tfrac{1}{4}\,x^4 - 2\,(q-1)\,a \,.\, \tfrac{1}{3}\,x^3 + \right.$$

$$\left. + (q-1)^2\,a^2 \,.\, \tfrac{1}{2}\,x^2\right]_{(q-1)a}^{qa} = \frac{a^4}{12}\left\{3\,q_4 - 8\,(q-1)\,q_3 + 6\,(q-1)^2 q_2\right\}$$

zou hebben aangenomen. De gelijkstelling van deze twee uitkomsten geeft tusschen q, q_2, q_3, q_4 de betrekking $3\,q_4 - 8\,(q-1)\,q_3 + 6\,(q-1)^2\,q_2 = 4\,q - 1$, door middel waarvan de gevonden vorm overgaat in $p\,m\,a^2\,(4\,m\,q_3 - 3\,q_4)$, zoodat hiermede werkelijk de eerste term van het tweede lid van (4''), en dan ook deze betrekking in haar geheel, is teruggevonden.

Zooals boven reeds gezegd is, al de gevonden formulen (4), (4'), (4'') en (4''') kunnen betrekking hebben op de momenten en de ordinaten van drie willekeurige punten der elastische lijn, die ieder hetzij een steunpunt, hetzij eenig tusschenpunt kunnen zijn, zoo slechts deze ééne voorwaarde wordt in acht genomen, dat tusschen het middelste en ieder der uiterste punten zich geene steunpunten mogen bevinden, of geene onbekende krachten mogen aangrijpen (in welk geval namelijk de gevonden betrekkingen door nog meer zamengestelde zouden moeten vervangen worden). Onder de uitgebragte vormen is elke van die formulen, al naar gelang van de wijze van belasting, meer in het bijzonder toe te passen op drie opvolgende steunpunten of twee opvolgende door den ligger overspannen openingen, als wanneer daarin telkens alleen de drie momenten M, M_o, M' als onbekenden voorkomen. En om deze momenten voor alle steunpunten van den ligger te berekenen, is dan ook niet anders noodig dan de toepassing van eene dier formulen op de verschillende groepen van drie opvolgende steunpunten, waardoor men een aantal lineaire vergelijkingen verkrijgt, bedragende twee minder dan het aantal onbekenden, en waarvan de oplossing, met inachtneming dat de beide uiterste momenten gelijk nul zijn, alle overige momenten doet vinden.

Wil men omgekeerd de gevonden formulen doen dienen om (nadat de momenten voor de steunpunten berekend zijn) de ordinaat van eenig tusschenpunt R der elastische lijn te bepalen, dan is het daartoe voldoende de formule (2) toe te passen op de gedeelten tusschen zoodanig punt en de wederzijdsche steunpunten A en A_o. Die toepassing bewerkstelligende in (1), waaruit (2) is afgeleid, kan men (zonder dat het noodig is zich bezig te houden met het nog onbekende moment in het beschouwde tusschenpunt zelf) daarin voor M_x de waarde (3) of (3') in functie van de reeds gevonden momenten voor de wederzijdsche steunpunten aanhouden. Stel bij voorbeeld, om wat dit vraagstuk betreft met het meest algemeene geval te beginnen, dat y_n de ordinaat is van het uiteinde van het $n$de der m gelijke vakken, gerekend van A, waarin $A\,A_o$ is ingedeeld, en dat dus $n\,a$ en $(m-n)a$ de afstanden van dit punt tot A en tot A_o zijn, dan geeft (1) onmiddellijk, door alleen den hellingshoek φ_o voor A_o te vervangen door den hoek φ_n voor het tusschenpunt, door de integratie of sommatie uit te strekken van $x = o$ tot $x = n\,a$ in plaats van tot $l = m\,a$, en door overigens gebruik te maken van het resultaat der bewerking waardoor (5') gevonden is:

$$(y_n - y) - \varphi_n \,.\, n\,a = -\frac{a^2}{24\,m}\,\Sigma_1^n \frac{4\left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)q_3 - m\,a^2\,(4\,q-1)\,p_q}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q}$$

Deze tot het linker gedeelte betrekkelijke formule geeft dadelijk als overeenkomstige voor het regter gedeelte, door y, M, M_o, φ_n, n, W_q, $\mathrm{E}_{q'}$, $p_{q'}$, $\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}$ en $\overset{q}{\mathrm{P}_m}$ te vervangen door:

$$y_o,\ \mathrm{M}_o,\ \mathrm{M},\ -\varphi_n,\ m-n,\ \mathrm{W}_{o(q)},\ \mathrm{E}_{o(q)},\ p_{o(q)} = p_{m-q+1},\ \overset{q-1}{\mathrm{P}_1} = p_m + 3\,p_{m-1} + 5\,p_{m-2} + \text{enz.} +$$

$$+ (2\,q-3)\,p_{m-q+2} = \overset{m-q+2}{\mathrm{P}_m} \text{ en } \overset{q}{\mathrm{P}_o} = p_1 + 3\,p_2 + 5\,p_3 + \text{enz.} + (2\,m - 2\,q + 1)\,p_{m-q+1} = \overset{m-q+1}{\mathrm{P}_1},$$

$$(y_n - y_o) + \varphi_n \,.\, (m-n)\,a = -\frac{a^2}{24\,m}\,\Sigma_1^{m-n} \frac{4\left(\mathrm{M}_o + \tfrac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}_1}\,a^2\right)(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\left(\mathrm{M} + \tfrac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}_m}\,a^2\right)q_3 - m\,a^2\,(4\,q-1)\,p_{o(q)}}{\mathrm{W}_{o(q)}\,\mathrm{E}_{o(q)}}.$$

Twee vergelijkingen alzoo met twee onbekenden ϕ_n en y_n. Hare aftrekking zou onmiddellijk den hellingshoek ϕ_n doen kennen. En de optelling, na vermenigvuldiging respectievelijk met $\frac{m-n}{m}$ en $\frac{n}{m}$, waardoor die hoek geelimineerd wordt, geeft voor de ordinaat y_n de formule:

$$y_n = \frac{(m-n)\,y + n\,y_o}{m} - \frac{a^2}{24\,m^2}\left\{(m-n)\,\Sigma_1^n \frac{4\,(\mathrm{M} + \frac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}}_1\,a^2)\,(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,(\mathrm{M}_o + \frac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}}_m\,a^2)\,q_3 - m\,a^2\,(4\,q-1)\,p_q}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} + \right.$$

$$\left. + n\,\Sigma_1^{m-n} \frac{4\,(\mathrm{M}_o + \frac{1}{2}\overset{q-1}{\mathrm{P}}_1\,a^2)\,(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,(\mathrm{M} + \frac{1}{2}\overset{q}{\mathrm{P}}_m\,a^2)\,q_3 - m\,a^2\,(4\,q-1)\,p_{o(q)}}{\mathrm{W}_{o(q)}\,\mathrm{E}_{o(q)}}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6''')$$

In deze formule is weder als bijzonder geval opgesloten de navolgende, die men voor constante belasting over de geheele opening $A\,A_o$ verkrijgt, hetzij door daarin op dezelfde wijze als boven $p_1 = p_2 =$ enz. $= p_m = p$ te substitueren, hetzij regtstreeks uit (5) op dezelfde wijze als (6''') uit (5') gevonden is, namelijk:

$$y_n = \frac{(m-n)\,y + n\,y_o}{m} - \frac{a^2}{24\,m^2}\left\{(m-n)\,\Sigma_1^n \frac{4\,\mathrm{M}\,(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,\mathrm{M}_o\,q_3 + p\,m\,a^2\,(4\,m\,q_2 - 3\,q_4)}{\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q} + \right.$$

$$\left. + n\,\Sigma_1^{m-n} \frac{4\,\mathrm{M}_o\,(3\,m\,q_2 - 2\,q_3) + 8\,\mathrm{M}\,q_3 + p\,m\,a^2\,(4\,m\,q_3 - 3\,q_4)}{\mathrm{W}_{o(q)}\,\mathrm{E}_{o(q)}}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6'')$$

En om te doen zien dat deze op hare beurt weder als bijzonder geval bevat de formule voor constante belasting, maar vloeijende verandering van doorsnede, kan men daarin de lengte a der gelijke vakken oneindig klein stellen, dat is invoeren $a = d\,x$, waardoor $q = \frac{x}{a}$ oneindig groot wordt, zoodat men q_2, q_3 en q_4 bij ontwikkeling volgens de magten van q mag afbreken bij hunne hoogste termen, namelijk $q_2 = 2\,q$, $q_3 = 3\,q^2$ en $q_4 = 4\,q^3$. In verband met $m = \frac{l}{a}$ worden dan de coëfficiënten in den teller van den eersten term van het tweede lid van (6'') als volgt:

$$3\,m\,q_2 - 2\,q_3 = 6\,q\,(m-q) = \frac{6\,x\,(l-x)}{a^2},$$

$$8\,q_3 = 24\,q^2 = \frac{24\,x^2}{a^2},$$

$$4\,m\,q_3 - 3\,q_4 = 12\,q^2\,(m-q) = \frac{12\,x^2\,(l-x)}{a^2}.$$ Bovendien is te substitueren $n = \frac{x}{a}$ en $m - n = \frac{l-x}{a}$, waardoor (6'') overgaat in:

$$y_x = \frac{(l-x)\,y + x\,y_o}{l} - \frac{1}{l^2}\left[(l-x)\left\{\mathrm{M}\int_o^x \frac{x\,(l-x)\,d\,x}{\mathrm{W}_x\,\mathrm{E}_x} + \right.\right.$$

$$+ \mathrm{M}_o \int_o^x \frac{x^2\,d\,x}{\mathrm{W}_x\,\mathrm{E}_x} + \tfrac{1}{2}\,p\,l\int_o^x \frac{x^2\,(l-x)\,d\,x}{\mathrm{W}_x\,\mathrm{E}_x}\Big\} +$$

$$+ x\left\{\mathrm{M}_o\int_o^{l-x} \frac{x\,(l-x)\,d\,x}{\mathrm{W}_{o(x)}\,\mathrm{E}_{o(x)}} + \mathrm{M}\int_o^{l-x} \frac{x^2\,d\,x}{\mathrm{W}_{o(x)}\,\mathrm{E}_{o(x)}} + \right.$$

$$\left.\left. + \tfrac{1}{2}\,p\,l\int_o^{l-r} \frac{x^2\,(l-x)\,d\,x}{\mathrm{W}_{o(x)}\,\mathrm{E}_{o(x)}}\right\}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6')$$

waarin namelijk W_x en E_x behooren bij eene doorsnede op een willekeurigen afstand x regts van O, $\mathrm{W}_{o(x)}$ en $\mathrm{E}_{o(x)}$ daarentegen bij eene doorsnede op een willekeurigen afstand x links van O_o.

Op overeenkomstige wijze had ook de momentenvergelijking (4') als bijzonder geval uit (4'') kunnen worden afgeleid.

Nog zou men onmiddellijk eene formule (6) voor de ordinaat y_x kunnen opschrijven, analoog aan de momenten-vergelijking (4). Deze meer algemeene formule (6) voor het geval van vloeijende verandering van doorsnede en willekeurige belasting, en de voorgaande (6'), zouden dan tevens te beschouwen zijn als uitkomsten van de substitutie van de waarde van het moment M_x, respectievelijk volgens (3) en volgens (3'), in de vergelijking:

$$\frac{y - y_x}{x} + \frac{y_o - y_x}{l-x} = \frac{1}{x}\int_o^x \frac{\mathrm{M}_x\,.\,x\,d\,x}{\mathrm{W}_x\,\mathrm{E}_x} + \frac{1}{l-x}\int_o^{l-x} \frac{\mathrm{M}_{o(x)}\,x\,d\,x}{\mathrm{W}_{o(x)}\,\mathrm{E}_{o(x)}} \text{ of}$$

$$y_x = \frac{(l-x)\,y + x\,y_o}{l} - \frac{1}{l}\left\{(l-x)\int_o^x \frac{\mathrm{M}_x\,.\,x\,d\,x}{\mathrm{W}_x\,\mathrm{E}_x} + \right.$$

$$\left. + x\int_o^{l-x} \frac{\mathrm{M}_{o(x)}\,x\,d\,x}{\mathrm{W}_{o(x)}\,\mathrm{E}_{o(x)}}\right\},$$

die men dadelijk verkrijgt door de formule (2), in plaats van op drie opvolgende steunpunten A, A_o, A', toe te passen op drie punten A, R, A_o, waarvan alleen de beide uitersten steunpunten zijn.

Heeft men eindelijk, behalve met constante belasting, te doen met een doorgaanden ligger, die voor iedere opening een constant traagheidsmoment en elasticiteitsmodulus oplevert, zoodat $\mathrm{W}_q\,\mathrm{E}_q = \mathrm{W}_x\,\mathrm{E}_x = \mathrm{W}_{o(l)}\,\mathrm{E}_{o(l)} = \mathrm{W}_{o(x)}\,\mathrm{E}_{o(x)} = \mathrm{W}\,\mathrm{E}$ en $\mathrm{W}'_q\,\mathrm{E}'_q = \mathrm{W}'\,\mathrm{E}'$ wordt, dan ondergaan, hetzij men gebruik wil maken van de formulen (4'') en (6''), hetzij van (4') en (6'), deze formulen eene groote vereenvoudiging, doordien nu de aangewezen sommatien of integratien kunnen worden uitgevoerd. In (4'') bij voorbeeld wordt de som

$$\Sigma_1^m q_2 = \Sigma_1^m \left\{q^2 - (q-1)^2\right\} = \left\{m^2 - (m-1)^2\right\} +$$

$$+ \left\{(m-1)^2 - (m-2)^2\right\} + \text{enz.} + (2^2 - 1^2) + (1^2 - 0^2) = m^2,$$

en evenzoo $\Sigma_1^m q_3 = m^3$ en $\Sigma_1^m q_4 = m^4$, dus de drie coëfficiënten $\Sigma_1^m (3\,m\,q_2 - 2\,q_3) = 3\,m\,\Sigma_1^m q_2 - 2\,\Sigma_1^m q_3 = m^3$, $8\,\Sigma_1^m q_3 = 8\,m^3$ en $\Sigma_1^m (4\,m\,q_3 - 3\,q_4) = m^4$, waardoor de eerste term van het tweede lid wordt

$$\frac{a\left\{4\,\mathrm{M}\,m^2 + 8\,\mathrm{M}_o\,m^3 + p\,m^5\,a^2\right\}}{24\,m^2\,\mathrm{W}\,\mathrm{E}} = \frac{l\,(\mathrm{M} + 2\,\mathrm{M}_o + \frac{1}{4}\,p\,l^2)}{6\,\mathrm{W}\,\mathrm{E}}$$

en daarmede de formule (4'') zelve:

$$\frac{y - y_o}{l} + \frac{y' - y_o}{l'} = \frac{l\,(\mathrm{M} + 2\,\mathrm{M}_o + \frac{1}{4}\,p\,l^2)}{6\,\mathrm{W}\,\mathrm{E}} + \frac{l'\,(\mathrm{M}' + 2\,\mathrm{M}_o + \frac{1}{4}\,p'\,l'^2)}{6\,\mathrm{W}'\,\mathrm{E}'}.$$

Voor (6'') is evenzoo $\Sigma_1^n q_2 = n^2$, $\Sigma_1^n q_3 = n^3$ en $\Sigma_1^n q_4 = n^4$, waardoor de term achter het eerste sommatieteeken wordt

$$n^2\,\frac{4\,\mathrm{M}\,(3\,m - 2\,n) + 8\,\mathrm{M}_o\,n + p\,m\,a^2\,n\,(4\,m - 3\,n)}{\mathrm{W}\,\mathrm{E}},$$

de volgende evenzoo behoudens verwisseling van n en $m - n$, M en M_o, en (6'') zelve na eenige herleiding:

$$y_x = \frac{(l-x)\,y + x\,y_o}{l} = \frac{x\,(l-x)}{6\,l\,\mathrm{W}\,\mathrm{E}}\left\{\mathrm{M}\,(2\,l - x) + \mathrm{M}_o\,(l + x) + \right.$$

$$\left. + \tfrac{1}{4}\,p\,l\,(l^2 + l\,x - x^2)\right\}.$$

Dezelfde uitkomsten vindt men uit (4') en (6').

Mei 1872.

VERTALINGEN.

VERSLAG OVER HET ONTWERPEN EN DEN AANLEG VAN GEMETSELDE DAMMEN, DOOR W. J. MACQUORN RANKINE, C.E., LL.D., F.R.S.

(*The Engineer*, January 5, 1872, p. 1.)

(Plaat 28, figuur 1.)

1. *Onderwerpen van het verslag.* — Ik heb naauwgezet overwogen het opstel, gedagteekend 10 December 1870, van den kapitein-ingenieur Fulloch, uitvoerend ingenieur der stadswerken te Bombay, over gemetselde dammen of waterkeerende muren van groote hoogte, en eveneens de opstellen over hetzelfde onderwerp in de *Annales des ponts et chaussées* van de heeren Graeff en Delocre (*). De laatst bedoelde heb ik zoowel in het oorspronkelijke als in de zeer getrouwe vertaling van den heer J. G. Fife nagegaan. Verder heb ik een wiskunstig onderzoek naar den geschikten vorm en de afmetingen voor dergelijke dammen ingesteld, waarvan de uitslag in het bijvoegsel van dit verslag is opgenomen.

2. *Bouwstof.* — De keus der bouwstof voor den waterkeerenden muur of dam moet, naar mijne meening, bepaald worden door de soort van grondslag. Die grondslag moet zoo mogelijk bestaan uit natuurlijke steen en zoo deze niet verkrijgbaar is uit vaste ondoordringbare aarde. Te betwijfelen is het of eenige aarden grondslag veilig en vertrouwbaar is, daar waar de waterdiepte meer dan 100 of 120 voet (30 of 36 M.) bedraagt. Een hoogen steenen dam op een aarden grondslag te bouwen is niet geraden; want de basis moet zoo breed genomen worden dat de daarover verdeelde drukking niet grooter zij dan de aarden fundering vermag te dragen; en dit brengt het verbruik mede van eene massa bouwstof, die, zoo zij uit metselwerk bestaat, tot bovenmatige kosten zal leiden.

3. *Wijze van bouwen.* — Bij een steenen grondslag is breuksteen en hydraulische mortel ontegenzeggelijk de beste bouwstof, en de meening van den heer Graeff, dat doorgaande lagen bij dergelijk metselwerk moeten vermeden worden, wordt ten volle door de ondervinding bevestigd, want de liggende voegen geven aanleiding tot doorzijpeling van water.

4. *Voorzorg.* — De onregelmatige zamenstelling van dit metselwerk maakt evenwel ongewone zorg en waakzaamheid bij het toezigt op den bouw noodig, om verzekerd te zijn dat elke steen geheel en dik in den mortel gelegd wordt, en dat nergens ledige holten in den muur overblijven, noch ruimten met enkel mortel worden gevuld waar steenen moesten gesteld zijn. Het volgieten der holten met dunnen mortel moet streng verboden worden. Wanneer in het voorvlak van den muur lange bindsteenen, met of zonder voorspringende einden tot

(*) Dit stuk is vertaald opgenomen in het *Tijdschrift* voor 1870—71, bladz. 134 en 206.

consoles, aangebragt worden, gelijk in den dam van de Furens, moeten deze steenen met de lange zijden niet horizontaal maar loodregt op het voorvlak van den muur gelegd worden.

5. *Regelen ter bepaling van het profil.* — De vorm van het profil van den muur kan in hoofdzaak naar gelijke regels bepaald worden, als in de reeds aangehaalde opstellen der fransche ingenieurs aangegeven en bij de dammen in de rivieren Furens en Ban in praktijk gebragt zijn; namelijk: de grootte der vertikale drukking op het binnenvlak van den muur mag nergens een zekere grens te boven gaan wanneer het bassin ledig is, en de grootte der vertikale drukking aan het buitenvlak van den muur mag nergens een zekere grens te boven gaan wanneer het bassin gevuld is.

6. *Grenzen der vertikale drukking.* — In de theoretische navorschingen van den heer Delocre en in de praktische voorbeelden door den heer Graeff bijgebragt wordt voor de grootte der vertikale drukking aan beide zijden van den muur dezelfde grens aangewezen. Mij komt het echter voor dat om de volgende redenen aan de buitenzijde of voorvlak een lagere grens dan aan de binnenzijde of achtervlak aan te nemen is. De rigting, waarin de drukking op eenig punt nabij het voor- of achtervlak van het metselwerk wordt uitgeoefend, is noodwendig evenwijdig aan die vlakken; en tenzij het vlak vertikaal zij, is de vertikale drukking, door de gewone formulen gevonden, niet de geheele drukking, maar slechts de vertikale component (*); en de geheele drukking gaat de vertikale te boven in eene verhouding die toeneemt naar mate de helling of de afwijking van het vlak van de vertikaal grooter is. Daar het voorvlak van den muur eene veel grootere helling heeft dan het achtervlak, zoo moet, zal het metselwerk van het voorvlak geen meerder wederstand hebben te bieden bij gevuld bassin dan dat van het achtervlak bij ledig bassin, een lagere grens aangenomen worden voor de hoegrootheid der vertikale drukking op het voorvlak dan voor die op het achtervlak.

7. *Het gewigt van den muur naar binnen te brengen.* — Het voorstel van den uitvoerenden ingenieur, om het gewigt van den muur verder binnenwaarts te brengen dan in de fransche ontwerpen, heeft ten doel de evengenoemde beginselen in toepassing te brengen en in zooverre keur ik het volledig goed en heb ik het gevolgd bij het ontwerpen van het profil, bij dit verslag gevoegd. (Zie plaat 28, figuur 1.)

8. *De muur niet binnenwaarts overhangen.* — Ik stem echter niet in met het voorstel van den uitvoerenden ingenieur, om het gewigt van den muur zoover binnenwaarts te brengen dat deze overhangt, want de meerdere stabiliteit tegen de horizontale drukking van het water, verkregen door den muur eene binnenwaarts overhangende helling te geven, komt niet overeen met het gansche gewigt van het overhangende metselwerk, maar slechts met het meerdere van dit gewigt boven dat van het verplaatste water; met andere woorden, omtrent de helft der werking van het gewigt der overhangende massa metselwerk ter vermeerdering der stabiliteit gaat verloren doordien het onder water staat; en vandaar dat de meerdere stabiliteit, verkregen door den muur binnenwaarts te doen overhellen, niet in verhouding is tot de meerdere belasting op de lagere deelen nabij het binnenvlak gebragt; en door de overhangende massa metselwerk zoo aan te brengen, dat eene eenparige vermeerdering van dikte van den muur verkregen wordt, verkrijgt men meer stabiliteit dan door eene binnenwaartsche overhelling.

9. *Bepaling van de grenzen der vertikale drukking.* — Bij de bepaling der grenzen voor de hoegrootheid der vertikale drukking aan de voor- en achtervlakken van den muur, in het bijgevoegde profil voorgesteld, heb ik niet getracht het aandeel te bepalen dat deze punten hebben te dragen volgens de leer der verdeeling van het gewigt van een vast ligchaam over een gegeven vlak, omdat de gegevens, waarop zulke theoretische bepaling zou hebben moeten berusten, te onzeker zijn. De volgende door mij gekozen grenzen zijn in de eerste plaats uitgedrukt in voeten (eng.) van eene vertikale kolom metselwerk, waarvan het gewigt wordt ondersteld gelijk te zijn aan de drukking, en zijn verder tot onderscheidene andere maten herleid.

Grenzen der vertikale drukking aan het	binnenvlak,	buitenvlak.
Eng. voeten metselwerk . . .	160	125
Eng. voeten water	320	250
Eng. ponden op den vierkanten eng. voet (ongeveer). . . .	20000	15625
M. metselwerk (ongeveer) . .	49	38
M. water (ongeveer)	98	76
K.G. op den vierkanten c.M². ongeveer)	9.8 (*)	7.6

Bij de keuze dezer beide grenzen ben ik geleid door de overweging der volgende feiten. Aan het binnenvlak, waar de rigting der drukking weinig van de vertikaal afwijkt, is het bij ondervinding gebleken dat metselwerk van breuksteen in sterken hydraulischen mortel en op eene goede fundering van natuurlijken steen, veilig eene vertikale drukking kan weerstaan, gelijk aan het gewigt van eene kolom metselwerk van 160 eng. voet (49 M.) hoog, zoo niet hooger. Voor het buitenvlak leeren de praktische gegevens, door den heer Graeff medegedeeld, dat metselwerk van dezelfde hoedanigheid aan het hellend buitenvlak van een dam veilig eene drukking kan weerstaan, waarvan de vertikale component, naar de gewone regels berekend, gelijk is aan het gewigt eener kolom van 125 eng. voet (38.5 M.) hoogte.

10. *Vermindering der vertikale drukking naar den voet der helling.* — Dezelfde redenen, welke er toe leiden dat de hoegrootheid van den vertikalen component der drukking kleiner moet zijn voor een hellend dan voor een vertikaal muurvlak, bewijzen eveneens dat deze hoegrootheid trapswijze naar het benedeneinde moet verminderen waar de helling trapswijze toeneemt. Bij den tegewoordigen stand onzer wetenschap zouden wij met zekerheid geene bepaalde theorie kunnen vestigen omtrent de wet welke deze vermindering moet volgen; daarom heb ik bij het ontwerpen der bijgevoegde schets gemeend praktische voorbeelden tot leiddraad te moeten nemen, en te kunnen volstaan met den regel der vermindering zoo aan te nemen, dat op de diepte van 150 eng. voet (47 M.) beneden de kruin, de hoegrootheid van den vertikalen component der drukking aan het buitenvlak ongeveer gelijk is aan die op dezelfde diepte aan het buitenvlak van den dam door de Furens, namelijk 107 eng. voet metselwerk, of omtrent 6½ K.G. per c.M².

11. *Te vermijden spanning.* (*) — Ik heb een ander beginsel beoogd, waarmede door de fransche schrijvers geen rekening is gehouden, namelijk dat in het metselwerk nergens, hetzij aan het buitenvlak wanneer het bassin ledig, hetzij aan het binnenvlak wanneer het bassin vol is, eene waarneembare spanning moet bestaan. De ondervinding heeft geleerd dat in bouwwerken van baksteen, blootstaande aan de omkantelende werking van in sterkte en rigting afwisselende krachten (gelijk een fabrieksschoorsteen is blootgesteld aan de drukking van den wind), de neiging tot wijken zich het eerst openbaart waar de spanning het grootst is. Om aan dit beginsel te voldoen, moet de resultante der drukking niet belangrijk meer van het midden der dikte van den muur afwijken dan een zesde der dikte. Met andere woorden, de resultanten der drukkingen voor het ledige en volle bassin moeten beide liggen binnen, of op een geringen afstand buiten het middelste derde gedeelte der dikte van den muur.

12. *Horizontale kromte van den muur.* — Ik ben van oordeel dat het wenschelijk en in menig geval voorzigtig is aan den muur eene horizontale kromming te geven, met de bolle zijde naar het bassin gekeerd, ten einde te voorkomen dat de muur door de drukking van het water in een gebogen stand, met de holle zijde naar het water gekeerd, gebragt worde, waardoor in het buitenvlak eene horizontale spanning kan ontstaan, die vermoedelijk vertikale scheuren zou veroorzaken en welligt tot vernieling van den muur leiden. Ik meen evenwel dat berekeningen der stabiliteit, waarbij de muur als een horizontale boog wordt beschouwd, zoo onzeker zijn, dat aan het nut daarvan gegronde twijfel bestaat en heb er bij het ontwerpen van het profil niet op willen vertrouwen. Bij het bepalen van den straal der horizontale kromming zal de ingenieur zich moeten regelen naar den vorm van de geul, waarin de muur moet gebouwd worden, dien straal zoo klein nemende als met eene goede uitvoering bestaanbaar is en de einden van den muur loodregt kunnen aansluiten tegen den vasten steen ter zijde van de geul.

13. *Overzigt der voorwaarden, waaraan het profil moet voldoen; logarithmische bogen verkozen.* (*) — De voorwaarden, bij het ontwerpen van het bijgaand profil in acht genomen, kunnen als volgt worden zaamgevat: A. De vertikale drukking aan het binnenvlak niet meer dan 160 voet metselwerk. B. De vertikale drukking aan het buitenvlak niet meer dan 125 voet metselwerk op het punt, waar zij het sterkt is en van dat punt uitgaande verminderende. C. De lijnen van wederstand, bij gevuld en bij ledig bassin, binnen of nabij het middelste

(*) Zie hierover een opstel van den hoofd-ingenieur Le Blanc in het *Tijdschrift* voor 1870—71, bladz. 28. (D.)

(*) In het aangehaalde opstel van Delocre wordt hiervoor genomen 6.0 K.G. (D.)

(*) Door spanning wordt hier verstaan de werking, noodig om het omkantelen van het muurdeel boven eene horizontale laag BC te beletten, in geval de resultante uit het gewigt van het bovenmuurdeel met de daarop uitgeoefende waterdrukking het verlengde van BC doorsnijdt of zelfs reeds te digt aan C nadert. De werking van den zamenhang in het metselwerk is niet groot en weinig te vertrouwen; geen punt in de voeg BC moet getrokken worden door het bovendeel, maar integendeel daardoor gedrukt worden. Neemt men nu met den schrijver aan, dat bij het toegeven van de drukking het vlak BC niet van gedaante verandert maar eenen hellenden stand aanneemt, en dat daarbij de afwijkingen der verschillende punten in dat vlak uit den oorspronkelijken stand evenredig zijn aan de drukkingen, dan moet, zoo als bekend is, de resultante der drukkingen op BC niet meer dan een zesde deel van M uit het midden afwijken om het ontstaan van spanningen of negatieve drukkingen te voorkomen; vandaar de grensbepaling van den schrijver. (D.)

(*) In het straks aangehaalde opstel van Delocre vindt men de wiskunstige beschouwing, waarop de keuze der logarithmische kromme berust. (D.)

derde gedeelte der dikte van den muur. Deze zijn beperkende bepalingen, niet ten doel hebbende een bepaalden vorm naauwkeurig voor te schrijven. Bij de keuze van een vorm, waarbij aan deze voorwaarden wordt voldaan, zonder werkelijk belangrijke verhooging der noodige kosten van bouwstoffen, ben ik uitgegaan van de meening, dat een vorm, welks afmetingen, doorsnede en zwaartepunt onder verschillende omstandigheden door korte en eenvoudige berekeningen gevonden worden, te verkiezen is boven een van meer ingewikkelden aard, wanneer beider verdiensten overigens gelijk staan, en heb ik logarithmische bogen verkozen zoowel voor de binnen- als voor de buitenzijde.

14. *Voorschrift aangaande de dikte.* — De standvastige subtangent, aan beide bogen gemeen (in de schets door AD aangeduid) is 80 voet. Deze is afgeleid uit de vertikale drukkingen in het aanhangsel aangegeven. De dikte CB op 120 voet beneden de kruin is 84 voet, en een veertiende daarvan, $AC = 6$ voet, ligt aan de binnenzijde van de vertikale as OX, en dertien veertiende, $AB = 78$ voet, aan de buitenzijde dier as. De formule voor de dikte t op eenige diepte x beneden de kruin is als volgt:

$$t = t_1 e^{\frac{x-x_1}{a}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

of in *gewone* logarithmen:

$$\log t = \log t_1 + 0.4343 \frac{x-x_1}{a} \quad . \quad . \quad . \quad (1A)$$

waarin a de subtangent (80 voet) beteekent en t_1 de gegeven dikte (84 voet) op de gegeven diepte ($x_1 = 120$ voet) (*) onder de kruin. De dikte aan de kruin is 18.74 voet.

15. *Horizontale ordinaten.* — In het profil zijn op elke 10 voet van de kruin, tot 180 voet daarbeneden, horizontale ordinaten getrokken, welker lengten, gemeten van de vertikale as OX tot het binnen- en tot het buitenvlak, in voeten en decimalen zijn aangegeven. Overal zijn die ordinaten een veertiende en dertien veertiende der dikte. Tusschenliggende ordinaten op afstanden van 5 voet kunnen zoo noodig gemakkelijk berekend worden, door middenevenredigen te nemen tusschen de naastliggende ordinaten op 10 voet afstand.

16. *Doorsneden.* — De inhoud der doorsnede van den muur, van de kruin tot eene gegeven diepte, wordt gevonden door den standvastigen subtangent ($a = 80$ voet) te vermenigvuldigen met het verschil $(t - t_o)$ tusschen de dikte aan de kruin en die op de gegeven diepte, dus:

$$\int_o^x t\,dx = a\,(t - t_o) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

17. *Drukkinglijn wanneer het bassin ledig is.* — De vertikale lijn, gaande door het zwaartepunt van het gedeelte van den muur boven een gegeven horizontaal vlak, ligt midden tusschen het midden der dikte in dat vlak en het midden der dikte op de kruin van den muur; op die wijze zijn punten gevonden van den boog, aangeduid door: „drukkinglijn, ledig bassin."

18. *Drukkingmoment van het water.* — Aangenomen dat het bassin tot de hoogte van de kruin van den muur gevuld is, wordt het moment der horizontale drukking van het water tegen elke lengte-eenheid van den muur van de kruin tot eene gegeven diepte (x) gevonden door het gewigt van eene teerling eenheid water te vermenigvuldigen met een zesde van de derde magt der diepte; en als wij gemakshalve het gewigt van eene teerling eenheid metselwerk als gewigtseenheid aannemen en onderstellen dat metselwerk tweemaal de zwaarte van water heeft, dan verkrijgen wij voor het moment van horizontale drukking:

$$M = \frac{x^3}{12} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

19. *Drukkinglijn wanneer het bassin gevuld is.* — Het moment van horizontale drukking, hierboven bepaald, gedeeld door den inhoud der dwarsdoorsnede van den muur boven de gegeven diepte, geeft den horizontalen afstand op die diepte tusschen de drukkinglijn bij ledig en gevuld bassin, alzoo:

$$\frac{M}{\int t\,dx} = \frac{x^3}{12\,a\,(t - t_o)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

en op die wijze zijn punten gevonden van den boog, aangeduid door: „drukkinglijn, gevuld bassin."

20. *Vertikale component der waterdrukking verwaarloosd.* — In de voorgaande formulen is de rigting der drukking van het water tegen het binnenvlak van den muur als horizontaal beschouwd (even als in de onderzoekingen der heeren Graeff en Delocre.) In werkelijkheid heeft die drukking, als loodregt zijnde op het binnenvlak van den muur, eene kleine helling benedenwaarts en kan zij bijgevolg ontbonden worden in een geringen vertikalen component, die de stabiliteit van den muur verhoogt. De verwaarloozing van dien vertikalen component is derhalve eene misrekening aan den veiligen kant.

21. *Vertikale drukking in het metselwerk.* — Om de gemiddelde vertikale drukking te vinden op een gegeven horizontaal vlak in het metselwerk, uitgedrukt in voeten metselwerk, wordt de inhoud der doorsnede door de dikte in het gegeven vlak gedeeld, namelijk:

$$\frac{\int t\,dx}{t} = a\left(1 - \frac{t_o}{t}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Om de grootste waarde dier vertikale drukking te vinden, naar de gewone onderstelling dat deze eenparig veranderlijk is — met andere woorden, dat zij eenparig toeneemt van het meest van de drukkinglijn verwijderde muurvlak naar het meest nabij gelegene — moet de gemiddelde drukking vermeerderd worden met een evenredig deel, overeenkomende met de verhouding van den afstand tusschen het midden der dikte tot een zesde der dikte; wanneer dus de grootste drukking in voeten metselwerk p wordt genoemd en r de afstand van de drukkinglijn tot het midden der dikte, dan is

$$p = a\left(1 - \frac{t_o}{t}\right)\left(1 + \frac{6\,r}{t}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Wanneer die afstand grooter is dan een zesde der dikte, kan de voorgaande formule niet langer toegepast worden, maar, gelijk reeds is toegelicht, behoort dit geval in een bassinmuur niet voor te komen De onderstelling, waarop dit voorschrift gegrond is, van eenparig evenredige verandering van den component der drukking, die loodregt op het gedrukte vlak staat, is bij toepassing op balken als juist erkend en is vermoedelijk zeer nabij de waarheid bij muren van eenparige of nagenoeg eenparige dikte. Of en in hoeverre zij minder juist is bij muren van veranderlijke dikte is bij den tegenwoordigen stand onzer proefondervindelijke wetenschap onzeker. (*)

22. *Profillen voor verschillende hoogten.* — De reeks van verschillende hoogten, waarop hetzelfde profil zonder eenige verspilling van bouwstof kan toegepast worden, strekt van de grootste op de schets aangegeven diepte, 180 voet, tot 110 voet of daaromtrent. Voor hoogten tusschen 110 en 80 of 90 voet of daaromtrent is de verspilling van bouwstof onbelangrijk. Bij hoogten, aanzienlijk minder dan 90 voet, brengt het gebruik van een deel van hetzelfde profil eene vermeerdering van stabiliteit te weeg. Indien de hoogte bijv. 50 voet bedraagt, staat de hoeveelheid bouwstof tot die, welke noodig is ongeveer in verhouding van 1.4 tot 1. Voor de minder hooge gedeelten echter, aan de einden van een een muur die in het midden hoog is, acht ik het verkieselijk, niettegenstaande het meerder verbruik van bouwstof, hetzelfde profil te bezigen als voor de minder hooge gedeelten, ten einde het voordeel der aansluiting tegen de zijden van de geul volkomen te verkrijgen. Indien een muur in het midden minder dan 120 voet hoog is, kan de volgende regel toegepast worden: construeer een profil gelijk aan dat voor eene hoogte van 120 voet, waarbij al de dikten en ordinaten verminderd zijn in gelijke verhouding tot de diepte. De grootte der vertikale drukking zal eveneens in dezelfde verhouding verminderen; maar dit sluit geen onnoodig gebruik van bouwstof in, daar het gansche gewigt der bouwstof gevorderd wordt om te voorkomen dat in eenig deel van den muur merkbare spanning aanwezig zij.

(*) Moet zijn: $x_1 - x_o = 120$. (D.)

(*) Zie hieromtrent het boven aangehaalde opstel van den hoofdingenieur Le Blanc. (D.)

AANHANGSEL.

Wiskunstige grondregels voor profillen met gebogen voor- en achtervlakken.

1. *Grondregels, van toepassing op alle vormen van profillen.* — Laat t, als vroeger, de dikte van den muur zijn in een horizontaal vlak ter diepte van x onder de kruin; dan wordt, als men het gewigt van eene teerling eenheid metselwerk als de eenheid van gewigt aanneemt, het gewigt van elke lengte-eenheid van den muur, boven dat vlak gelegen, uitgedrukt door:

$$\int_o^x t\,dx\,.$$

Opdat geen waarneembare spanning besta aan de buitenzijde van het gegeven profil wanneer het bassin ledig, noch aan de binnenzijde wanneer het gevuld is, mag het aangrijpingspunt der drukkende kracht in het profil niet verder van het midden der dikte afwijken dan een zesde dier dikte, naar de binnenzijde wanneer het bassin ledig, naar de buitenzijde wanneer het gevuld is. Laat y den afstand beteekenen der lijn van het midden der dikten van den muur, buitenwaarts, tot de verticale as OX, zoodat $y - \frac{t}{2}$ en $y + \frac{t}{2}$ de ordinaten zijn van het binnen- en van het buitenvlak van den muur; en laat voor $x = 0$, $y = y_o$ zijn. (*) De rigting der drukking in het ledig bassin snijdt het horizontale vlak der diepte x, in een punt, gelegen lood-

(*) In de figuur is de as OX binnen den muur tusschen de punten C en B der buiten- en binnenzijde gesteld, doch de hier volgende vergelijkingen gelden voor het geval, dat de as op het verlengde van CB naar de zijde van B gesteld wordt. (D.)

regt beneden het zwaartepunt van het gedeelte muur boven dat vlak; en opdat het gewigt van den muur zoover binnenwaarts worde gebragt als mogelijk is, zonder merkbare spanning in het buitenvlak te doen ontstaan wanneer het bassin ledig is, moet de afwijking van die rigting der drukking van het midden der dikte van den muur een zesde der dikte niet merkbaar te boven gaan; derhalve, indien bedoelde binnenwaartsche afwijking door r_1 wordt aangeduid,

$$r_1 = y - \frac{\int y\,t\,dx}{\int_o^x t\,dx} = \text{of} < \frac{t}{6} \text{ ongeveer} \quad . \quad . \quad (A)$$

Laat w de verhouding zijn van het gewigt der teerling eenheid metselwerk tot dat van het water, dan is het moment der horizontale drukking van het water boven gezegd vlak op elke lengte-eenheid van den muur:

$$M = \frac{x^3}{6\,w}.$$

De vertikale component van die drukking is verwaarloosd, om reden in het verslag toegelicht. De mate, waarin het aangrijpingspunt der resultante van de drukking in het gegeven horizontale vlak buitenwaarts verplaatst wordt door de drukking van het water, is:

$$r_1 + r = \frac{M}{\int_o^x t\,dx} = \frac{x^3}{6\,w\int_o^x t\,dx} \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

waarin r de buitenwaartsche afwijking aanduidt der rigting van de vertikale drukking tot het midden der dikte bij gevuld bassin, terwijl de voorwaarde, dat het aangrijpingspunt der drukking bij gevuld bassin niet verder van het midden der dikte mag afwijken dan omtrent een zesde der dikte, wordt uitgedrukt door de volgende formule:

$$r = \frac{\frac{x^3}{6\,w} + \int_o^x y\,t\,dx}{\int_o^x t\,dx} - y = \text{of} < \frac{t}{6} \text{ ongeveer} \quad . \quad (C)$$

De formulen A en C drukken de voorwaarde uit, dat op geen horizontaal vlak eene wezenlijk belangrijke spanning in het metselwerk mag bestaan. Laten p^1 en p de vertikale drukkingen aan het binnen- en buitenvlak zijn op de diepte x, en P^1 en P de grenzen, welke die drukkingen niet mogen overschrijden. Dan hebben wij een tweede stel vergelijkingen, waaraan voldaan moet worden:

$$p' = \left(1 + \frac{6\,r_1}{t}\right)\frac{\int_o^x t\,dx}{t} = \text{of} < P^1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D)$$

$$p = \left(1 + \frac{6\,r}{t}\right)\frac{\int_o^x t\,dx}{t} = \text{of} < P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E)$$

2. *Grondregels van toepassing op profillen met logarithmische bogen.* — Ten einde aan deze voorwaardelijke vergelijkingen, tot een voor praktische doeleinden voldoenden graad van benadering, te kunnen voldoen, neme men aan, dat de binnen- en buitenzijden en de lijn midden door de breedten $B\,C$ getrokken, alle drie logarithmische bogen zijn, met de vertikale as $O\,X$ tot gemeenschappelijke asymptoot en met een gemeenschappelijken standvastigen subtangent a. Het zij opgemerkt dat eene der redenen, waarom de logarithmische boog verkozen wordt, is, dat deze aan de kruin van den muur eene toereikende dikte geeft om er een rijweg op aan te leggen; en eene andere reden dat daarbij voor de grootte der drukking aan het buitenvlak beneden het punt van maximum-drukking waarden worden verkregen, die verminderen naarmate de helling toeneemt. Laat de verhouding van de afwijking der middellijn van dikten van de vertikale as tot de dikte t uitgedrukt worden door $c = \frac{y}{t}$, dan hebben wij de volgende vergelijkingen:

$$t = t_o\,e^{\frac{x}{a}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (F)$$

$$y = c\,t = c\,t_o\,e^{\frac{x}{a}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (G)$$

$$\int_o^x t\,dx = a\,t_o\,(e^{\frac{x}{a}} - 1) = a\,(t - t_o) \quad . \quad . \quad . \quad (H)$$

$$r_1 = \frac{c\,t_o}{2}\,(e^{\frac{x}{a}} - 1) = \frac{t - t_o}{2} = \frac{y - y_o}{2} \quad . \quad . \quad . \quad (K)$$

$$r = \frac{x^3}{6\,w\,a\,(t - t_o)} - \frac{e\,(t - t_o)}{2} = \frac{x^3}{6\,w\,a\,t_o\,(e^{\frac{x}{a}} - 1)} - \frac{c\,t_o}{2}\,(e^{\frac{x}{a}} - 1) \quad (L)$$

$$p_1 = a\,(1 - e^{\frac{-x}{a}})\left\{1 + 3\,c\,(1 - e^{\frac{-x}{a}})\right\} \quad . \quad . \quad (M)$$

$$p = a\left\{1 - e^{\frac{-x}{a}} - 3\,c\,(1 - e^{\frac{-x}{a}})^2\right\} + \frac{x^3\,e^{\frac{-2x}{a}}}{w\,t_o^2}. \quad . \quad (N)$$

De boven aangegeven waarden, gesubstitueerd in de vergelijkingen A, C, D en E, geven ongeschikte uitdrukkingen voor regtstreeksche toepassing. Bij benadering kunnen zij echter zonder veel omslag opgelost worden door benaderende beproeving, zonder groote onnaauwkeurigheid; volgens deze methode zijn de afmetingen verkregen van het bij dit verslag gevoegde profil. De daarbij gebezigde standvastige grootheden zijn: $w = 2$; $P^1 = 160$ voet; $P = 120$ voet. In het algemeen kan de gebezigde benaderingswijze als volgt zamengevat worden: Door $\frac{dp}{dx} = 0$ te nemen wordt eene vergelijking verkregen, gevende de waarde van $\frac{x}{a}$, welke p tot een maximum maakt. Deze vergelijking wijst aan dat men als eerste benadering voor deze waarde $\frac{3}{2}$ kan nemen. Deze eerste benaderde waarde wordt in de vergelijking (K) gesubstitueerd, en door $r_1 = \frac{t}{6}$ te nemen wordt uit die vergelijking eene benaderde waarde voor c afgeleid. Door vervolgens de benaderde waarden van $\frac{x}{a}$ en van c in de vergelijking (M) te stellen en $p^1 = P^1$ (de grens van p^1) te nemen, wordt eene benaderde waarde voor a verkregen; door eindelijk $r = \frac{t}{6}$ te stellen in de vergelijking (L) heeft men eene benaderde waarde voor t_o. Door de verschillende eerst benaderde waarden in $\frac{dp}{dx} = 0$ te brengen, wordt eene verbeterde waarde voor $\frac{x}{a}$ verkregen, welke blijkt ongeveer $\frac{11}{8}$ te bedragen; en daarmede wordt door de vergelijking (N) de werkelijke maximum-waarde van p berekend en bevonden even binnen de voorschreven grens te liggen.

Eindelijk worden, als proef op de benaderingen, de vergelijkingen (K), (L), (M) en (N) toegepast op eene reeks van waarden voor x, strekkende van de kruin tot den voet van den muur. Wat betreft den verkregen graad van naauwkeurigheid, zijn de grootste waarden voor p^1 en p respectievelijk 154 en 124 voet gevonden in plaats van 160 en 125 voet, en, zoo als de schets aantoont, bestaan er eenige kleine afwijkingen van de lijnen der drukkingen buiten het middelste derde gedeelte der dikte, doch niet van genoegzaam praktisch belang.

NOTA OVER DE DRUKKING VAN AARDE, DOOR DEN HEER FLAMANT, *ingenieur der bruggen en wegen*.

(*Annales des ponts et chaussées*, Novembre 1872, p. 242.)

(Vertaald door het honorair lid dr. I. P. DELPRAT.)

(Plaat 28, figuren 2—13.)

Het vraagstuk der drukking van aarde, dat is de bepaling van de drukking eener aardmassa tegen eenen bekleedingsmuur, is een dergenen, die de ingenieurs het meest hebben bezig gehouden. De vele verhandelingen hiertoe betrekkelijk opgenomen in de *Annales des ponts et chaussées* zijn de bewijzen van het belang in de oplossing van het vraagstuk gesteld.

In eene nota van 1870 (*Annales des ponts et chaussées* van 1870, 1ste halfjaar, p. 547) zegt de heer Considère, na vooraf de verschillende onderstellingen, die tot grondslag der algemeen aangenomen theorie dienden, te hebben opgegeven, het volgende:

„Men kan in eene vloeistof, in rust zijnde, geene „willekeurige drukking aannemen, zoodra de drukking „in eenig bepaald punt gegeven is. De wetten der „hydrostatika bepalen de drukking in elk punt, zoodra „die in eenig bepaald punt is aangewezen.

„In aardmassa's bestaan overeenkomstige wetten, die „zonder geheel bepaald de inwendige krachten tusschen „de aarddeeltjes aan te wijzen in functien van de ge„gevene, zooals bij de vloeistoffen, evenwel zekere „betrekkingen daartusschen aanwijzen, waardoor het „aannemen van geheel willekeurige onderstellingen „betrekkelijk de wrijvingen, die gelijktijdig in de ver„schillende punten der aardmassa ontstaan, belet wordt.

„Ik heb mij voorgesteld de werking dier inwendige „krachten te onderzoeken, en heb daaruit onmiddellijk „de voorwaarden voor het evenwigt van onbepaalde „aardmassa's, door een willekeurig gegeven vlak aan „de bovenzijde begrensd, kunnen afleiden."

Het onderzoek der hier bedoelde wetten was reeds vroeger geschied door Rankine, die eene sierlijke oplossing van het vraagstuk gaf (Zie *Philosophical transactions* 1856—57.)

Het tegenwoordig opstel bevat de opgave dezer wetten en van hare toepassing op de drukking van aarde, volgens de verhandeling van Rankine over de toegepaste mechanica (*Manual of applied Mechanics*), zijnde de inhoud der lessen door dien geleerde aan de Glasgowsche universiteit gegeven (*); het bevat dus niets oorspronkelijks, maar als weinig in Frankrijk bekend zijnde, scheen het mij, daar de oplossing teruggebragt is tot eene eenvoudige meetkundige constructie, dat de mededeeling daarvan voor de lezers der *Annales* wel van eenig belang was.

I. Onderzoek der inwendige drukkingen in een vast ligchaam.

Bij een ligchaam door een denkbeeldig willekeurig vlak in twee deelen gedeeld, is de drukking tegen dit vlak ontstaande, eene *inwendige werking*.

In eene *vloeistof* is de drukking in een willekeurig punt loodregt op het verdeelingsvlak, en is voor elke willekeurige rigting van dat vlak in een zelfde punt even groot.

In een *vast ligchaam* kan daarentegen de inwendige

(*) De hoogleeraar W. J. Macquorn Rankine is den 24sten December 1872 overleden. Zijn vaderland verliest daardoor een zijner wetenschappelijke sieraden. (E M.)

werking in eenig punt zijn: loodregt, schuins of rakelings langs het verdeelingsvlak, en kan bij het veranderen der rigting van het verdeelingsvlak veranderen van grootte en rigting.

Die inwendige werking is eene *drukking*, indien zij de beide deelen van het verdeelde ligchaam tracht tot elkander te doen naderen, is eene *spanning* indien zij in tegengestelde rigting werkt, en is eene *rakende* of *glijdende* kracht, indien zij tracht de deelen langs of over elkander te doen glijden.

De *grootte* eener inwendige kracht is hare waarde in gewigtseenheden gedeeld door den inhoud der oppervlakte, waarop zij werkt, uitgedrukt in vierkante eenheden.

In al het hier volgende zal het woord *drukking* gebruikt worden om zoo wel eene eigenlijke drukking als eene spanning aan te wijzen, en al hetgeen omtrent de drukkingen gezegd wordt is ook van toepassing op de spanningen. In de stelkunstige vergelijkingen, de drukkingen als positief beschouwd zijnde, zullen de spanningen door negatieve drukkingen worden voorgesteld.

Indien voor eenig punt van een vast ligchaam de rigting en grootte der drukkingen voor drie onderscheidene standen van het verdeelingsvlak gegeven zijn, dan kan men daaruit de rigting en grootte der drukking voor elken anderen stand van het verdeelingsvlak afleiden.

De algemeene oplossing van dit vraagstuk behoeft hier niet gegeven te worden; het is voldoende die onmiddellijk aan te wenden op een bijzonder geval toepasselijk op de theorie der drukking van aarde.

1. *Toegevoegde drukkingen. Indien men in eenig punt van een vast ligchaam twee verdeelingsvlakken stelt, waarbij de drukking op het eene vlak evenwijdig is aan het tweede vlak, dan zal ook wederkeerig de rigting der drukking op het tweede vlak evenwijdig zijn aan het eerste.* — Laten XX', YY' (plaat 28, figuur 2) die twee vlakken zijn, gaande door een punt O en loodregt op het vlak der figuur, indien dan de drukking op het vlak YY' evenwijdig is aan XX', dan zal ook wederkeerig de drukking op het vlak XX' evenwijdig zijn aan YY'.

Nemen wij een oneindig klein prisma, waarvan de ribben evenwijdig zijn aan de doorsnijding der twee vlakken in O, hebbende tot basis een parallelogram $ABCD$, waarvan de zijden evenwijdig zijn aan de vlakken XX' en YY' en waarvan het middelpunt is in O, dan zal het gewigt van dat prisma oneindig klein zijn in vergelijking der drukkingen op de zijden; alzoo zullen die drukkingen onderling in evenwigt zijn. De zijden van het parallelogram oneindig klein zijnde, zoo kan men de drukking in elk punt dier zijden als even groot beschouwen en ook de resultante dier drukkingen als gaande door haar middelpunt; om dezelfde reden zijn de drukkingen op de tegenovergelegene zijden van het parallelogram twee aan twee even groot en evenwijdig aan elkander. De drukkingen op AB en CD evenwijdig zijnde aan XX', gaan door het punt O en zijn onderling in evenwigt; er moet dus ook evenwigt bestaan op de twee overige zijden BC en AD hetgeen vereischt dat die drukkingen ook door O gerigt worden en alzoo evenwijdig zijn aan het vlak YY'.

Twee alzoo gestelde drukkingen worden genoemd *toegevoegde drukkingen*.

2. *Hoofddrukkingen. — Er bestaan altijd in elk punt van een vast ligchaam twee op elkander loodregte drukkingen, waarbij de drukkingen loodregt staan op de vlakken waarop zij werken.* — Beschouwen wij wederom (figuur 3) twee willekeurige loodregte rigtingen XX', YY' en een oneindig klein regthoekig prisma $ABCD$, hebbende de doorsnede der beide vlakken tot as. Zooals hiervoren is gezegd, moeten de drukkingen op de vier zijden van het prisma in evenwigt zijn; zij zijn twee aan twee evenwijdig en even groot, werkende in het midden der zijden; indien men elke van die drukkingen ontbindt in twee andere loodregte op en in het vlak, dan zullen de vier loodregte drukkingen, gaande door O, en twee aan twee even groot, elkander in evenwigt houden; er moet dus dan ook evenwigt bestaan tusschen de krachten langs de vlakken, die wederom twee aan twee even groot zijn; zij vormen dus twee even groote koppels van tegengestelde rigting, hebbende tot arm de dikte $AB = BC$ van het prisma. Dit evenwigt kan niet bestaan, tenzij de krachten, in twee aan elkander sluitende zijden zooals AB en BC werkende, even groot zijn en het prisma in tegengestelde rigting trachten te doen draaijen. Indien alzoo het prisma om zijne as één vierde deel eener omwenteling verrigt, waarbij de zijde AB in BC valt, dan moet er een stand geweest zijn, waarin de glijdende kracht werkende op AB van rigting veranderde, hetgeen wegens de wet van continuiteit geen plaats kan hebben zonder door nul te gaan, of gelijk aan nul te worden. In dien stand zijn dan de vier glijdende krachten gelijk nul en zijn alzoo de drukkingen loodregt op de vlakken of zijden van het prisma.

Deze loodregte drukkingen zijn daarenboven aan elkander toegevoegde, dat is, zijn ieder evenwijdig aan het vlak waarop de andere werkt: zij worden *hoofddrukkingen* genoemd.

De voorgaande redenering toont dat *de glijdende krachten dezer twee op elkander loodregte vlakken even groot zijn.*

Op dezelfde wijze kan men aantoonen, dat in elk punt van een vast ligchaam drie loodregt op elkander staande vlakken bestaan, waarbij de drukking op elk vlak gerigt is volgens de doorsnede der beide anderen, en dat de drukking op het vlak van twee toegevoegde drukkingen altijd gerigt is volgens de snijding der beide vlakken, waarop zij werken, die dus met de beide eerstgenoemde drukkingen een stelsel van drie tot elkander toegevoegde drukkingen vormen.

Doch voor ons oogmerk is het voldoende eenvoudig na te gaan de werking van twee toegevoegde drukkingen in een zelfde vlak gelegen (*).

3. *De twee hoofddrukkingen in eenig punt van een ligchaam gegeven zijnde, vraagt men de grootte en rigting der drukking te vinden op een willekeurig vlak loodregt op dat der twee hoofdrukkingen.* — Zijn AB (figuur 4) een willekeurig vlak, loodregt op dat der twee hoofddrukkingen gerigt volgens OX en OY. Zij ON de loodlijn op dat vlak en α de hoek XON van die loodlijn met OX, rigting der grootste van de twee hoofddrukkingen; zijn p_1 en p_2 de grootste dezer drukkingen, en nemen wij een oneindig klein driehoekig prisma ABC, waarvan de zijden AC en BC loodregt staan op de rigtingen der hoofddrukkingen, dan moeten de drukkingen op de drie zijvlakken met elkander in evenwigt zijn. De drukking op AB zal dus gelijk en tegengesteld zijn aan de resultante der drukkingen op de beide overige vlakken. Zij p de grootte dier resultante, dan zal de totale drukking op AO zijn $p \times AB$, de drukkingen op AC en CB zijn $p_1 \times AC$ en $p_2 \times CB$ of $p_1 \times AB \cos\alpha$ en $p_2 \times AB \sin\alpha$. Deze beide drukkingen loodregt op elkander zijnde, zoo is

$$(p \times \mathrm{AB})^2 = (p_1 \times \mathrm{AB} \cos\alpha)^2 + (p_2 \times \mathrm{AB} \sin\alpha)^2,$$

of wel

$$p = \sqrt{\{p_1^2 \cos^2\alpha + p_2^2 \sin^2\alpha\}} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Is δ de hoek RON van de rigting dier resultante met de loodlijn op AB, dan is hoek $XOR = \alpha - \delta$ en men heeft

$$\frac{FR}{OF} = \frac{p_2 \sin\alpha}{p_1 \cos\alpha} = \mathrm{tang}\,(\alpha - \delta) = \frac{p_2}{p_1} \mathrm{tang}\,\alpha \quad . \quad . \quad (2)$$

waaruit volgt

$$\mathrm{tang}\,\delta = \frac{(p_1 - p_2)\,\mathrm{tang}\,\alpha}{p_1 + p_2\,\mathrm{tang}^2\alpha},$$

of wel

$$\sin\delta = \frac{p_1 - p_2}{2p} \sin 2\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

(*) Dat der figuur.

Om deze uitkomsten te construeren, neme men op de normaal ON, te rekenen van O af, eene lengte $OM = \frac{p_1 + p_2}{2}$ en trekke door het punt M eene lijn PMQ, makende met de assen OX en OY hoeken $MPO = MOP$ en $MQO = MOQ$; dan zal men hebben

$$PM = MQ = OM = \frac{p_1 + p_2}{2}.$$

Neemt men van M af naar de zijde van de grootste drukking eene lengte $MR = \frac{1}{2}(p_1 - p_2)$ dan heeft men

$$PR = p_2 \text{ en } RQ = p_1.$$

Trekkende nu OR dan zal men de grootte en rigting hebben der drukking AB: want, dewijl $PR = p_2$ en $QP = p_1$ is, en de hoeken MOP en $POM = \alpha$ zijn, is

$$RF = p_2 \sin\alpha \text{ en } FO = p_1 \cos\alpha$$

en alzoo

$$OR = \sqrt{\{p_1^2 \cos^2\alpha + p_2^2 \sin^2\alpha\}} = p;$$

en in den driehoek OMR heeft men

$$\sin MOR = \frac{p_1 - p_2}{2\,OR} \sin 2\alpha = \sin\delta.$$

Zooals hiervoren gezegd is, gelden de voorgaande stelkunstige vergelijkingen zoowel voor het geval waarin de beschouwde krachten beide drukkingen of wel beide spanningen voorstellen, en ook als de eene eene drukking en de andere eene spanning voorstelt. In dit laatste geval verandert de meetkunstige constructie eenigzins.

Zijn OX en OY (figuur 5) de rigtingen der beide hoofddrukkingen doch van tegengesteld teeken, AB de rigting van het vlak waarop de drukking gezocht wordt; ON de loodlijn op dit vlak makende met de rigting der grootste hoofddrukking eenen hoek $XON = \alpha$. De lengte OM, op die normaal te nemen, gelijk zijnde aan $\frac{1}{2}(p_1 + p_2)$ wordt nu de helft van het verschil der twee hoofddrukkingen; men heeft dus op de lijn PMQ van M af te rekenen en wel naar de zijde van de grootste drukking, te nemen $MR = \frac{1}{2}(p_1 - p_2)$ dat is gelijk aan de halve som der absolute waarde der hoofddrukkingen. De lijn OR zal dan de grootte en rigting der drukking op het vlak AB aanwijzen.

Zijn de beide hoofddrukkingen van dezelfde soort (figuur 4), dan is $MR = \frac{1}{2}(p_1 - p_2)$ kleiner dan $MP = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)$, zoodat het punt R ten opzigte van OX aan dezelfde zijde gelegen is als ON en men heeft dan $\delta < \alpha$.

Zijn die beide drukkingen van verschillende soort, (figuur 5) dan is MR grooter dan MP, het punt R ligt dan aan de andere zijde van OX, en men heeft dan altijd $\delta > \alpha$.

In de beide gevallen is de uitwendige hoek RMN gelijk aan 2α.

De meetkundige plaats der punten M (*) is een cirkel beschreven uit O met $OM = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)$ als straal.

De plaats der punten R is eene ellips, waarvan de assen gerigt zijn volgens OX en OY, hebbende tot lengte $2p_1$ en $2p_2$, want die plaats is te beschouwen als beschreven door een punt R van de regte lijn PQ hebbende eene standvastige lengte $p_1 + p_2$ en waarvan de uiteinden zich altijd bevinden in de lijnen OX en OY.

4. *Bepaling van twee toegevoegde drukkingen.* — Na, door de voorgaande constructie, de drukking OR (figuur 6) op een vlak AB bepaald te hebben, kan men ook de drukking OR' bepalen op een vlak $A'B'$, waarvan de doorgang in het vlak der figuur overeenkomt met OR. Daartoe neme men op ON' loodregt op $A'B'$ of op OR, $OM' = \frac{1}{2}(p_1 + p_2) = OM$ en trekke door M' de lijn $P'Q'$ zoodanig dat $P'M' = M'Q' = OM'$ zij; op die lijn neme men van M' aan dezelfde zijde van OX, $M'R' = \frac{1}{2}(p_1 - p_2) = MR$, dan stelt OR in grootte en rigting de drukking voor op $A'B'$.

Volgens het bewezene in n°. 1 moet OR' langs AB vallen, hetgeen gemakkelijk is aan te wijzen.

Stellen wij daartoe door α' den hoek $P'ON'$ voor en door θ' den hoek $N'OR'$, zijnde even als vroeger $PON = \alpha$ en $NOR = \theta$; dan hebben wij volgens de vergelijking (2)

$$\text{tang}\,(\alpha - \theta) = \frac{p_2}{p_1}\,\text{tang}\,\alpha$$

en

$$\text{tang}\,(\alpha' - \theta') = \frac{p_2}{p_1}\,\text{tang}\,\alpha'.$$

Tevens hebben wij, volgens de constructie,

$$\alpha' + \alpha = \tfrac{1}{2}\pi + \theta \text{ of } \text{tang}\,(\alpha - \theta) = \frac{1}{\text{tang}\,\alpha'};$$

uit deze drie vergelijkingen volgt onmiddellijk

$$\text{tang}\,(\alpha' - \theta') = \frac{1}{\text{tang}\,\alpha},$$

dat is

$$\alpha + \alpha' = \tfrac{1}{2}\pi + \theta',$$

of wel

$$\theta = \theta';$$

de lijn OR' valt dan in AB.

De drukkingen R en OR' zijn dus aan elkander toegevoegd.

Men kan de grootte dier lijnen door eene eenvoudiger constructie vinden: merken wij daartoe op, dat in de driehoeken MR en $M'OR'$, $OM = OM'$ is, en de hoeken in O gelijk zijn, alsmede de zijden $MR = M'R'$ $= \frac{1}{2}(p_1 + p_2)$. De uitwendige hoeken RMN en $R'M'N'$ zijn respectievelijk gelijk aan 2α en $2\alpha'$.

Indien men alzoo (figuur 7) op de lijn ON twee afstanden, van O af te rekenen, neemt, $OC = p_2$ en $OD = p_1$ en men uit M, midden van CD, eenen halven cirkel met $CD = MD$ als straal beschrijft, door O eene lijn ORR' trekt, makende met ON eenen hoek gelijk aan θ, snijdende den omtrek in R en R' en dan MR en MR' trekt, zoo zullen de driehoeken OMR en OMR' respectievelijk gelijk zijn aan de overeenkomstige driehoeken in figuur 6 door dezelfde letters aangewezen. Derhalve zullen OR en OR' de twee toegevoegde drukkingen aanwijzen en zal de hoek RMN gelijk zijn aan 2α, en $R'MN = 2\alpha'$.

De zoo eenvoudige constructie van figuur 7 geeft dus de volkomene oplossing van het vraagstuk, om de drukking op een willekeurig gegeven vlak te bepalen.

Indien dan, zooals in het vraagstuk 3, gegeven zijn de twee hoofddrukkingen in eenig vlak en men de drukking vraagt op een vlak, waarvan de loodlijn eenen gegevenen hoek maakt met de rigting der grootste hoofddrukking, heeft men OC en OD gelijk te nemen aan de beide hoofddrukkingen, den halven cirkel te beschrijven en den hoek RMN gelijk te nemen aan het dubbel van den gegevenen hoek; OR zal dan de gevraagde drukking zijn en RON de hoek dier drukking met de loodlijn op het gedrukte vlak; OR' zal de toegevoegde drukking tot die drukking voorstellen en $R'MN$ het dubbel van den hoek der loodlijn op het vlak, waarop de toegevoegde drukking werkt, met de rigting der grootste van de hoofddrukkingen.

Indien de hoofddrukkingen van verschillende soort zijn, blijft de constructie toepasselijk, alleen moeten dan de afstanden OC en OD niet in dezelfde rigting op ON genomen worden, maar in elkander tegengestelde rigtingen. Het punt O valt dan binnen den cirkel op CD als middellijn beschreven en de punten RR' zouden dan het eene boven en het andere beneden die lijn vallen.

De stelkunstige uitdrukking voor de drukking op een willekeurig vlak is door de vergelijking (1) gegeven in functie van de hoofddrukkingen en van den hoek van de loodlijn op het gedrukte vlak met de grootste der hoofddrukkingen. In sommige gevallen is het noodig die drukking voor te stellen in functie van de hoofddrukkingen en van den hoek, welken zij maakt met de loodlijn op het gedrukte vlak.

Uit de figuur 7 vindt men gemakkelijk

$$OR = OM\cos\theta - \sqrt{\left\{\overline{MR}^2 - \overline{OM}^2\sin^2\theta\right\}}$$

en

$$OR' = OM\cos\theta + \sqrt{\left\{\overline{MR}^2 - \overline{OM}^2\sin^2\theta\right\}};$$

(*) Als men den hoek α veranderlijk stelt. (Vert.)

of wel, stellende voor OM en MR hunne waarden in functie der hoofddrukkingen, dan heeft men voor de waarde der drukkingen OR en OR' der toegevoegde drukkingen

$$p = \tfrac{1}{2}(p_1 + p_2)\left\{\cos\theta \pm \sqrt{\left[\left(\frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}\right)^2 - \sin^2\theta\right]}\right\} \quad (4)$$

5. *De twee toegevoegde drukkingen gegeven zijnde, te vinden de hoofddrukkingen in dat punt?* — De oplossing van dit vraagpunt wordt wederom door de meetkunstige constructie van figuur 7 gegeven.

De toegevoegde drukkingen in grootte en rigting gegeven zijnde, zoo heeft men den hoek, welken elke drukking maakt met de loodlijn op het vlak waarop zij werkt. Men construere dan den hoek $RON = \theta$; op een der beenen van dien hoek, te rekenen van O af, neme men de afstanden $OR = p$ en $OR' = p'$ gelijk aan de twee gegevene toegevoegde drukkingen en wel in dezelfde rigting, zoo die drukkingen zijn van dezelfde soort en in tegengestelde rigting bij verschillende soort. Op het midden van RR' stelle men eene loodlijn, die het andere been van den hoek in M ontmoet; uit dit punt M als middenpunt beschrijve men met $MR = MR'$ als straal, een halven cirkel, snijdende ON in C en D; de lijnen OC en OD zijn dan de beide hoofddrukkingen en RMN het dubbel van den hoek, gevormd door de rigting der grootste hoofddrukking met de loodlijn op het vlak waarop de drukking OR werkt.

De stelkunstige waarden van p_1 en p_2 en van den hoek α in functie van p, p' en θ zijn gemakkelijk uit de vergelijkingen (1), (2), (3) en (4) af te leiden, doch dit is voor ons doel onnoodig.

Hetzelfde is het geval met de gevolgen uit de hier ontwikkelde voorstellen te trekken.

II. Bepaling der inwendige drukkingen in eene massa zonder zamenhang.

Eene massa zonder zamenhang is eene vereeniging van moleculen, die enkel drukkingen op elkander uitoefenen en die enkel door hare onderlinge wrijving in rust blijven.

De drukkingen in eenig punt van zulk eene massa voortgebragt, zijn onderworpen aan de algemeene eigenschappen hiervoren ontwikkeld voor de vaste ligchamen in het algemeen; tevens hebben zij te voldoen aan de volgende wet, indien het evenwigt enkel een gevolg is der wrijving.

6. *Algemeene eigenschap voor het evenwigt eener massa zonder zamenhang. — Opdat eene massa zonder zamenhang in rust blijve, zoo moet, indien men haar voorstelt als door een willekeurig vlak in twee deelen verdeeld, de rigting der drukking tusschen die twee deelen, in geen der punten van dat vlak eenen hoek met de loodlijn op dat vlak vormen grooter dan den wrijvingshoek.* — Deze wet is blijkbaar uit haar zelve en heeft geen verder bewijs noodig.

Wij hebben dan de grootste waarde te bepalen naar den hoek tusschen de rigting eener willekeurige drukking in de loodlijn op het gedrukte vlak.

Deze hoek bereikt blijkbaar zijn maximum in het vlak der beide hoofddrukkingen, als de lijn ORR' (figuur 7) den halven cirkel M raakt. Men heeft dan

$$\text{max. } \sin\theta = \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}.$$

Dit maximum is des te grooter naarmate de betrekking $p_1 : p_2$ grooter wordt. De hoek θ verkrijgt dus zijne grootste waarde in het vlak, waarin de grootste en de kleinste der beide hoofddrukkingen gelegen zijn.

Deze grootste waarde mag hoogstens gelijk zijn aan den wrijvingshoek. Indien alzoo p_1 en p_2 de grootste en kleinste waarde der hoofddrukkingen in eenig willekeurig punt voorstellen, dan zal de stelkunstige uitdrukking van de hiervoren bedoelde wet zijn, als φ den wrijvingshoek voorstelt,

$$\frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2} \leqq \sin\varphi \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

of wel

$$\frac{p_2}{p_1} \geqq \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Deze vergelijking geeft de kleinste grens voor de drukking p_2, die in eenig punt van eene massa zonder zamenhang moet werken om haar in rust te houden, als in datzelfde punt in eene rigting loodregt op p_2 eene drukking p_1 werkt.

7. *Grens der betrekking tusschen twee toegevoegde drukkingen in eene massa zonder zamenhang.* — Opdat zulk eene massa in rust blijve moet de betrekking tusschen twee toegevoegde drukkingen in eenig willekeurig punt binnen zekere grenzen besloten blijven.

Die grenzen worden als volgt bepaald. Zij C (figuur 8) de doorsnede van een oneindig klein prisma, door het vlak van de grootste en de kleinste hoofddrukking; nemen wij dit prisma zoodanig dat de drukkingen op zijne zijden toegevoegd zijn, dat is dat de drukkingen op de evenwijdige zijden DG evenwijdig zijn aan de zijden EF; en de drukkingen op de evenwijdige zijden EF evenwijdig zijn aan DG.

Zij p de drukking evenwijdig aan DG, en p' die evenwijdig aan EF, elk gerekend op de vierkante eenheid van het vlak waaraan zij is toegevoegd. Zij θ de schuine hoek van het prisma, dat is het verschil van elk zijner hoeken met eenen regten hoek, of wel

de hoek der drukking op het vlak waarop deze werkt. Deze hoek mag den wrijvingshoek φ niet overtreffen. De drukkingen op de vierkante eenheid der vlakken loodregt op de toegevoegde vlakken zijn $\frac{p}{\cos\theta}$ en $\frac{p'}{\cos\theta}$.

Trekken wij nu door een punt O (figuur 9) twee regte lijnen OR, OX onderling eenen hoek $MOR=\varphi$ (hoek der wrijving) makende. Uit een willekeurig punt M van eene dezer lijnen beschrijve men den halven cirkelomtrek YRX, rakende de andere lijn in het punt R; verder door het punt O de lijn OQP, makende met OX den hoek $POX=\theta$, snijdende den omtrek in P en Q, dan zal de betrekking der toegevoegde drukkingen tot grenzen hebben $OQ:OP$ en $OP:OQ$.

Want indien wij, zooals in figuur 7 de betrekking $MR:OM=p_1-p_2:p_1+p_2$ hadden genomen (p_1 en p_2 de hoofddrukkingen zijnde), dan zou de betrekking der toegevoegde drukkingen juist geweest zijn $OP:OQ$ of $OQ:OP$; doch wij hebben genomen $\frac{MR}{OM}=\sin\varphi\geqq\frac{p_1-p_2}{p_1+p_2}$. Al het overige gelijk zijnde, is de straal van den omtrek vergroot en alzoo ook de betrekking $OP:OQ$.

Men heeft dan werkelijk:

$$\frac{p'}{p}\leqq\frac{OP}{OQ}\text{ en }\frac{p'}{p}\geqq\frac{OQ}{OP}.$$

Hetgeen stelkunstig aldus is uit te drukken:

$$\frac{p'}{p}\leqq\frac{\cos\theta+\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}}{\cos\theta-\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

en

$$\frac{p'}{p}\geqq\frac{\cos\theta-\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}}{\cos\theta+\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Hetgeen de oplossing van het vraagstuk geeft.

De hoek θ mag dan aangroeijen van 0 tot φ; voor deze uiterste waarden verkrijgen de voorgaande betrekkingen de volgende waarden:

Voor $\theta=0$ is het prisma C regthoekig, de toegevoegde drukkingen zijn onderling loodregt, de lijn OQP valt in OX, en men heeft

$$\frac{p'}{p}\leqq\frac{OX}{OY}\text{ en }\frac{p'}{p}\geqq\frac{OY}{OX};$$

of stelkunstig

$$\frac{p'}{p}\leqq\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}\text{ en }\frac{p'}{p}\geqq\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Voor $\theta=\varphi$ is de schuinte van het prisma C de grootste mogelijk, de lijn OPQ valt in OR en de punten P en Q in R. De beide grenzen der betrekking van de toegevoegde drukkingen zijn even groot en men heeft dus de enkele vergelijking $p'=p$.

8. *Drukkingen in eene gelijkslachtige massa zonder zamenhang en bovenwaarts begrensd door een onbepaald vlak.* — Zij AB (figuur 10) de doorgang van een onbepaald vlak begrenzende aan de bovenzijde eene gelijkslachtige massa zonder zamenhang; kunnende dit vlak horizontaal of hellende zijn, mits hebbende geene grootere helling θ dan den wrijvingshoek φ.

De geheele massa in lagen EF verdeeld zijnde door vlakken evenwijdig aan AB, zoo zijn al de prisma's C in eene zelfde laag in volkomen gelijke toestanden. Het gedeelte onder eenige laag kan alleen eene terugwerkende kracht in vertikale rigting leveren, daar die evenwigt moet maken met het gewigt van het daarop drukkende gedeelte, waaruit volgt dat de drukking tegen de vertikale zijden van het prisma evenwijdig is aan AB, en dat de drukking op de zijden evenwijdig aan AB vertikaal gerigt is. Die beide drukkingen zijn dus elkanders toegevoegde drukkingen.

De drukking p wordt voortgebragt door de kolom DC, die op het prisma drukt. Onderstelt men de laag oneindig dun en duidt men hare vertikale hoogte DC onder het vlak AB aan door x, en het gewigt van eene teerling-eenheid der massa door w, dan zal men hebben

$$p=w\,x\cos\theta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

De benedenste grens der kracht die men evenwijdig aan de grootste helling van het vlak EF zal noodig hebben voor het evenwigt der onzamenhangende massa, wordt door de vergelijking (8) aangewezen, waarin men voor p de hiervoren gevonden waarde moet stellen. Die benedenste of kleinste grens is dus

$$p'=w\,x\cos\theta\,\frac{\cos\theta-\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}}{\cos\theta+\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (11)$$

Elke drukking gelijk aan of grooter dan die waarde van p' zal het evenwigt onderhouden, tenzij die drukking de bovenste grens p'_1 door de vergelijking (7) aangewezen, overtreffe, zijnde

$$p'_1=w\,x\cos\theta\,\frac{\cos\theta+\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}}{\cos\theta-\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (12)$$

Indien de drukking evenwijdig aan de grootste helling van het vlak EF, de waarde p'_1 overtreft, wordt het evenwigt verbroken en de massa van C naar F terug gedrukt.

Om deze uitkomsten meetkunstig voor te stellen, gebruiken wij de reeds verklaarde figuur 9. Men stelle OX horizontaal en OQP evenwijdig aan de grootste helling van het vlak AB; trekkende dan door de punten P en Q PS en QT loodregt op OP, snijdend OX in S en T; dan heeft men:

$$\frac{OS}{wx}=\frac{OP}{p}=\frac{OQ}{p'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

en

$$\frac{OS}{wx}=\frac{OQ}{p}=\frac{OP}{p'_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

In de uiterste gevallen geven die vergelijkingen de volgende uitkomsten: voor $\theta=0$, dat is als het bovenvlak horizontaal is, vallen S en P in X en Q en S in Y; men heeft dan $wx=p$ en

$$\frac{OX}{OY}=\frac{p}{p'}\text{ en }p'=\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}wx \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

$$\frac{OY}{OX}=\frac{p}{p'_1}\text{ en }p'_1=\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}wx \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

Voor $\theta=\varphi$, dat is als het bovenvlak de grootst mogelijke helling heeft, vallen P en Q in R en S en T in M en men heeft

$$p=p'=p'_1=w\,x\cos\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

en

$$\frac{OM}{OR}=\frac{wx}{p}.$$

In dit geval is er slechts eene enkele waarde van p', waarbij het evenwigt bestaanbaar is.

In al andere gevallen waarin θ van φ verschilt bestaat er een oneindig aantal verschillende wijzen van evenwigt, overeenkomende met al de waarden van de drukking evenwijdig aan de lijn der grootste helling, gelegen tusschen de grenzen p' en p'_1 door de vergelijkingen (11) en (12) aangewezen; leverende telkens eene bepaalde verdeeling der drukkingen op elk punt der massa.

Nemen wij, bij voorbeeld, de kleinste of benedenste grens p' voor de drukking en stellen ons voor om voor elk punt de grootste en kleinste drukking aldaar bestaande in het vertikale vlak, gaande door de lijn der grootste helling, te bepalen.

Wij hebben dan de twee toegevoegde drukkingen p en p' en den hoek θ, dien iedere drukking maakt met de loodlijn op het vlak waarop zij werkt; en dus het geval van voorstel 5, zoodat de meetkunstige constructie van figuur 7 hier toepasselijk is.

Nemen wij (figuur 9) OP en OQ gelijk aan p en p', trekken OX, makende met OP den hoek θ en beschrijven eenen halven cirkel uit het middelpunt M op OX gaande door de punten P en Q; dan zullen de hoofddrukkingen door OX en OY worden voorgesteld en de hoek van de rigting der grootste drukking met de loodlijn op het vlak waarop p' werkt, dat is met eene horizontale lijn, zal gelijk zijn aan de helft van den hoek QMX.

Neemt men dus de figuur zoodanig dat OX horizontaal wordt en OP evenwijdig aan de lijn der grootste helling van het bovenvlak der onzamenhangende massa, dan zal de rigting der grootste drukking in elk punt evenwijdg zijn aan de lijn, die den hoek QMX midden door deelt, en de rigting der kleinste drukking zal evenwijdig zijn aan de lijn, die den hoek QMY midden door deelt.

De stelkunstige uitdrukking der waarden p_1 en p_2 der hoofddrukkingen wordt gemakkelijk gevonden uit de waarden p en p' der toegevoegde drukkingen van de vergelijkingen (10) en (11) en door (4), waarbij men opmerke, dat de aangenomen onderstelling omtrent p', van namelijk voor die waarde de kleinste of onderste grens te zijn, overeenkomt met de stelling dat in elk punt de hoek θ zijne grootste waarde bereikt, dat is

$$\frac{p_1-p_2}{p_1+p_2}=\sin\varphi;$$

men heeft dan

$$p_1=OX=\frac{w\,x\cos\theta\,(1+\sin\varphi)}{\cos\theta+\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (18)$$

$$p_2=OY=\frac{w\,x\cos\theta\,(1-\sin\varphi)}{\cos\theta+\sqrt{(\cos^2\theta-\cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (19)$$

De hoek α van de rigting der grootste drukking met eene horizontale lijn, is de helft van den hoek QMX; daar nu

$$QMX=\theta+OQM=\theta+\pi-MPQ$$

en

$$\sin MPQ=\frac{\sin\theta}{\sin\varphi}\text{ is,}$$

zoo heeft men

$$\alpha=\tfrac{1}{2}\left(\theta+\pi-\text{boog sin}\,\frac{\sin\theta}{\sin\varphi}\right) \quad . \quad . \quad (20)$$

De uiterste waarden zijn:
als het bovenvlak waterpas is, $\theta=0$ en

$$p_1=w\,x,\ p_2=w\,x\,\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi},\ \alpha=\tfrac{1}{2}\pi \quad . \quad . \quad (21)$$

De rigting der grootste drukking is vertikaal.

Als het bovenvlak de grootst mogelijke helling heeft is $\theta=\varphi$ en

$$p_1=w\,x\,(1+\sin\varphi),\quad p_2=w\,x\,(1-\sin\varphi),$$

en

$$\alpha=\tfrac{1}{2}\,(\pi+\varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

De rigting der grootste drukking deelt den hoek tusschen de vertikale lijn en het bovenvlak in twee gelijke deelen.

Er bestaat nog eene derde toegevoegde drukking in horizontale rigting op elk punt der massa loodregt op het vertikale vlak gaande door de grootste helling. Het is niet moeijelijk te bewijzen, dat die drukking gelijk is aan de kleinste der hoofddrukkingen in dat vlak,

doch dit is zonder belang voor het bijzonder doel dat wij beoogen.

III. Toepassing der voorgaande theorie op de bepaling der aarddrukking.

9. *Drukking van eene aardmassa tegen een vertikaal vlak.* — Zij OX (figuur 11) een vertikaal vlak, hetzij binnen in eene aardmassa, hetzij daartegen aanleunende; zij het bovenvlak begrensd door een plat horizontaal vlak, of wel hellende volgens den hoek θ, en zoodanig gesteld, dat het vlak OX dit bovenvlak snijdt, volgens zijne grootste helling; en laat gevraagd worden naar de totale drukking door die aardmassa tegen het vertikale vlak, van den bovenkant O afgerekend tot op een punt X op eene willekeurige diepte daaronder, voortgebragt en alzoo naar de drukking in elk punt van dat gedeelte en naar het aangrijpingspunt van de resultante dier drukkingen.

Wij onderstellen de aardmassa gelijkslachtig en zonder zamenhang.

Uit het hiervoorgaande is reeds bekend dat al de elementaire drukkingen evenwijdig zijnde aan het bovenvlak YY, ook de resultante evenwijdig aan dat vlak zal wezen.

Zij BB een vlak evenwijdig aan YY gaande door X. Nemen wij in dat vlak een punt D op zoodanigen afstand van X, dat het gewigt van een aardprisma ter hoogte van XD hebbende in het vlak OX eene schuine basis gelijk aan de vierkante eenheid, gelijk zij aan de drukking op de vierkante eenheid tegen het vertikale vlak op de diepte X, dat is, stellen wij

$$\frac{XD}{OX} = \frac{p'}{p}.$$

Daartoe nemen wij in figuur 9 eene horizontale lijn OX en eene hellende OR volgens het natuurlijk talud der aardsoort, dat is: makende met OX eenen hoek $ROX = \varphi$. Uit een willekeurig punt M der lijn OX beschrijve men een cirkel rakende de lijn OR, en door O de lijn OQP makende met OX eenen hoek $POX = \theta$, gelijk aan de helling van YY (figuur 11) op eene horizontale lijn.

De betrekking $OQ : OP$ (figuur 9) zal gelijk zijn aan $p' : p$. De lengte van XD wordt dus bepaald door de vergelijking $XD : XO$ (figuur 11) $= OQ : OP$ (figuur 9).

Trekken wij OD (figuur 11), dan zijn de ordinaten evenwijdig aan OY tusschen OX en OD begrepen, op elke willekeurige diepte de lengten der schuine prisma's, waarvan het gewigt op de vierkante eenheid harer basis de maat der drukking zal zijn in de verschillende punten van het vertikale vlak.

Beschouwen wij ODX als basis van een driehoekig prisma de eenheid tot hoogte hebbende, dan is het gewigt van dit prisma gelijk aan de drukking in de verschillende punten van het vertikale vlak, en eene lijn evenwijdig aan OY gaande door zijn zwaartepunt, zal de rigting wezen van de resultante dier drukkingen.

Het blijkt dus dat deze de lijn OX in een punt C snijdt op twee derde gedeelten der geheele hoogte OX.

De stelkunstige uitdrukking dezer resultante wordt als volgt, gevonden.

Stellende $OX = x$, dan heeft men $XD = x\frac{p'}{p}$, zij verder

$$XD = x\frac{\cos\theta - \sqrt{(\cos^2\theta - \cos^2\varphi)}}{\cos\theta + \sqrt{(\cos^2\theta - \cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (23)$$

dan is de resultante der drukkingen, voorgesteld door het gewigt van het prisma OXD,

$$P = \frac{w x^2}{2}\cos\theta\frac{\cos\theta - \sqrt{(\cos^2\theta - \cos^2\varphi)}}{\cos\theta + \sqrt{(\cos^2\theta - \cos^2\varphi)}} \quad . \quad . \quad (24)$$

De uiterste waarden zijn:

Voor een horizontaal bovenvlak

$$\theta = 0, \quad {}_XD = x\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}, \quad P = \frac{w x^2}{2}\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}. \quad (25)$$

Voor een hellend bovenvlak, gerigt volgens het natuurlijk talud

$$\theta = \varphi, \quad XD = x, \quad P = \tfrac{1}{2} w x^2 \cos\varphi \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

De aldus bepaalde drukking is de kleinste grens der drukking door het vertikale vlak tot behoud van het evenwigt. Te zeggen dat de drukking door aarde op het vertikale vlak uitgeoefend gelijk is aan deze kleinste grens, is hetzelfde als te zeggen dat de wrijving der aarddeeltjes overal verbruikt is, of dat in elk punt der massa de hoek van de drukking met de loodlijn op het vlak waarop de drukking werkt, voor twee toegevoegde drukkingen zijne grootste waarde bereikt.

Zooals gezegd is zijn er nog een aantal andere stelsels van evenwigt mogelijk, doch zij zijn niet toepasselijk op de drukking van aarde. Het is voldoende voor de oplossing van ons vraagstuk, te zeggen dat het evenwigt behouden blijft zoodra het vertikale vlak in elk zijner punten de hier aangewezene drukking verdragen kan.

10. *Drukking van eene aardmassa tegen een hellend vlak.* — Het bovenvlak eenen hoek θ met den horizont makende, zoo zij OX (figuur 12) een hellend vlak, waartegen de grootte der drukking te bepalen is, en β de hoek van eene loodlijn op dat vlak met eene horizontale lijn, snijdende de beide vlakken OX en OY volgens eene horizontale lijn.

Wij beginnen met de bepaling van de grootte en rigting der drukking in eenig willekeurig punt van het vlak OX.

Twee aan elkander toegevoegde drukkingen zijn bekend, te weten: de loodregte drukking p en de drukking p' evenwijdig aan OY, waarvan de grootten door de vergelijkingen (10) en (11) bepaald zijn, indien daarbij x den vertikalen afstand van het beschouwde punt onder het vlak OY voorstelt.

Daaruit kan men nu de figuur 13 construeeren, waarin OX horizontaal zijnde, OR gerigt is volgens den hoek φ en OP volgens θ; de lijnen OP en OQ zijn dan evenredig aan p en p'. De hoofddrukkingen in het beschouwde punt zijn evenredig aan OX en OY, terwijl de rigting der grootste drukking den hoek QMX midden door deelt. Men zal dus door de constructie in n°. 4 aangewezen de drukking op een willekeurig gegeven vlak kunnen bepalen.

De loodlijn op het vlak OX (figuur 12), eenen hoek β met den horizon makende, vormt met de rigting der grootste drukking eenen hoek $\alpha - \beta$, de hoek β positief zijnde voor de rigting in de figuur aangewezen, en negatief voor eene helling in tegengestelde rigting (*).

Indien men in figuur 13 MQ' trekt onder den hoek $Q'MX = 2(\alpha - \beta)$ of $Q'MQ = 2\beta$, dan zal OQ' evenredig zijn aan de gevraagde drukking, en $Q'OX$ zal de hoek zijn van de rigting dier drukking met de loodlijn van het gedrukte vlak.

Dewijl de drukking OP evenredig is aan den vertikalen afstand X van het beschouwde punt, zoo zal ook blijkbaar de drukking OQ' evenredig aan dien afstand zijn, en zullen die elementaire drukkingen in de punten van het vlak (figuur 12) onderling evenwijdig zijn.

Indien men dus op BB evenwijdig aan OY eene lengte XD, door de betrekking $XD : XV$ (figuur 12) $= OQ' : OP$ (figuur 13) aangewezen, afzet, zoo zal het gewigt van het prisma OXD de resultante voorstellen uit de drukkingen op het vlak OX. Blijkbaar werkt deze resultante op een punt C gelegen op twee derden van den afstand OX en zal met de loodlijn op OX eenen hoek vormen gelijk aan QOX (figuur 13).

De stelkunstige voorstelling der hier verkregene uitkomsten is de volgende:

$$XD = x\frac{OQ'}{OP} = x\frac{\cos\theta' - \sqrt{(\cos^2\theta' - \cos^2\varphi)}}{\cos\theta + \sqrt{(\cos^2\theta - \cos^2\varphi)}} \quad . \quad (27)$$

De resultante P is

$$P = \tfrac{1}{2} w x^2 \cos\theta\frac{\cos\theta' - \sqrt{(\cos^2\theta' - \cos^2\varphi)}}{\cos\theta + \sqrt{(\cos^2\theta - \cos^2\varphi)}} \quad . \quad (28)$$

De onbekende hoek θ' in deze vergelijkingen wordt bepaald door de twee vergelijkingen

$$\sin(2\alpha - \theta) = \frac{\sin\theta}{\sin\varphi} \text{ en } \sin(2\alpha - 2\beta - \theta')\frac{\sin\theta'}{\sin\varphi} \quad (29)$$

waaruit α berekend of geëlimineerd kan worden.

Het blijkt hieruit dat, als de achterzijde van den bekleedings- of steunmuur vóórover helt, het hellende vlak, waartegen de drukking plaats heeft, gerigt is zoo als in figuur 12, zoodat de hoek $QMQ' = 2\beta$ (figuur 13) aan de overzijde van MQ naar P moet gesteld worden. De drukking tegen den muur is dus in dat geval grooter dan tegen eenen vertikalen muur; het tegengestelde heeft plaats als de achterzijde achterover helt.

De hoek van de drukking met de loodlijn op het hellende vlak is θ' en alzoo de hoek van die drukking met eene horizontale lijn $\theta' + \beta$ als de muur voorover helt en $\theta' - \beta$ bij het achterover hellen. In dit laatste geval kan die hoek negatief zijn zoodat de drukking in eene naar boven gerigte vertikale kracht is te ontbinden.

Indien de helling van het bovenvlak der aardmassa of de hoek θ zeer klein is, dan zal OP (figuur 13) niet veel van de lijn OX afwijken. Eene positieve waarde van den hoek β verplaatst het punt Q' zoodanig dat de drukking door OQ' voorgesteld niet veel grooter wordt dan de drukking OQ tegen een vertikaal vlak. Maar alsdan is de hoek θ' grooter dan θ, en alzoo des te meer $\theta' + \beta$. De rigting der drukking nadert dus merkelijk tot eene vertikale rigting, en deze wijziging is bijzonder voordeelig voor den vasten stand van den muur en vergoedt dus ruim de geringe vermeerdering der drukking.

Er is dus voordeel in het vooroverhellen van den achterkant bij kleine hellingen of bijna horizontale rigting van het bovenvlak.

Door eene dergelijke redenering kan men gemakkelijk aanwijzen dat eene achteroverhelling van den muur de helling der drukking zou verminderen zonder merkelijke vermindering van hare grootte en dit alzoo nadeelig op den vasten stand van den muur zou werken.

Indien daarentegen het bovenvlak eene sterke helling heeft, dat is nagenoeg eene waarde van θ gelijk aan O komende, is OP nabij OR. Eene negatieve waarde

(*) Als de hoek β negatief is, dat is als de muur naar de aardzijde helt, zijn de formulen niet meer volstrekt juist toepasselijk, dewijl elk aarddeeltje nabij den muur niet meer in vertikale rigting een gewigt te te dragen heeft gelijk aan wx. Maar die formulen geven de grootte en rigting der drukking op elk vlak evenwijdig aan de achterzijde van den muur. Zij zijn dan binnen zekeren graad van naauwkeurigheid te gebruiken.

voor β, behoorlijk gekozen, brengt het punt Q' in eenen stand, waarbij $O\,Q'$ merkelijk kleiner dan $O\,Q$ wordt, zonder dat daardoor θ' veel van θ afwijkt; men zal dus in dat geval de drukking tegen den muur kunnen verminderen, waarbij de hoek $\theta' - \beta$, die de helling van die drukking op den horizon aanwijst, eene vrij groote positieve waarde behoudt.

Het nadeel voor den vasten stand van den muur door het verkleinen van dien hoek veroorzaakt, kan dan meer dan vergoed worden door de vermindering der drukking.

In het geval eener sterke helling van het bovenvlak der aardmassa of bij eenen grooten hoek met den horizon zal er dus voordeel gelegen kunnen zijn in het achterover hellen van den muur.

Zelfs zou men in dat geval bevinden dat bij eenen vooroverhellenden muur de drukking zeer merkelijk zou toenemen zonder zijne helling merkelijk te vermeerderen, hetgeen dus nadeelig voor den vasten stand zou wezen.

In elk geval zal men door de meetkunstige constructie in figuur 13 aangewezen, voor de verschillende gevallen de stabiliteit van den muur kunnen onderzoeken en vrij snel door eenige beproevingen het voordeeligste profil kunnen bepalen.

Aanteekening van den vertaler.

Men zal gereedelijk inzien, dat de hier ontwikkelde theorie der aarddrukking geheel overeenkomt met die van den hoogleeraar Winkler, overgenomen in dit tijdschrift (*), doch dat de eind-uitkomsten op eenvoudiger wijze zijn afgeleid. De toepassing van de algemeene theorie voor het evenwigt van onzamenhangende massa's, die onder de werking van uitwendige krachten alleen door de onderlinge wrijving der deelen worden in rust gehouden, is echter bij beide schrijvers meer beperkt dan noodig was. Er bestaan behalve de evenwigts-toestanden, door de beide schrijvers aangenomen, nog andere welke zij voorbij gaan. Volgens de onderstellingen dier schrijvers zou de drukking tegen een vertikaal vlak, voortgebragt door eene aardmassa door een horizontaal bovenvlak begrensd, alleen door uitwendige horizontale krachten te verkrijgen zijn; die krachten zouden dan wel tusschen zekere grenzen in grootte mogen afwisselen, maar hare rigting moet loodregt tegen het vertikale vlak blijven, dewijl bij de aangenomene onderstellingen de hoofddrukkingen in de massa onveranderd van rigting blijven; er zou dus geen evenwigt mogelijk zijn door schuine krachten tegen het vertikale vlak aangebragt. Bij een hellend bovenvlak zou eveneens alleen het evenwigt bestaanbaar blijven bij uitwendige krachten op het vertikale vlak evenwijdig gerigt aan het bovenvlak; hetgeen evenmin het geval zal wezen als bij het horizontale bovenvlak: immers een driehoekig aardprisma rustende op een horizontaal vlak $O\,Q$ (figuur 4) en begrensd door twee taluds $O\,R$ en $Q\,R$, beiden gerigt volgens het natuurlijk talud, zal zonder het verder aanbrengen van uitwendige krachten in rust blijven; het vertikale vlak $R\,D$ in die massa ondergaat daarbij voorzeker geene andere dan horizontale drukkingen aan beide zijden van het vlak even groot. Wordt nu de eene helft der massa weggenomen, dan treden daarvoor in de plaats uitwendige krachten even groot als de loodregte drukkingen vroeger door de weggenomene massa geleverd; men zal dus eene massa met een hellend bovenvlak verkrijgen in evenwigt gehouden door uitwendige krachten niet evenwijdig aan het bovenvlak. De beperking door de schrijvers aangenomen dat een aardprisma $D\,C$ (figuur 10) alleen in rust blijft als er tegen de basis eene vertikaal naar boven gerigte kracht werkt, is onnoodig. Het evenwigt is even mogelijk als die kracht van de vertikale rigting afwijkt, slechts mag die afwijking zekere grenzen niet overtreffen; zij mag namelijk niet verder van de loodlijn op de basis afwijken dan de wrijvingshoek toelaat.

(*) Zie boven bladz. 75 en 98.

DE FELL-SPOORWEG BIJ ALDERSHOT.

(*The Engineer*, 1 November 1872, p. 297.)

(Plaat 28, figuur 15—18.)

In het nummer van *The Engineer* van 4 October 1872 komt een artikel voor over hangende spoorwegen, waarin de aandacht werd gevestigd op de voordeelen, welke zouden voortspruiten uit de aanneming van een eigenaardig stelsel van spoorwegbouw, dat meermalen zoo in Engeland, als in Amerika was voorgesteld. Zulk een spoorweg is thans bij wijze van proefneming nabij Aldershot gebouwd en Woensdag jl. waren wij, en met ons vele andere ingenieurs, door de beleefdheid van den heer Fell, den bezitter van het octrooi, en van den secretaris van het departement van oorlog, in de gelegenheid gesteld den aanleg in oogenschouw te nemen en van de dienst die hij verleent getuige te zijn.

Wij hebben herhaaldelijk de grondregels besproken, die den bouw van hangende spoorwegen beheerschen, even als de voordeelen die vermoedelijk uit hunne toepassing zullen voortvloeijen, zoodat wij ons thans kunnen bepalen tot het beschrijven van de wijze, waarop de heer Fell deze grondregels in praktijk heeft gebragt.

Eenigen tijd geleden ontwierp de heer Fell een hangenden spoorweg met één rail en naar dat stelsel werd eene lengte van ruim 1 600 M. gebouwd, strekkende van de Parkhouse hematite ertsmijnen, nabij de abdij van Furness, tot het station Roose van den Furnessspoorweg in Noord-Lancashire. Deze lijn is aangelegd met hellingen van gemiddeld 1 op 42, heeft bogen van 100 tot 200 M. straal en wordt geëxploiteerd door middel van een draadkabel. De wagens laden elk een ton erts en de lijn kan voorzien in een vervoer van omtrent 100 000 ton per jaar.

Nadat deze lijn een tijd lang in gebruik was geweest, stuitte de heer Fell op praktische moeijelijkheden bij de exploitatie van eene lijn van zulke geringe breedte, 203 m.M., waarom hij besloot eene lijn met twee sporen aan te nemen, die, als meerdere stevigheid gevende, zulk eene geringe spoorwijdte zou kunnen bekomen, dat de wederstand door de bogen veroorzaakt tot zekeren graad verdwijnen zou. Hij slaagde er in een ingenieur, die tot den *board of trade* in betrekking stond, te overreden de Furnesslijn te berijden en het gelukte hem zooveel vertrouwen in het stelsel op te wekken, dat de regering ten laatste magtiging verleende tot den aanleg eener proeflijn in het zuider legerkamp te Aldershot. Deze lijn is ongeveer 1 600 M. lang, vangt aan bij de intendance, nabij de stad, en loopt langs een zeer bogtigen weg langs de bakkerij en de vleesch-magazijnen tot bij den Flagstaffheuvel, waar zij tijdelijk eindigt. Er is evenwel voorgesteld de lijn te verlengen tot het noorder kamp en haar zoo in verbinding te brengen met het Basingstokekanaal en den zuidwester spoorweg. De spoorweg is natuurlijk bestemd, om levensmiddelen in het kamp rond te deelen, daar thans een groot aantal paarden worden gebezigd om brood en vleesch van het zuider naar het noorder kamp en om voorraad van allerlei aard van den spoorweg naar het kamp te vervoeren.

Na deze algemeene mededeelingen kunnen wij tot de beschrijving van de lijn overgaan, blijkende de zamenstelling gereedelijk uit de afbeeldingen.

De lijn vangt aan bij de beneden-magazijnen en strekt over eenigen afstand nagenoeg op terreinshoogte. Dan buigt zij met eene scherpe bogt links en komt op een viaduct hoog in het midden 7.5 M. en lang 235 M. De lijn klimt over den geheelen weg naar den viaduct en op dezen met eene helling van 1 op 50, maar in den viaduct is de lijn volkomen regt. Voorbij den viaduct wendt de lijn zich links door eene kleine ingraving en loopt digt langs de boven-magazijnen, het slagthuis en de bakkerij. Hier bereikt de lijn haar hoogste punt en vandaar daalt zij, dan regts dan links buigende, met eene zachte helling tot waar zij den weg naar den Flagstaff-heuvel bereikt, zijnde het tijdelijke eindpunt der lijn. De uitbakening is geschied zonder het vermijden van terreinmoeijelijkheden te beoogen. Veeleer volgt de lijn tusschen de aangewezen punten de meest regte bruikbare rigting, evenals in oorlogstijd een weg door militaire ingenieurs zou uitgebakend worden, zonder bijzonder keurig te zijn in de keuze van het terrein.

De geheele spoorweg bestaat uit een doorgaand houten bouwwerk. Eene enkele rij stijlen staat op regelmatige afstanden langs de lijn, de ondereinden der stijlen steunen op houten dwarsliggers en zijn door dwarsschoren diagonaalsgewijze verbonden; kuilen worden in den grond gegraven, de stijlen op hun plaats gesteld en de aarde vast aangestampt. De lengte der stijlen verschilt naar gelang van den vorm van het terrein, vermits de boveneinden in hetzelfde vlak moeten liggen, om den bovenbouw te kunnen dragen. Deze bestaat uit twee houten langsliggers, zijdelings, met eene tusschenruimte, op de stijlen geplaatst, daaraan met schroefbouten bevestigd en daartegen geschoord. De spoorweg zal dus somtijds naauwelijks 1 M. boven het terrein verheven zijn, terwijl bij den overgang van valleijen of ravijnen de hoogte 6 tot 9 M. kan bedragen, en hij kan bogen en hellingen bevatten evenals elke andere spoorweg. Deze langsliggers, welke doorgaande slapers vormen, dragen vier spoorstaven, twee op het bovenvlak en twee aan de buitenzijde. De eerstgenoemde spoorstaven, die den trein dragen, zijn van ijzer. Op de Aldershotsche lijn liggen zij met eene spoorwijdte van 0.457 M. De zijdelingsche spoorstaven zijn van hout en digt langs den onderkant der liggers met nagels bevestigd, zoo dat zij lager liggen dan de spoorstaven der rijbaan. Zij maken een eigenaardig deel van dit stelsel uit en dienen tot leiders voor de horizontale wielen der wagens en rijtuigen.

Waar een zijtak voorkomt of eene wisselplaats gevorderd wordt, worden de wissels gevormd door een deel der spoorbaan, ter lengte van 6 M., aan het eene einde draaibaar te maken, terwijl het andere, op een paar rollen rustende, tusschen de hoofdlijn en het rijspoor heen en weder kan bewogen worden.

De rijtuigen hangen onder de assen, waardoor het zwaartepunt zeer laag wordt geplaatst, en zij zijn voorzien van horizontale wielen, die tegen de boven beschrevene leispoorstaven loopen, waardoor het rijtuig in evenwigt wordt gehouden en ontsporing schier onmogelijk wordt.

In de figuren zijn drie onderscheidene gedeelten der lijn afgebeeld. De bovenbouw is op de lijn van Aldershot voor alle gevallen dezelfde, hebbende de langsliggers eene hoogte van 40 en eene breedte van 15 c.M. De rails zijn met breeden voet, 51 m.M. hoog en wegen nagenoeg 15 K.G. per M. Waar de spoorweg slechts weinig boven het terrein verheven is wordt de inrigting van het juk gevolgd die in figuur 15 is voorgesteld, waar de hoogte iets meer bedraagt wordt het juk gebezigd in figuur 16 afgebeeld, en waar het laagste gedeelte der vallei met den viaduct wordt overgegaan, worden de steigers van figuur 17 gebruikt. Van al het houtwerk zijn de afmetingen in de figuren aangegeven (*). Men zal ontwaren dat deze allen veelvouden of factoren van 8 zijn, en daar alle stukken naar vaste mallen gemaakt zijn, kunnen zij in den zaagmolen gereed gemaakt en vandaar ter opstelling verzonden worden, met volkomen zekerheid dat alles goed aaneensluitend zal worden bevonden. Het juk van den viaduct is zeker bijzonder goed ontworpen, en ofschoon op vele plaatsen de benedenste liggers alleen steun op den grond vinden, wordt geen noemenswaardige schommeling waargenomen, daar de geheele bouw zoo stevig en sterk is als kan verlangd worden.

Voor de dienst op deze lijn is door de heeren Manning, Wardle en Cie. te Leeds eene locomotief met tender ontworpen en vervaardigd, welke in figuur 18 is afgebeeld. De stoomcilinders hebben eene middellijn van 16.5 c.M. en 25 c.M. slag, en zijn buiten tegen de zijramen in hellenden stand en onder het vlak der spoorstaven bevestigd. De locomotief loopt op zes gekoppelde wielen, van 0.406 M. middellijn, met stalen assen en stalen banden. De radstand is 3.25 M. en de drijfwielen hebben geen flenzen, ten einde bij het doorrijden der bogen de wrijving te verminderen. De ketel is geweld en van flenzen voorzien, zijnde er geen hoekijzer aan gebruikt; de vuurkast is van koper, met eene verwarmingsoppervlakte van 1300 d.M². ; de vlampijpen zijn van geel koper, ten getale van twee-en-twintig, buitenwerks 47.6 m.M. in middellijn met eene oppervlakte van 5760 d.M². ; alzoo bedraagt de geheele verwarmingsoppervlakte 6.06 M². bij een oppervlak van den vuurrooster van ongeveer 28 d.M². De ketel is van twee injectors voorzien en aan de machine is verder alles aangebragt wat tot eene locomotief van den eersten rang behoort.

De grootste afmetingen zijn: lengte 4.634 M., breedte 1.549 M. en het gewigt 4500 K.G. De tender draagt op vier wielen, eveneens van 0.406 M. middellijn, met een radstand van 2.849 M. De remtoestel werkt op alle vier de wielen, de waterbak kan 780 L. bevatten en voorts is er ruimte voor 425 L. brandstof. De lengte van den tender bedraagt 3.737 M. en zijn gewigt met inbegrip van den ganschen voorraad water en brandstof 3835 K.G. Zijn locomotief en tender zamengekoppeld, dan is de grootste lengte 7.722 M. over de bufferbalken en is het totale brutogewigt van 8335 K.G. verdeeld over een radstand van 6.832 M. Machine en tender zijn natuurlijk beide voorzien van de bovenvermelde horizontale leiwielen, en daar zij aanmerkelijk breeder zijn dan de spoorweg waarover zij loopen, zoo is eene ijzeren voetplaat met leuning aangebragt kunnen worden, waardoor de machinist in de gelegenheid is overal langs de machine en den tender te gaan, zonder vrees van er af te zullen vallen.

Het kleine werktuig is fraai bewerkt, en werkt inderdaad zeer goed, maar de cilinders zijn te laag geplaatst, een gebrek dat bij eene tweede machine, die thans in aanbouw is, zal vermeden worden. De wijze waarop de verbindingstang op eene spil in eene verbreeding van de koppelstang der wielen werkt, schijnt vreemd, maar de uitwerking is natuurlijk juist dezelfde als of zij, als gewoonlijk, op den hals der kruk werkte, omdat, wanneer twee punten van een vlak in cirkels worden rondbewogen, elk ander deel van dat vlak in een cirkel zal ronddraaijen.

Het voornemen bestond Woensdag eenige proeven omtrent de trekkracht der locomotief te nemen, maar het weder was zoo vreeselijk onstuimig dat van die beproeving werd afgezien en alleen drie ritten werden gedaan, telkens met de vijftien à twintig heeren, wier ijver in het najagen der wetenschap zich niet door storm en regenbuijen liet bekoelen. Twee wagens werden aan de machine gehaakt, waarin de bezoekers het zich zoo behagelijk mogelijk maakten, zonder het evenwel in eenig opzigt behagelijk te hebben. Het berijden der lijn leverde de meest bevredigende uitkomsten.

De gemiddelde snelheid was 1 K.M. in 3 minuten, maar een gedeelte der lijn werd met eene snelheid van ten minste 40 K.M. in het uur bereden. De beweging was uitermate zacht en vast en wij merkten op, dat, alleen uitgezonderd bij het doorrijden van scherpe bogen, de leiwielen nimmer met de rails in aanraking kwamen.

Wij achten het onmogelijk aan te wijzen waardoor eenig ongeluk zou kunnen ontstaan en zouden geenerlei bezwaar vinden om de geheele lijn met eene snelheid van 65 K.M. in het uur berijden.

(*) Wegens hetgeen volgt zijn in de figuren de engelsche maten behouden. (Red.)

Hoewel Woensdag geene proeven werden genomen, mogen wij hier niet onvermeld laten, dat eenigen tijd te voren eene commissie van militaire ingenieurs eene reeks proeven heeft bewerkstelligd in tegenwoordigheid van generaal F. E. Chapman, inspecteur-generaal der fortificatien, kolonel Ogle, kommandant van het korps militaire ingenieurs, kolonel ingenieur Somerset en luitenant kolonel ingenieur Chesney, en een aantal andere officieren van het departement van oorlog. De proeftreinen waren zamengesteld uit wagens, beladen met tenten, zakken met meel en beschuit, vaten suiker en varkensvleesch en granaten voor negen- en zestienponders, elke tot een gewigt van ruim 3000 K.G. Een wagen was beladen met 16.7 M³. hooi. In sommige wagens bevonden zich de leden der commissie van ingenieurs en andere belangstellende officieren en twee wagens waren ingenomen door soldaten met hunne geweren en volledige uitrusting. De personentreinen reden over de lijn met eene snelheid van 32 K.M., de gemengde treinen met eene gemiddelde snelheid van 16 K.M. in het uur. De grootste snelheid, die met personentreinen werd bereikt, was 48 K.M. in het uur en toen hadden de rijtuigen een even vasten gang als die op een gewonen spoorweg. Het bouwwerk onderging geen merkbare schommeling, en de trilling was niet grooter dan gewoonlijk bij ijzeren en houten spoorwegbruggen wordt waargenomen.

Alles te zamen genomen, zijn wij van oordeel, dat de heer Fell uitnemend geslaagd is. Natuurlijk zal de vraag zijn, welke eigenaardige voordeelen leveren de hangende spoorwegen op? Het eerste is dat, daar alle of nagenoeg alle aardewerk bespaard word, de weg zeer goedkoop te maken is, zoodat de kosten hoogstens 11 125 tot 18 645 gulden per K.M. bedragen. Voorzeker zijn nog andere redenen ten voordeele bij te brengen, maar deze zijn reeds medegedeeld in het bovengenoemde nummer van 4 October.

Onder de tegenwoordig zijnde personen merkten wij op den kapitein-ingenieur Luard, de civiel-ingenieurs Debray, Brumon en Raily en de heeren Fopling, Wardle, Morris, Bellhouse, Ridehalgh, Fell en Fell junior. De locomotief werd bestuurd door den heer Barnes, vroeger opzigter-machinist bij den Fell-spoorweg over den Mont-Cenis.

KRACHTEN WERKENDE OP ASSEN VAN SPOORWEGRIJTUIGEN.

(*The Engineer*, December 27, 1872, p. 433.)

In het laatste nummer van het „Annuaire" komt een opstel voor van den civiel ingenieur F. Matthey, over assen van spoorwegrijtuigen, dat eenige opmerkzaamheid verdient. De heer Matthey betoogt dat, wanneer de cilinder als de juiste vorm voor eene as wordt aangenomen, zulks, hoezeer nagenoeg in overeenstemming met zuiver theoretische grondregels, in strijd is met de voorwaarden, die in de praktijk de overhand hebben. In de onderstelling dat de krachten enkel vertikaal zijn en gelijke drukking op elk uiteinde van de as of hals teweeg brengen en dat deze onveranderlijk in horizontalen stand wordt gehouden, zou de cilindervorm geschikt zijn voor het deel van de as, tusschen de legers der wielen.

Aangenomen dat de vertikale drukkingen op de halzen gelijk zijn, heeft het behoud van de as in een onveranderlijken horizontalen stand ten gevolge, dat ook de reactien van beide spoorstaven gelijk zijn.

De invloed der bogen daargelaten, waarin de hoogere ligging van de buitenspoorstaaf de as uit den horizontalen stand brengt, behoeft het geen bewijs dat de eene spoorstaaf meer kan zakken dan de tegenovergestelde en dat de verbindingen niet zoo volkomen gegelegd worden, dat de verlangde gelijkheid der afzonderlijke reactiën daaruit volgt. Voor zooveel de spanningen betreft, kan de as, of liever de halve as, in drie deelen verdeeld worden, namelijk het deel tusschen het midden der as en de naaf van het wiel, het deel dat op het wiel draagt of bevestigd is, dat is het leger van het wiel, en het deel dat den hals bevat en theoretisch de helft der belasting van de beide wielen draagt. Van de verhoudingen dezer deelen hangt in hoofdzaak de sterkte der as af. Onder deze voorwaarden toont de heer Matthey aan, dat het buigingsmoment op eenig deel van de as regtstreeks evenredig is aan den afstand tusschen het midden van den hals en het midden van de spoorstaaf, dewijl dit laatste ondersteld wordt het punt te zijn, waar de vertikale reactie ontstaat. Deze afstand stelt den hefboom voor, waarmede de vertikale drukking op de as werkt. De afscheurende kracht is standvastig over de geheele lengte der as, en zou derhalve aanwijzen, dat de dwarsdoorsnede op elk punt standvastig en dat de cilindervorm de ware is. De gevolgtrekking uit deze premissen, waarin het gewigt van de as zelf verwaarloosd is, leidt tot het onvermijdelijk besluit dat eene cilindrische as, in het midden het zwakst zijnde, ook op dat punt moet

breken. Maar de ondervinding heeft sedert lang bewezen, dat cilindrische assen niet in het midden breken, maar hetzij in de halzen zelven, hetzij juist achter de naaf van het wiel. Daar de doorsnede eenvormig is, moeten deze deelen meer gespannen worden dan de meer naar het midden gelegene, en kan gevolgelijk de inhoud der doorsnede in het midden der as verminderd en de sterkte der geheele as onveranderd behouden worden.

Geschiedt dit, dan heeft de as niet langer een cilindrischen vorm, maar dien van een dubbelen afgeknotten kegel. Het doel, waarmede een bijzondere vorm voor eene as, een ligger of elke andere soort van zamenstel wordt aangenomen, is een vorm te verkrijgen, die op alle punten even sterk is, welk onderscheid er ook moge bestaan in de hoegrootheid der betrekkelijke spanningen op die punten. De erkenning dezer daadzaak en het streven om haar in praktijk te brengen, hebben geleid tot het uitgebreide gebruik van ijzer en tot de wetenschappelijke behandeling, welke het in al zijne verschillende toepassingen door de ingenieurs van den lateren tijd heeft ondergaan.

Tot den geschikten vorm voor eene as is men door de ervaring gekomen, voor dat die door analytische redenering en nasporing bepaald werd. Aannemende dat de normale toestand voorgesteld wordt door het zamentreffen van het zwaartepunt der belasting van een rijtuig of wagen met de vertikale as, gaande door het midden van de wagenas, dat de beide veeren gelijkelijk belast zijn, dat bijgevolg de vertikale drukking op de beide halzen gelijk is, zoo is het niettemin duidelijk dat deze staat van evenwigt niet lang kan duren. Welke ook de aard of toestand moge zijn van den weg, waarop de as beweegt, zullen de vertikale en horizontale schokken, die in meerdere of mindere mate moeten voorkomen, haar spoedig aan spanningen blootstellen, afwisselende zoowel wat betreft het aangrijpingspunt als de intensiteit. Ieder die op spoorwegen gereisd heeft kent bij ondervinding de hevige schokken, welke de rijtuigen en hun inhoud ondergaan, wanneer met groote of zelfs met middelmatige snelheid gereden wordt. Deze schokken worden voornamelijk gevoeld, wanneer de trein over wissels en puntstukken gaat en dit zijn juist de schokken, die de assen aan sterke en plotselinge spanningen blootstellen.

De oorzaak is niet van zooveel gewigt, als het dadelijk gevolg en indien door eenige oorzaak een der beide wielen aan een grooteren vertikalen tegenstand wordt onderworpen dan het andere, zal de vertikale drukking op een der halzen evenredig grooter zijn dan die op den anderen. De zijdelingsche beweging der rijtuigen op een spoorweg brengt deze uitwerking teweeg en het natuurlijk gevolg is dat de as breekt — niet in het midden, zooals in den reeds besproken normalen toestand het geval zou zijn — maar op eenig punt achter de naaf van een wiel. Dit feit is in allen deele genoegzaam om aan te toonen, dat in de praktijk de cilindrische vorm, of die met gelijke dwarsdoorsnede, niet geschikt is om voor assen van spoorwegvoertuigen te worden aangenomen. De overweging van deze oorzaak regtvaardigt theoretisch en praktisch het gebruik van den afgeknotten kegel, die thans overal zoo hier te lande als in den vreemde op spoorwegen in zwang is. De tweede aanleiding tot breken bestaat in den horizontalen schok aan de flenzen der wielen toegebragt door de zigzagsche beweging van deze tusschen de spoorstaven, en die de heen- en wedergaande of slingerende beweging aan de rijtuigen mededeelt. De drukking op de beide halzen wordt dus ongelijk en in de onderscheidene dwarsdoorsneden der as ontstaan dienovereenkomstig ongelijke krachten. Het deel onmiddellijk achter eene der naven wordt het sterkst aangegrepen, terwijl dat in gelijken stand ten opzigte van het andere wiel, in juist tegenovergestelden zin wordt aangedaan. De buigingsmomenten door de horizontale schokken op het midden of op eenig ander punt der as teweeg gebragt, zijn onveranderlijk grooter, dan die, voortspuitende uit vertikale schokken. De meerdere spanning, door deze laatste alleen veroorzaakt, is, volgens den heer Matthey, door proeven bewezen, ongeveer 50 ten honderd der normale drukking te bedragen.

Om tot naauwkeurige bepaling van den juisten vorm eener as te geraken, of, met andere woorden, tot vaststelling der betrekkelijke middellijnen voor de verschillende dwarsdoorsneden, moeten noodwendig alle krachten in aanmerking genomen worden, die, hetzij afzonderlijk, hetzij vereenigd, er op werken. Wanneer de flens van een wiel langs de spoorstaaf strijkt, wordt terstond eene horizontale kracht ontwikkeld, evenwijdig aan de as, welke deze met den daarop rustenden last naar het midden van het spoor terugdringt. Op hetzelfde oogenblik werkt de wagen met zijnen inhoud in juist tegenovergestelde rigting en neigt zich naar de buitenzijde der metalen, zoodat de totale drukking op de as de som is der beide krachten, namelijk de vertikale last op de halzen en de horizontale reactie van den wagen met zijn inhoud. Alles te zamen genomen werken zes krachten op de as, en wel de twee drukkingen op de halzen, de twee reactien van de spoorstaven, door de wielen overgebragt, en de twee horizontale krachten. Onder den invloed van deze krachten ontstaat in de as niet slechts een buigingsmoment, maar somtijds ook over de geheele lengte van de as uitrekkende of zamendrukkende krachten. De ongelijke verheffing of zakking van de beide wielen brengt verandering in den stand den stand der as te weeg, en het is door proeven bewezen, dat deze ongelijke beweging verschillende buigingsmomenten in de onderscheidene doorsneden der as veroorzaakt, bijzonder in die onmiddellijk achter het wielleger, welke als de gevaarlijke doorsnede kan worden beschouwd. Indien de halve as, of de lengte tusschen het midden der as en het midden van het draagvlak van het wiel, welk punt kan worden aangenomen in hetzelfde vertikale vlak te liggen als het midden van de spoorstaaf, in vijf gelijke deelen verdeeld, en het buigingsmoment op het midden van de as door de eenheid voorgesteld wordt, zal dat op de overige deelpunten afwisselen van 1.13 tot 1.65, met een standvastig verschil van 0.13. De overeenkomstige middellijnen op deze punten zullen 1.04, 1.08, 1.12, 1.15 en 1.18 zijn, wanneer de middellijn op het midden van de as gelijk 1 is. De middellijn van het deel der as dat op het wiel draagt kan dezelfde zijn als van het daarbuiten gelegen deel, namelijk 1.15 in plaats van 1.18, wanneer er volkomen verbinding tusschen de as en het wiel bestaat. Maar daar dit niet altijd het geval is, is het geraden ook aan dit deel de grootste middellijn te geven. De gevaarlijke doorsnede is die welke voorgesteld wordt door het cijfer 1.15, en indien die verhouding op dit punt aangenomen en de middellijn naar het midden der as trapsgewijze tot 1.006 verminderd wordt, zal de as de gedaante van een enkelen kegel hebben, die niet merkbaar van den theoretischen vorm zal verschillen. Uit het voorgaande blijkt overtuigend dat elke cilindrische as, die de gevorderde sterkte bezit, vervangen kan worden door eene andere, die in de gevaarlijke doorsnede dezelfde middellijn heeft, maar waarvan de dikte in het midden slechts 0.875 van die middellijn bedraagt. Bij gelijke sterkte als de oorspronkelijke as, zal de verbeterde veel ligter zijn.

De heer Matthey staat het gebruik van assen van gegoten staal voor. Is dit materiaal van goede hoedanigheid, dan kan het veilig tweemaal de spanning van getrokken ijzer verduren en zullen zijne buigings- en brekingsmomenten dezelfde verhouding hebben. Naar deze gegevens berekend zal de middellijn van eene stalen as vier vijfden van die eener getrokken ijzeren en haar gewigt slechts vijf achtsten van dat van laatstgenoemde bedragen. Een ander voordeel uit het gebruik van dit metaal voortvloeijende is, dat de middellijn der halzen tot 0.706 verminderd kan worden. Bovendien zal een stalen hals, zonder heet te loopen, een grootere drukking per eenheidsoppervlakte kunnen dragen dan een ijzeren. Een gevolg van geringere dikte der halzen is vermindering der kracht tot voortbeweging, die in elk voertuig in regtstreeksch verband staat met de verhouding tusschen de middellijn der halzen en die der wielen. Het gewigt van een stalen hals is omtrent drie vierden van dat van een ijzeren. Bij gebruik van stalen assen behoeft het wielleger en gevolgelijk de naaf van het wiel niet zoo lang gemaakt te worden. De lengte van dit deel eener as heeft niet veel invloed op hare sterkte, mits de middellijn een weinig zwaarder genomen worde, dan die van het onmiddellijk daarachter gelegene en de aansluiting tusschen het wiel en de as overal goed verzekerd zij. De bevestiging van het wiel op de as heeft een zeer aanmerkelijken invloed op de spanningen. Is de naaf kort en worden geen spiëen voor de verbinding gebezigd, dan moet de spanning per vierkante eenheid oppervlakte geëvenredigd groot zijn. Voorts veroorzaakt het slijpen van de wielflenzen eene eigenaardige drukking op dit deel der as en tracht dit in te snijden, met eene kracht omgekeerd evenredig aan de lengte van het wielleger. Deze neiging tot insnijden kan getemperd worden door de buitenranden van de wielnaven af te ronden. Het bevestigen der wielen op assen van gegoten staal vereischt veel grooter kracht dan bij ijzeren assen noodig is, zoodat, daar eene grootere drukking wordt uitgeoefend, het wielleger betrekkelijk korter kan zijn, en wel in verhouding van 0.22 tot 0.36. Het is onnoodig door voorbeelden aan te toonen, dat breuken van assen van spoorwegrijtuigen zelden of nooit in het midden voorkomen, maar steeds op of digt bij de gevaarlijke doorsnede. Een verslag van kapitein Tyler betrekkelijk een in September jl. voorgevallen ongeluk verklaart dit welbekende feit. De tenderas brak nagenoeg juist dwars over deze doorsnede en wat den vorm der as betreft, was de middellijn over het wielleger kleiner dan die der gevaarlijke doorsnede. De breuk kwam voor aan de borst, of het punt waar de middellijn verandert. Was de middellijn over het wielleger gelijk aan die der gevaarlijke doorsnede geweest, zoo zou de as sterker geweest zijn, maar die sterkte zou nog vermeerderd zijn en welligt in die mate dat het onheil ware voorkomen, indien zij vergroot ware in de verhouding, aangegeven in het gedeelte van dit opstel, waarin de betrekkelijke middellijnen voor de verschillende dwarsdoorsneden behandeld zijn.

Dat de onderwerpelijke as gebroken is ten gevolge van een oorspronkelijk gebrek in den vorm en niet van mindere hoedanigheid van het metaal, wordt bewezen

door het feit dat kapitein Tyler de overgeblevene lengte heeft beproefd en doen breken, waarbij bleek dat het van uitmuntende hoedanigheid was.

Na dit ongeval heeft de noord-oösterspoorwegmaatschappij, op welker lijn het plaats greep, den vorm harer assen gewijzigd. In het nieuwe en verbeterde model is de borst of plotselinge vermindering in de middellijn der as, juist ter plaatse waar meer dikte moest bestaan, geheel verdwenen en is de middellijn van het wielleger grooter genomen dan die der gevaarlijke doorsnede. De asbreuk van eene locomotief, een tender of een rijtuig kan van zulke noodlottige en treurige omstandigheden vergezeld gaan, dat de bepaling van den geschiktsten en sterksten vorm eene zaak van het grootste belang is. Deze kan alleen met juistheid vastgesteld worden door ontleding van de krachten en door een wiskunstig onderzoek van de betrekkelijke voorwaarden, een onderwerp waarop wij ter gelegener tijd willen terugkomen.

TOESTEL TOT HET OVERVERHITTEN VAN STOOM VAN J. WYATT REID TE NEW-YORK.

Mededeeling van den luitenant ter zee CAVELIER DE CUVERVILLE.

(Vertaald door F. P. J. MAHIEU, L. K. Inst. I.)

(*Annales du génie civil*, Juin 1870, p. 417.)

(Plaat 28, figuur 14.)

De meeste in den laatsten tijd gebouwde stoomketels zijn van een toestel voorzien, om den stoom te droogen en hem eene temperatuur te geven een weinig hooger dan die, welke met de spanning overeenkomt, door gebruik te maken van de groote warmte der verbrandings-producten die naar den schoorsteen stroomen.

Immers is de verzadigde stoom bij het stroomen uit den ketel dikwerf bezwangerd met water, vindt verder afkoeling op den weg naar den cilinder plaats, veroorzaakt eindelijk de afkoeling in den cilinder, vooral als met veel uitzetting gewerkt, de stoom dus slechts gedurende een klein deel der slaglengte toegelaten wordt, een nieuw verlies.

Het oververhitten van den stoom heeft ten doel die verliezen te voorkomen en een deel van de door de trekking (*) verloren warmte te herwinnen, en tot het verrigten van arbeid te bezigen. Gemeenlijk is de daartoe gebezigde toestel in den voet van den schoorsteen geplaatst, die daar zooveel verwijd is, als noodig om de doorstroomingsopening in verhouding niet minder dan bij van genoemden toestel niet voorziene ketels te doen zijn. De stoom stroomt op zijn weg naar den cilinder door de kanalen van den toestel, die een meer of minder groot verwarmd oppervlak heeft.

Ongelukkigerwijze kan evenwel in de meeste tot heden gebouwde toestellen de werking van de warmte op hunne wanden niet geregeld worden, kan men de werking niet doen ophouden, ten gevolge van den blijvenden stand van den toestel op een punt, waar de vlam dikwerf, en juist als het niet noodig is, buitengemeen sterk is.

Zulks is bijvoorbeeld het geval als het vuur pas is aangestoken, en dat, wijl de machine niet werkt, geen stoom in de toestel circuleert. Alsdan wordt de warmte geheel door de metalen wanden van den toestel opgenomen, die roodheet worden en spoedig in 't ongereede geraken.

Daarbij komt, dat bij het in werking stellen van de machine, de stoom, door den toestel stroomend, aanvankelijk zoo sterk oververhit wordt, dat de pakkingen verbranden, de smeermiddelen verdampen, waardoor de wrijvingen sterk toenemen en de op of over elkander bewegende deelen, als stoomschuiven, spiegels, zuigers en cilinders, invreten of vervormen.

Deze onregelmatigheden in de mate van warmte brengen ook uitzettingen en inkrimpingen te weeg, die de verbindingen, de voegen doen losgaan en lekken veroorzaken.

Uit de tot dusverre opgedane ondervinding schijnt te volgen dat oververhitting slechts toe te passen is tot een temperatuur van 170° à 180°, doch moet ook dan in plaats van pakking van caoutchouc, hennep of katoen, metalen pakking gebezigd worden. Daarbij is nog een goede thermometer tot het meten dier hooge temperatuur onmisbaar.

„De ondervinding," zoo zegt de heer Flachat, „heeft geleerd dat een oververhitter dan alléén doeltreffend is, wanneer hij aan den stoom niet die hoeveelheid water ontneemt, die deze in gemeenschap met het water waaruit hij voortkwam, in natuurlijken toestand bevat, welk water als smeermiddel voor de schuiven en de zuigers dient."

De verschillen in de uitrekkingen van 't metaal door de warmte zijn vooral te duchten in oververhitters met regte pijpen, als die in de stoomketels geplaatst, zoowel wijl het stoken op zich zelf sterke afwisselingen in warmte-ontwikkeling veroorzaakt, als omdat stoom

(*) De tot oververhitting noodige warmte moet aan de heete gassen, die door den schoorsteen ontwijken, ontnomen worden *zonder de noodige trekking te benadeelen*. Alleen op die voorwaarde kost oververhitten geene meerdere warmte. In de scheepsstoomketels is het gemakkelijk hieraan te voldoen, daar de verbrandingsproducten gemeenlijk bij een temperatuur hooger dan 300°, ontsnappen.

in zeer droogen toestand veel minder sterke warmte opneemt, dan water, en dat bovendien, als hiervoor reeds is aangemerkt, tijdens den stilstand der machine geen circulatie van stoom in den toestel plaats vindt.

Alleen het ijzer kan eene hitte als die der verbrandingsproducten weerstaan, doch het is onderhevig aan sterke oxydatie, aan lekworden, waarom men in 't algemeen de wanddikte der pijpen van overhitters veel grooter neemt dan die der vlampijpen van stoomketels.

In het rapport der militaire commissie over de wereldtentoonstelling van 1867 leest men het volgende:

„De engelsche constructeurs hebben geene scheepsstoom„ketels ingezonden, en kan men dus niet over de waarde „der door hen toegepaste oververhitters oordeelen.

„In de fransche afdeeling is slechts één dergelijke „toestel ten toon gesteld, namelijk een oververhitter „volgens het stelsel Delafond en Corradi (*). Hij is zeer „zaamgesteld, en geeft aan den stoom eene te hooge „temperatuur, blijkens proeven aan boord van de *Fon„tenoy* genomen. Een in de loods aan den waterkant „tentoongestelde toestel, bestemd voor de *Friedland*, „is berekend om de temperatuur van den stoom hoog„stens 20° hooger te doen zijn, dan die, welke met „de spanning overeenstemt.

„Hij heeft het voor een oorlogschip gewigtig gebrek „dat de ruimte, waarin zich stoom bevindt, 2 M. „hooger is, dan zonder den toestel."

Wij kunnen hier nog bijvoegen, dat de oververhitter der *Friedland* geen pijpen heeft, doch uit vlakke kisten is zaamgesteld (als de stoomketels van Lamb), minder plaats inneemt dan die van Delafond en minder hoog is. De behandeling er van is eenvoudig genoeg, doch de zamenstelling vereischt groote zorg. De verbindingen, die natuurlijk eene volkomen digtheid vereischen, zijn lastig uit te voeren, daarbij zijn herstellingen zeer moeijelijk te verrigten.

Vorengaande beschouwingen omvatten in het kort het vraagstuk van oververhitters. Zij stellen ons in staat de waarde van den thans te beschrijven toestel, die in Amerika eenig succes heeft te beoordeelen.

(*) De eerste bij de fransche marine gebezigde oververhitter is ontworpen door den heer Delafond, thans capitaine de frégate, wiens belangrijke onderzoekingen bij ieder, die zich aan de studie van scheepsstoomwerktuigen wijdt, bekend zijn.

De toestellen Delafond zijn op verscheidene handelsstoomschepen geplaatst, met het gevolg dat gemiddeld 1 knoop meerder snelheid bij gelijk brandstofverbruik gewonnen werd. Bij de fransche marine zijn zij toegepast op de *Fontenoy*, *de Reine Hortense* en *de Gloire*. Hun gewigt bedraagt 15 K.G. per nominale paardenkracht.

(*L'ar naval à l'Exposition de* 1867, door den admiraal Paris.)

De uitvinder Wyatt Reid, werktuigkundig ingenieur past hem toe op ketels van land- en scheepsstoommachines, zoowel die met, als die zonder condensatie werken, en hij beweert eene groote besparing van brandstof te verkrijgen, daarbij de hiervoor ontvouwde bezwaren te ontgaan.

In figuur 14 van plaat 28 stelt *a a* den ketel voor, *B* de waterlijn, *C* den rookgang, *D* den schoorsteen. In dezen is ter geschikte hoogte om aan de heete gassen blootgesteld te zijn, de cilinder *E* geplaatst, waarin vertikale pijpen, zoodat de heete gassen, zoowel om als door den cilinder kunnen stroomen. Met den ketel is de cilinder verbonden, zoowel door de van onder tegen den buitenwand van den cilinder aangebragte aanvoerstoompijp *F*, als door de afvoerstoompijp *G*, die van boven tegen den cilinder is bevestigd. Deze pijp *G* gaat in den stoomketel, doorloopt dezen slangsgewijze een genoegzaam aantal malen beneden de waterlijn, en mondt bij *I* uit.

De werking van den toestel is als volgt:

De natte stoom door de pijp *F* in den oververhitter gekomen, droogt en wordt oververhit door de warmte der heete gassen. Door de pijp *G* weder door den ketel gevoerd, geeft hij zijne overmaat van warmte aan den stoom en het water, dat hij juist daàr doorloopt, waar zulks het gunstigst is, om de verdamping te bevorderen, gaat eindelijk door de pijp bij *I* naar den cilinder en stroomt hierin met eene temperatuur overeenstemmend met zijne spanning, en niet, als met de gewone oververhitters het geval is, met eene nadeelige overmaat van warmte.

Men verkrijgt alzoo het tweeledig voordeel dat droge stoom in den cilinder treedt, en dat de stoom en het water in den ketel door de uitstraling der pijpen in den ketel oververhit worden (?); eindelijk, wijl de toestel voortdurend met natten stoom gevuld kan zijn, 't zij de machine werkt of niet, zullen de door de heete gassen omspoelde oppervlakten minder de nadeelige gevolgen van die hitte ondervinden.

Indien men de slangvormige pijp niet in den ketel wil plaatsen, zou men ze door eene kleine afzonderlijke kookbuis (*bouilleur*) kunnen doen gaan, om op die wijze de overmatige warmte van den stoom te benuttigen. Deze kookbuis, waarin men het voedingwater zou kunnen verwarmen, zou dan met den ketel zelven verbonden moeten zijn door eene pijp (*).

(*) Mandslay, de beroemde machinenfabriekant, heeft oververhitters gemaakt, waarvan de pijpen horizontaal, in verscheidene rijën boven elkaar geplaatst zijn. Die pijpen 1.5 M. lang zijn met hare einden in de pijpplaten van twee regthoekige platte kasten geklonken. De

Naschrift van den vertaler.

Omtrent deze beschouwing over een onderwerp, den schrijver blijkbaar eenigzins nieuw, is het volgende op te merken.

Vele oververhitters zijn zoodanig ingerigt, dat tijdens den stilstand der machine zij minder aan de werking der heete gassen zijn blootgesteld, dan tijdens de machine werkt en alzoo de stoom door den toestel circuleert.

Als zoodanig kan o. a. gewezen worden op toestellen op vele stoomschepen der nederlandsche marine in gebruik, bestaande uit twee concentrische cilinders, waarvan de ringvormige, tusschen beiden zich bevindende, ruimte boven en onder door eene plaat is gesloten, en door welke ruimte pijpen gaan, die in deze ringvormige platen bevestigd zijn.

Onder aan den dus van onder en boven open zijnden binnencilinder, wiens binnenmiddellijn met de wijdte van den schoorsteen overeenstemt, is eene ronde plaat, om hare as draaibaar, opgehangen. Deze plaat, een weinig minder in middellijn dan de binnencilinder, wordt door een eenvoudig trekwerk vertikaal gesteld als de machine stilstaat, waardoor dan de heete gassen dadelijk door den binnencilinder naar den schoorsteen ontwijken, terwijl tijdens de machine werkt, die plaat horizontaal ligt, dus de doorgang door het midden van den toestel verspert, en de gassen gedwongen worden door de pijpen in de ringvormige ruimte, en langs den buitenwand van den toestel te strijken.

Laat men in een oververhitter van den hierbeschreven hoofdvorm de pijpen weg, doch plaatst men in de ringvormige ruimte eenige vertikale schotten radiaal, waarvan één eene doorgaande afscheiding vormt, de anderen om beurten boven of onder genoegzaam van den boven- of onderwand verwijderd zijn om eene voldoende doorstroomingsopening te geven, zoo verkrijgt men een toestel, die door zijne groote eenvoudigheid en duurzaamheid zeer algemeen op handelsstoomschepen aangewend wordt. Bij deze wordt dan van ééne zijde van het doorgaand schot de stoom ingevoerd, die zeer volkomen binnen den toestel circuleert en aan de andere zijde van het schot den toestel verlaat.

Dat de toestel van Wyatt Reed, gelijk in de beschrijving beweerd wordt, ook tijdens den stilstand der machine, beter dan anderen, met natten stoom zou kunnen gevuld zijn, zulks mag betwijfeld worden.

Bij den aanvang, als het vuur pas is aangestoken en de ketel nog betrekkelijk koud is, kan in dezen toestel natuurlijk evenmin stoom *uit den ketel* zijn.

Doch ook tijdens de machine, na b. v. eenigen tijd gewerkt te hebben, stilstaat, kan geen circulatie plaats vinden. Immers zal de, bij het stoppen der machine in den toestel aanwezige, eenigzins nat onderstelde, stoom door opname van meerdere warmte meer tot den volmaakten gasvorm naderen, zou hij, ingeval de aanvoerpijp *F* gesloten, het volumen dus constant was, door die toename van temperatuur eene grootere spanning verkrijgen, en zal hij dus noodwendig ten deele door de aanvoerpijp zelve naar den ketel terugstroomen, waaruit volgt dat aanvoer van natten stoom niet zal plaats vinden. Er is dus niet één reden waarom deze toestel minder spoedig dan anderen door de werking der heete gassen in het ongereede zal geraken.

Wat het beginsel betreft om de voor het mechanisme te hooge temperatuur van den uit de toestel getreden stoom te verminderen door den stoom te doen loopen door pijpen beneden den waterspiegel geplaatst, waardoor zelfs volgens den schrijver het water en de stoom in den ketel *oververhit* zouden worden, dit doel kan op meer eenvoudige wijze bereikt worden, door, gelijk volgens het stelsel van Wetherhed vrij algemeen gedaan wordt, de van den oververhitter komende stoom in de vereischte mate, volgens de aanwijzing van een in de stoompijp geplaatsten thermometer, te vermengen met dadelijk uit den ketel genomen, alzoo eenigzins natten stoom.

Wanneer overigens, gelijk bij toestellen van den laatste tijd het geval is, de afmetingen zoo bepaald worden dat de stoom slechts weinig, 20 à 25° boven zijn punt van verzadiging verhit wordt, waarvan vóór hij in den cilinder stroomt, een deel door uitstraling in de pijpen enz., verloren gaat, dan worden de bezwaren van invreten, enz., vrij wel ontgaan.

Het voorstel, ten slotte door den schrijver gedaan, om het voedingwater met der voor de machine bestemden stoom te verwarmen, zal wel niet spoedig in toepassing worden gebragt.

---

stoom stroomt door de pijpen, terwijl de heete gassen er om heen naar den schoorsteen loopen. Ten einde tusschen de pijpen meer doorstroomingsopening te geven, zijn zij, met uitzondering van hare uiteinden, eenigzings plat gemaakt, ovaalvormig met de lange as verticaal. Overigens zijn de kasten met afneembare, door bouten bevestigde deksels voorzien, om de pijpen te kunnen inbrengen en na te zien.

Nog heeft men oververhitters aangewend, bestaande uit pijpen reikend tot zekere hoogte in den schoorsteen, langs wier wanden bovendien inwendig eene spiraalvormig gebogen lange pijp loopt, waardoor het voedingwater op zijn weg naar den ketel stoomt.

VERSLAG OMTRENT EENE LUCHTREIS, DOOR DEN HEER CÉZANNE, *ingenieur der bruggen en wegen* (*).

(*Annales des ponts et chaussées*, 1872, Avril, p. 253.)

In den aanvang van de insluiting van Parijs had ik aan den gouverneur-generaal Trochu voorgesteld, om naar de Delegatie der regering in de provinciën eenige bijzonderheden over te brengen omtrent militaire maatregelen, welke voor de nationale verdediging noodig schenen. Dit voorstel was in de laatste dagen van October 1870 aangenomen, toen de heer Collignon, inspecteur-generaal der bruggen en wegen en gedelegeerde van den minister van openbare werken, aan den gouverneur voorstelde om mij bovendien met eene zending te belasten, betrekking hebbende op het verstrekken van leeftogt aan Parijs (†).

Nadat mijn vertrek op 31 October was bepaald, maakte ik mij daartoe met spoed gereed.

Er was te Parijs geen beproefd luchtreiziger meer beschikbaar; de heeren Nadar en Godard, belast met de vervaardiging van de ballons, konden niet vertrekken; bovendien hadden zij al hunne kweekelingen reeds weggezonden.

Zij hadden wel is waar eene school van luchtbolsoldaten gevormd, gekozen uit de matrozen van het garnizoen; maar een kort onderhoud met die brave lieden was voldoende om mij te doen inzien, dat, indien zij een touw konden knoopen, zij ten eenemale onbekend waren met de verschijnselen van den barometer.

Ik verzocht dus ernstig met het bevel over den luchtbol te worden belast en koos, om mij te vergezellen, een matroos uit Bretagne, Legloarnec genaamd, een krachtvol en gewillig man, die, daar hij lezen noch schrijven kon, aan mijn gebrek aan ondervinding niet zou zoeken tegemoet te komen en zich tot eene lijdelijke gehoorzaamheid zou bepalen.

Den 31sten October, ten 8 ure des morgens, was aan het spoorwegstation van Orleans alles voor mijn vertrek gereed. Het weder was niet zeer gunstig; de wind blies met kracht uit het westen, dat wil zeggen in de rigting van het oosten of van de door den vijand bezette streken; de hemel was met dikke wolken bezet, die ons den aanblik der aarde moesten verbergen; de *Fulton*, met moeite in bedwang gehouden door het talrijk personeel van den heer Godard, sloeg onder de rukwinden heen en weder. Er werd niettemin tot het vertrek besloten en ik was op het punt in het schuitje te stappen, toen een aide de camp van den generaal Trochu tegenbevel bragt. De generaal had de tijding ontvangen van de overgave van Metz, men onderhandelde over een wapenstilstand en de instructiën, waarmede ik was belast, moesten gewijzigd worden.

Ik was dus te Parijs getuige van de treurige gebeurtenissen van den 31sten October, en in den nacht ontving ik de laatste instructiën van de regering, die uit de handen van de opstandelingen was bevrijd geworden.

Den 1sten November werd het vertrek door het slechte weder verhinderd; er woei een storm, en in weerwil van het gewigt der politieke gebeurtenissen, weigerde de heer Godard de verantwoordelijkheid voor de afzending van den luchtbol op zich te nemen.

In den nacht van 1 op 2 November steeg de barometer plotseling, de wind draaide eensklaps in het noorden en de dag kondigde zich onder gunstige voorteekenen aan.

Ten 8 ure 45 minuten in den morgen was alles gereed; de kracht van den wind veroorloofde te naauwernood den ballon te houden, men moest het vertrek verhaasten; naauwelijks was ik in het schuitje gestapt of ik vernam de gebruikelijke woorden »lâchez tout«.

Terstond, zonder zelf eenigen schok te ondervinden of eenige gewaarwording geschikt om mij te verontrusten, zag ik mijne moeder, mijne vrienden en de menigte toeschouwers als in een afgrond zonder bodem verzinken en tot mikroskopische afmetingen als versmelten: ik strekte hun de armen toe; Legloarnec zwaaide met de vlag en ik was geneigd hun toe te roepen: »ongelukkigen gij zijt verloren«, maar reeds zag ik ze niet meer.

Onder mij zag ik de versterkingswerken van Parijs voorbijgaan, voorts het fort Bicêtre, welks vijfhoek zich in dunne witte strepen als op eene landkaart afteekende.

Het was het uur van het betrekken der wacht: ontelbare bayonnetten schitterden op de wallen; uit de onmetelijke stad, bij gedeelten door de wolken zigtbaar, steeg een verward gedruisch van rijtuigen en menschelijke stemmen tot ons omhoog, waarboven de trompet en de trom uitklonk. De Seine en de Marne verborgen hunne blinkende kronkels in den nevel aan den gezigt-

---

(*) Dit verslag maakt geen aanspraak op wetenschappelijke waarde; het zijn «reisindrukken», welke alleen daarom van eenig belang zullen zijn, omdat zij de herinneringen zullen bewaren van de smartelijke gebeurtenissen, bij welke zoovele ingenieurs der bruggen of wegen op de eene of andere wijze betrokken zijn geweest.

(†) Het afzonderlijk verslag omtrent deze zending is aan het ministerie van openbare werken ingezonden, onder dagteekening van 26 Augustus 1871.

einder en de Mont-Valérien, kleine witte rookwolkjes opwerpende, deed de lucht door zijne losbarstingen trillen. Na een eerste oogenblik van plegtige bewondering, begreep ik dat wij ons voortbewogen en weldra boven de Pruissen zouden heengaan.

Ik raadpleegde snel den barometer, die eene hoogte van 600 M. aanwees, ik deed eenigen ballast uitwerpen en de ballon steeg tot 1200 M.

Op deze hoogte achtte ik mij buiten bereik. Het geweervuur deed zich weldra hooren.

Wij gingen over een versterkt kamp heen, ik zag de kanonnen achter kunstmatige heggen verborgen, de tenten in behoorlijke orde, de kavallerie in de manege; het voetvolk, in groepen verdeeld, deed de schoten vergezeld gaan van duitsche vloeken, die ik zeer duidelijk kon hooren.

Ik was verbaasd, toen ik onze landlieden te midden van de vijandelijke linien veldarbeid zag verrigten en de geringe breedte van die linien vergelijkende met de levendige uitgestrektheid van Parijs, vroeg ik mij zelven af waarom de reus er niet in slaagde dit dunne net te verscheuren, waarin hij zich beknellen liet.

Maar de onmetelijke stad en hare vijanden verloren zich weldra in den onbestemden gezigteinder en mijne aandacht werd geheel bezig gehouden door het prachtig tooneel, dat ik voor oogen had.

De hemel was bezaaid met die witte, langwerpige wolkjes, welke men *schaapjes* noemt; ik zorgde ongeveer 200 M. daarboven te blijven, derhalve ter hoogte van 1200 M., wij gingen gezamenlijk voorwaarts en ik had veel van een herder van een ontelbare kudde. Deze schitterende wolken, meer opeengedrongen naarmate ik mijne blikken verder deed weiden, vertoonden een zeer juist afgebakend horizontaal vlak, dat omstreeks den gezigteinder met de schakeringen van den regenboog was gekleurd. Op dit horizontale vlak weerspiegelde de zon met een verblindenden glans, evenals op de oppervlakte der zee. Boven mijn hoofd vertoonde de hemel zich donkerblaauw; de thermometer, in het schuitje in de schaduw geplaatst, wisselde tusschen 3 en 4 graden onder nul af, terwijl de zonnestralen, heeter geworden door de vermindering van lucht, evenals men dit in de bergen waarneemt, mij dwongen van kleederen te verminderen en mijn hoofd met een witten doek te beschermen.

Door de openingen tusschen de wolken heen zag ik de aarde dof gekleurd, maar zeer duidelijk. Hare vlakten schenen als een schaakbord in tallooze stukken verdeeld; de wegen, de rivieren, de spoorwegen, de boschjes, de dorpen vormden, te midden van de landerijen, duizenderlei kleine verschijnselen van allerlei aard, en, terwijl ik oogenschijnlijk onbewegelijk bleef, ontrolde zich de onmetelijke uitgestrektheid, welke ik met een enkelen blik omvatte, onder mij met zulk eene zachte en zulk eene snelle beweging, dat ik er van verrukt was.

De geluiden der aarde kwamen duidelijk en helder tot mij: het kraaijen van den haan, het blaffen der honden, het rollen der karren over de straatwegen, de kreten der boeren, die zich verzamelden om ons te zien voorbij drijven. Er lag in dit alles iets betooverends.

Gedurende deze aangenamen togt heb ik slechts één gevoel ondervonden, dat van bewondering, en ik moest mij zelven geweld aandoen om tot den barometer, het kompas en de kaart terug te keeren.

Ik zal thans eenige bijzonderheden mededeelen omtrent de besturing van den ballon.

De *Fulton* had een inhoud van ongeveer 2000 M³.

Zijn gewigt ontleedt zich als volgt:

Bekleeding, net, schuitje, anker, *guide-rope*, ongeveer	500 K.G.
Twee personen	150 "
Pakketten en brieven	200 "
Bagaadje, leeftogt, instrumenten, duiven	30 "
Ballast	400 "
Te zamen . . .	1280 K.G.

De ballon was gedurende den nacht langzaam gevuld met koud gas, hetgeen eene gunstige omstandigheid is. Ik nam de navolgende instrumenten mede, zijnde het strikt noodige:

1°. een aneroïde-barometer met fijne graadverdeeling, die in de verhouding van 1 m.M. voor 10 M. de volstrekte hoogte aangaf van het waterpas der zee (760 m.M.) tot aan de hoogte van 2500 M. (510 m.M.) (*).

2°. een zeer gevoelige aneroïde-barometer; de naald, die onderscheidene malen de wijzerplaat kon rondgaan, wees de minste verandering van dampkringdruk aan, maar niet de volstrekte waarde;

3°. een zakkompas;

4°. een thermometer;

(*) In de werkelijkheid is de berekening van den barometerstand verre van zoo eenvoudig te zijn als ik het hier voorstel; maar voor den luchtreiziger is eene vergissing van eenige M. in hoogte volstrekt van geen beteekenis, en daarentegen komt het er voor hem zeer op aan door eene snelle berekening eene benadering te kunnen verkrijgen.

Door den barometerdruk op het oogenblik van het vertrek aan te teekenen en vervolgens de berekening te maken in verhouding van 10 M. per m.M., worden de bewegingen van den ballon gemakkelijk en met voldoende juistheid berekend.

5°. een uurwerk;

6°. een verrekijker;

7°. eene algemeene kaart van Frankrijk, met aanwijzing van de rivieren en spoorwegen (uitgegeven door het ministerie van openbare werken: deze kaart is mij van zeer veel nut geweest, en ik geloof niet dat er eene bestaat, welke voor een togt als deze gemakkelijker is);

8°. eene verkleining van de geologische kaart (*).

De ballon drijft in de lucht in een toestand van onstandvastig evenwigt. Voortdurend maakt hij verschillende bewegingen. Hij rijst of daalt in loodregte rigting, hij verplaatst zich horizontaal; eindelijk hij draait op zijne as rond. De slingeringen, welke men soms bij het vertrek van den ballon waarneemt, houden weldra op en herhalen zich zelden gedurende den togt. De *Fulton* is aan die slingeringen niet onderhevig geweest.

Ziehier eenige opmerkingen omtrent de drieërlei soort van beweging, door mij ondervonden.

Regtstandige beweging. — Wanneer men een gevoeligen barometer aandachtig waarneemt, dan ziet men dat een luchtbol nooit in rust blijft in hetzelfde waterpasse vlak. Immers, als men het gering verlies aan gas buiten rekening laat, dat plaats heeft door de veiligheidsklep, de naden en door den hals onder aan de bekleeding, die met voordacht is opengelaten, van welk verlies eene standvastige neiging tot dalen het gevolg is, dan is de ballon een wezenlijke thermometer, die met de temperatuur rijst of daalt. Maar zijne temperatuur is het gevolg van zeer verschillende invloeden, die vaak uitwerkselen te weeg brengen, die even moeijelijk te bepalen zijn als de toestand van den dampkring zelf. Daarom zouden de waarnemingen, welke ik heb kunnen doen, volstrekt niet van toepassing zijn op een togt, in andere omstandigheden ondernomen, b.v. bij een benevelden dampkring, ondoordringbaar voor de zonnestralen. Want ik reisde boven de wolken, bij een helderen zonneschijn en een kouden noordoostenwind. Wanneer, in deze omstandigheden, de ballon eene geringe nederdalende beweging aannam, hetzij door ontsnapping van gas, hetzij omdat hij door eene koudere windvlaag werd aangedaan, dan nam de snelheid van daling terstond door verschillende oorzaken toe:

1°. Hoezeer de lager gelegene dampkringlagen waarschijnlijk een weinig minder koud waren dan de hoogere, zoo verminderde de hitte der zonnestralen, door de lucht zelve opgenomen, spoedig, en de ballon kromp dientengevolge ineen;

2°. Deze ineenkrimping, het gevolg van eene verlaging van temperatuur, deed de daling van den ballon toenemen, die, aan eene sterkere drukking van den dampkring blootgesteld, al verder inkromp en zijnen val des te meer versnelde;

3°. Wanneer wij, aldus dalende, in de streek der wolken kwamen, dan gebeurde het soms, dat de ballon door de wolk heenging of ter zijde van de wolk in hare schaduw kwam. In beide gevallen kromp de ballon, eensklaps van de zonnestralen beroofd, des te meer en versnelde zijn val nog meer. Soms zelfs werd de helft van den bol die in de hoogere gewesten van de zon afgekeerd en dus in de schaduw was geweest en derhalve eene temperatuur bezat, veel kouder dan die van de wolk, met een ligten dauw bedekt en dit nieuwe gewigt was ook eene nieuwe oorzaak van daling;

4°. Eindelijk kwam bij die oorzaken nog de natuurlijke toeneming der zwaartekracht, werkende op eene massa van 1200 K.G., zwevende in eene middenstof, die zoo weinig wederstand biedt, de vrije lucht.

Men moet zich dus voortdurend gereed houden een handvol zand, waaruit de ballast bestaat, uit te werpen, wanneer men op eene standvastige hoogte wil blijven, hetwelk de beste toestand is om den togt langer te doen duren. Evenwel is het mij gebeurd, dat ik, in den aanblik van den uitgebreiden gezigteinder verloren, eensklaps aan eene bijzondere gewaarwording in de ooren ontdekte, dat wij zeer snel daalden (*).

Eenige minuten te voren bevonden wij ons ter hoogte

(*) Ik had mij voorgesteld te onderzoeken of er eenige betrekking bestaat tusschen den algemeenen aanblik van het landschap en de geologische gesteldheid van den grond; maar hoezeer ik achtereenvolgens heb gezweefd boven tertiaire gronden, krijtgronden, overgangsgronden en primitieve, zoo heb ik opgemerkt, dat, daar de waarneming van het relief voor een luchtreiziger verloren is, de aardoppervlakte hem voorkomt met eene eenvormige bekleeding van teelgrond bedekt te zijn, waarvan de bruinachtige kleur alleen door de beplantingen wordt geschakeerd.

(*) De ingenieurs, die in de duikerklokken zijn afgedaald, of die in kamers met zamengedrukte lucht hebben gearbeid, hebben die bijzondere gewaarwording ondervonden, welke het trommelvlies aandoet, wanneer de drukking snel toe- of afneemt. Die gewaarwording en bovendien een bijna aanhoudend gerommel, als van eene trom in de verte, zijn de eenige physiologische verschijnselen, die ik met den ballon reizende heb waargenomen.

Ik heb geenerlei gevoel van duizeligheid ondervonden, en ik geloof, dat de duizeling, welke men op den top van een gebouw of eene rots gevoelt, zich niet meer voordoet, wanneer de aarde op grooten afstand is en men niets dan het volstrekt ledige onder zich heeft. De duizeling schijnt zich te hechten aan het denkbeeld van val, hetwelk zich in het schuitje van den luchtbol niet voordoet, ten gevolge van de schijnbare kalmte en onbewegelijkheid, die er wordt ondervonden.

van 1800 M. en nu wees te barometer 1000 M. aan; wij waren door de wolkenlaag heengegaan; de naald rees snel, en al de voorwerpen op aarde namen op schrikwekkende wijze in grootte toe. Ik wendde snel den blik naar den ballon, in de meening, dat hij gebarsten was; de hangende hals, die zoo straks gespannen en gezwollen was gelijk de ballon zelf, vouwde zich tegen het onderste halfrond van den bol, dat zich insgelijks ledig en slap vertoonde.

Hetgeen mijne ongerustheid vermeerderde was, dat ik mij geenszins verzekerd hield, de grenzen van het door den vijand ingenomen terrein te hebben overschreden en er volstrekt niet op gesteld was hier eene ontijdige daling te bewerkstelligen.

Legloarnec en ik wierpen dus handen vol ballast uit, de oogen nu eens op den barometer gevestigd houdende, dan weder op de aarde, die tot ons naderde en van welke wij niet meer dan drie of vierhonderd M. verwijderd waren; ik riep: „werp, werp!„ tot op het oogenblik, dat ik eindelijk de naald van den barometer zag teruggaan.

Door zoo te handelen had ik eene fout begaan, welke ik door een weinig koelbloedigheid had kunnen vermijden.

Het is duidelijk, dat ik, door den ballon ligter te maken, tot op het oogenblik dat hij weder begon te rijzen, hem te veel had verligt. Immers de ballon herneemt zijne neiging om te stijgen niet eerst dan, wanneer hij werkelijk weder naar boven gaat. Die neiging is aanwezig, zoodra de ballon in zijne daling begint te vertragen, want hij daalt nog eenigen tijd om de levende kracht te overwinnen. Ik had dus den ballast zorgvuldig moeten sparen, van het oogenblik af dat de snelheid van den val aanmerkelijk was verminderd, op straffe van aan den ballon eene te groote stijgkracht te geven; ik had daarvan weldra het bewijs.

De ballon, stil houdende op 200 M. van de aarde, sprong opwaarts, en, daar dezelfde oorzaken thans eene tegengestelde uitwerking hadden, zoo nam hij eene snelle stijgende beweging aan, overschreed de hoogte van 2500 M., tot welke mijn barometer begrensd was, en voerde mij in eene koude en doodstille streek, vanwaar de aardoppervlakte zich nog slechts als een half uitgewischt schilderstuk voordeed, door een dampigen horizon omgeven.

De wolken, tot kleine vlokjes geworden, schenen over de aarde te kruipen. Ik kon over den afstand tusschen haar en de aarde alleen oordeelen door de omstandigheid, dat de schaduw eener wolk niet met haar vereenigd was, maar zich op aanmerkelijken afstand vertoonde. Overigens, naar mate de dag vorderde, verstrooiden zich die wolken en ik bleef, als een herder zonder kudde, in de stilte der hemelen verloren.

De luchtbol, bovenmate gezwollen, begon mij toen eenige vrees te baren; maar het gewast linnen hield zich goed en vreezende op nieuw in een te snellen val te worden medegesleept, hield ik mij op de hoogte van ongeveer 3000 M., alwaar ik mijne blikken over een gezigteinder van 200 K.M. kon doen weiden.

De heer Godard had mij overigens aanbevolen de veiligheidsklep niet dan in het uiterste geval te openen. Die klep is met zorg gebreeuwd, om gasverlies te voorkomen; is zij eenmaal geopend, dan kan zij zich niet juist meer sluiten, en de ballon, die alsdan een gekwetsten vogel gelijkt, kan niet meer op een langen togt rekenen (*).

Ronddraaijende beweging om de as. — In den regel ontwaart de luchtreiziger een gevoel van onbeweeglijkheid en buitengewone kalmte; hij gevoelt geen wind, omdat hij met den wind medegaat; de zon schijnt hem onbeweeglijk toe, en, vestigt hij zijne blikken niet op de aarde, dan bepaalt de wereld zich voor hem tot den bol, die zich boven zijn hoofd bevindt en tot het schuitje, bekrompen verblijf, met goederen, zakken, ballast overladen en over het geheel genomen weinig gemakkelijk ingerigt.

In dezen vreemdsoortigen toestand is men weinig geneigd om te spreken; de ziel, in zich zelve gekeerd, schept behagen in het zwijgen en gemakkelijk geeft zij zich aan mijmeringen over. Maar van tijd tot tijd wordt de aandacht door een zonderling verschijnsel opgewekt: — De zon en de gezigteinder draaijen om den bol; dat wil zeggen de bol maakt twee of drie omwentelingen om zijne loodregte as, waarna hij zijne schijnbare onbeweeglijkheid herneemt.

Welke zijn de oorzaken van die ronddraaijingen? Zijn zij het gevolg van de verplaatsing van den luchtreiziger in het schuitje? worden zij veroorzaakt door eene verstoring der symmetrie in de bekleeding, het gevolg van een langdurig blootstaan van de eene helft van den bol aan de zonnestralen, terwijl de andere helft in de schaduw blijft? of wel heeft de bol, door den luchtstroom medegesleept, eenige cycloon in miniatuur ont-

(*) Uit hetgeen vooraf gaat ziet men dat het voor een langen togt het best is zich op eene gemiddelde hoogte van 600 à 1000 M. te houden en van den aanvang af alle dalende beweging tegen te gaan. Een handvol ballast is daartoe voldoende.

Men moet in het oog houden, dat de ballons, die in haast gedurende het beleg werden vervaardigd, niet alle wenschelijke waarborgen voor eene goede uitvoering aanboden.

moet, gelijk aan die maalstroomen, die zich in stroomend water vormen? Deze laatste verklaring is mij de waarschijnlijkste voorgekomen; zij is bij mij opgekomen door deze omstandigheid, dat de ronddraaijingen van den ballon gewoonlijk gepaard gingen met een gevoel van frischheid en eene sterke beweging van den zakdoek, waarmede ik mijn hoofd bedekte, gelijk mede van de papieren strooken aan den ballon, die gewoonlijk stil hingen gedurende den snellen togt van het gevaarte.

Horizontale beweging. Rigting. — Hetgeen mij het meest als verantwoordelijk aanvoerder van den togt bezig hield, komt neder op deze vragen, welke ik mij zelven stelde: waar zijn wij? naar welk punt van den gezigteinder gaan wij? — In weerwil van de doorschijnendheid van de lucht en hoewel ik gewoonlijk de aarde duidelijk onder mij zag, zoo was het mij niet zeer gemakkelijk het punt van den gezigteinder te bepalen, werwaarts ik mij bewoog. Alles is symmetrisch in den luchtbol, die geen spoor achter zich laat. Wanneer ik aan Legloarnec zijne meening omtrent dit teedere punt vroeg, dan bepaalde hij er zich toe met mij de belofte te herinneren hem bij ons vertrek gedaan: wij gaan naar Bretagne, was zijn antwoord. Te Parijs hadden wij vóór ons vertrek waargenomen, dat de wind in zuidelijke rigting woei; dit bleek uit den windwijzer op het observatorium van Passy (behoorende tot de school der bruggen en wegen) en uit de beweging van een proefballon, op het station zelf opgelaten uit het midden van eene aldaar aangebragte windroos.

De heer Hervé Mangon, die over de afzending der ballons gesteld was, en de heer Godard meenden dat ik in het midden van Frankrijk te land zou komen, en de heer Godard beval mij aan, liever aan de noordelijke helling der bergen te landen dan aan de zuidelijke, omdat hij meermalen had ondervonden dat de wind heviger wordt en het te land komen moeijelijker, nadat men een berg is voorbijgegaan (*).

Ik was dus van Parijs vertrokken in het denkbeeld dat ik zuidwaarts ging en inderdaad verloor ik den spoorweg van Orleans tot halfweg Étampes niet uit het oog, ik herkende nog duidelijk den toren van Montlhéry, maar gedurende eene van die loodregte bewegingen, waarvan ik gesproken heb, bleef ik lang genoeg in eene wolk om het spoor bijster te raken en toen ik de aarde terugzag meende ik aan den stand der zon te bemerken, dat ik niet meer zuidwaarts ging. Na eenige vergeefsche pogingen bedacht ik een zeer eenvoudig middel: het is voldoende een bepaald punt op te merken, waarover men heengaat, een toren, een boom, enz.; is men er eenige K.M. van verwijderd, dan heeft men slechts datzelfde voorwerp te aanschouwen, om het spoor van den luchtbol met juistheid te kunnen nagaan. Men zou zelfs met een kompas met kijker, dank zij de volstrekte onbeweeglijkheid van de boot, met volkomen juistheid de rigting kunnen bepalen, welke men gevolgd heeft. Doorderhalve achterwaarts en niet door voorwaarts te zien kan men het gemakkelijkst den weg herkennen. Ik bemerkte zoodoende dat ik mij niet meer in zuidelijke maar in zuidwestelijke rigting bewoog.

Als men de aarde uit het gezigt had verloren zou de bepaling van de gevolgde rigting een veel moeijelijker vraagstuk worden. Evenwel, als men in de doorschijnende lucht op een aanmerkelijken afstand boven de wolken voortging zou het welligt nog mogelijk zijn de rigting bij benadering te bepalen.

Immers, wanneer men uit het bootje een handvol kleine papiertjes werpt, ziet men ze met eene aanmerkelijke vertraging, in vergelijking met den ballon, vallen. Deze ligte voorwerpen dwarrelen in hunnen val en geven daardoor aan den luchtstroom minder geregeld vat om zich, dan de luchtbol zelf; zij ondervinden dus vertraging en vormen in de lucht een vrij duidelijk spoor. De aan den ballon hangende papierstrooken hebben ook eene geringe neiging om zich op te houden en aldus de rigting van den gang aan te geven. Maar deze middelen zijn zeer onzeker; in sommige gevallen leiden zij tot verkeerde gevolgtrekkingen, en bovendien laat dit zwakke hulpmiddel ons in den steek als men in nevel reist.

Men kan zich geen denkbeeld vormen van den tijd welken een ligchaam, dat in den dampkring is losgelaten, noodig heeft om de aarde te bereiken. Ik heb verscheidene exemplaren van het *Journal officiel*, waar de gebeurtenissen van den 31sten October vermeld ware, medegenomen: als ik van verre een dorp bemerkte, nam ik eenige vellen en na ze meermalen te hebben opgevouwen en stevig in een pak bijeen te hebben gebonden, wierp ik ze, lang vóór dat wij het dorp bereikten, overboord. Maar slechts zeer zelden heb ik ze op de aarde kunnen zien komen; bijna altijd waren zij buiten mijn gezigt voor dat zij waren aangekomen en de boeren die ze naliepen, verloren het geduld alvorens zij ze bereikten.

Afgelegde weg. — Als de rigting van den ballon bekend is, is het genoeg een zeker verkenmerk te hebben om zijnen weg op de kaart aan te geven. Na den toren van

(*) Men zal omtrent deze meteorologische bijzonderheid verschillende overeenkomstige waarnemingen aantreffen in de *Études sur les torrents des Hautes-Alpes* van Surell, 2e uitg. (Paris, Dunod, 1870—1872), II, p 565.

Montlhéry was de hoofdkerk van Chartres het eerste onbetwistbare kenmerk dat ik aantrof; zij ging regts van mij op eenige tientallen K.M. voorbij.

De rivieren en spoorwegen zijn uitstekende gidsen; de gewone wegen zijn te talrijk om met zekerheid onderscheiden te worden, gelijk mede de dorpen.

De spoorwegen zijn herkenbaar aan hun grijzen tint en vooral aan de regelmatigheid van het tracé, dat uit lange regte gedeelten, door cirkelbogen verbonden, bestaat. Met den verrekijker kan men overigens de spoorstaven duidelijk onderscheiden.

De ligging der stations en der tweesprongen geeft ook zeer nuttige aanwijzingen. Zoo herkende ik, onder mij een eindstation bij eene rivier bemerkende, de stad La Flèche, welke ik nooit had gezien, maar die in de streken, waarboven ik mij bevond, alleen deze gesteldheid aanbiedt. Te La Flèche ging ik over de Loir, waarvan de identiteit niet twijfelachtig kon zijn. Reeds sedert geruimen tijd liet de algemeene gesteldheid der stroomen en der rivieren geene aarzeling meer toe. Ik volgde vrij nabij den regteroever van de Loir, door heuvelen met steile hellingen omzoomd; het relief dier hellingen, voor het oog niet waarneembaar, werd mij niettemin ontdekt door een boschrand, welks gebladerte, door den herfst gebruind, eene tegenstelling vormde met het bleeke groen der weiden aan den tegenovergelegen oever.

Aan mijne regterhand in de verte ontwaarde ik de Huisne en Le Mans; links, aan den gezigteinder, derhalve op de hoogte van mijn oog, vertoonde de Loire aan den kant van Tours in den nevel haren loop, die in de middagzon schitterde (*).

Deze drie rivieren (†), naar een zelfde punt in den horizon zamen loopende, kwamen zoo naauwkeurig met de kaart overeen, dat ik met het volste vertrouwen voortreisde.

Ik ging over de Loire heen juist boven de Ponts-de Cé, Angers een weinig ter regterzijde latende, welke plaats ik als op een mikroskopisch plan in alle bijzonderheden aanschouwde. Derhalve, na eenigen tijd zuidwaarts te zijn gegaan, had ik vervolgens eene nagenoeg regte lijn gevolgd, in zuidwestelijke rigting gaande over Saint-Calais en La Flèche en eindelijk had ik mij weder zuidwaarts gekeerd.

Snelheid. — Het is onmogelijk de snelheid van den luchtbol op elk punt van zijnen loop te bepalen, ten minste met de middelen die men tot nog toe te zijner beschikking heeft; maar de gemiddelde snelheid laat zich zeer gemakkelijk bepalen, wanneer men met de uren tijds de volgens de kaart doorloopen afstanden vergelijkt.

Ziehier eenige uittreksels van mijn dagregister:

Vertrokken van Parijs	8	uur	54	min.
Over de Pruissische linien gegaan.	9	〃		
De toren van Montlhéry herkend .	9	〃	55	〃
De hoofdkerk van Chartres . . .	10	〃	20	〃
Le Mans regts		middag.		
De Loir te La Flèche overgestoken	12	〃	30	〃
De Loire bij de Ponts-de Cé 〃 . .	1	〃	17	〃

Rekent men à vol d'oiseau 290 K.G. van Parijs naar de Ponts-de-Cé, dan bedraagt de gemiddelde snelheid 64 K. M. in het uur.

Volgens den anémometer van het observatorium van Passy bereikte de snelheid van den wind, op het waterpas van Parijs, ter naauwernood 20 K.M. in het uur.

Ik heb gezegd, dat de luchtreiziger gewoonlijk de volmaaktste kalmte ondervindt en geenerlei gevoel heeft van de snelheid der beweging. De beweging der aarde, die onder hem ronddraait, geschiedt zoo zacht, zoo gelijkmatig, zoo zonder eenig gedruisch, schok of trilling, dat een togt in een vaartuig, een rijtuig of een spoorwagen geenerlei denkbeeld kan geven van het aangename dat een togt in den luchtbol oplevert.

Schaduw. — Echter doet zich een aardig verschijnsel voor, dat een levendigen indruk geeft van de groote snelheid van den ballon, namelijk de beweging van zijne schaduw.

Wanneer de ballon zich meer dan 1000 M. van de aarde bevindt is er geen schaduw merkbaar, ongetwijfeld ten gevolge van de straalbreking; maar komt men digter bij de aarde, dan ziet men de schaduw van den ballon duidelijk langs de oppervlakte heen springen en door eene zonderlinge gezigtsbegoocheling schijnt het, dat die kleine zwarte stip zich op de aarde veel sneller verplaatst, dan de aarde zelve zich onder den ballon schijnt te verplaatsen. Dit gezigtsbedrog is daarvan het gevolg, dat het oog duidelijk de schaduw van den ballon over alle gedeelten van het tafereel een voor een ziet heengaan en als het ware elke van hare snelle schreden afmeet.

De schijnbare grootte van de schaduw en haar horizontale afstand zijn natuurlijk afhankelijk van de hoogte,

(*) Voor den luchtreiziger neemt de aarde, wel verre van bol zich voor te doen, een hollen vorm aan; immers, als hij onder zijne voeten ziet, ontwaart hij een afgrond en rigt hij het oog naar den gezigteinder, ziet hij rondom zich de aarde zich opheffen tot aan de hoogte van zijn oog: de algemeene aanblik is dus die van eene zeer platte schaal, welker randen in den nevel zich afronden.

(†) De Loir, de Huisne en de Loire. (Vert.)

waarop de ballon zich bevindt, en het was vooral door de grootte van onze schaduw snel te zien toenemen dat ik de snelheid van de bovenbedoelde daling kon berekenen.

Landing. — In volle zee, hoe hevig de winden ook zijn, vertrouwt de zeeman op zijn vaartuig en is betrekkelijk veilig; maar als hij de kusten nadert, wanneer hij, volgens den geijkten term, den wal moet opzeilen (*allaquer la terre*), dan kan hij zich niet met zekerheid beloven den storm te zullen beheerschen en de klip te ontwijken. De luchtreiger ondervindt een gelijksoortig contrast en hij vooral moet vreezen in de haven schipbreuk te lijden.

Na over de Loire te zijn gegaan, was ik nagenoeg zeker, voorbij de uiterste posten van den vijand te zijn geraakt; ik had geenerlei reden om verder te gaan; maar de togt was te aangenaam dan dat ik haast had om de kansen der landing te wagen. De groote snelheid, waarmede wij voortgingen, kwam mij voor daartoe ook niet gunstig te zijn. Ik hoopte bovendien dat de wind zou gaan liggen, zooals gewoonlijk in den namiddag geschiedt. Ik bleef dus nog eenigen tijd rustig, terwijl ik nu eens de kaart, dan den gezigteinder raadpleegde, alwaar ik reeds de sombere en onheilspellende weerspiegeling van den oceaan meende te bespeuren. Door de geologische kaart bemerkte ik, dat ik de primitieve terreinen naderde, alwaar de waterstroomen gewoonlijk in naauwe bergholten zijn besloten, waarover men moeijelijk kan heenslepen. Ik zag de Vendée, geheel bedekt met boomen en struiken, te midden waarvan men geen open plek kon vinden, om den ballon te doen stilhouden. De spoorwegkaart herinnerde mij ook, dat de lijn van Angers naar Niort de laatste is vóór men de zee bereikt. Ik moest mij dus tot nederdaling gereed maken.

Wij bragten een weinig orde in het schuitje, ten einde de schokken der beweeglijke voorwerpen te voorkomen; elk van ons plaatste twee geopende zakken ballast voor zich, onder het bereik van de hand; toen verzocht ik mijn medgezel zijn mes geopend tusschen de tanden te houden, gereed om het te gebruiken; ik greep het touw van de klep en trok daaraan twee of driemalen, zonder evenwel de klep geopend te laten.

Dit was reeds genoeg om eene eerste dalende beweging te veroorzaken, die, terstond door de boven aangewezen oorzaken in snelheid toenemende, weldra in een snellen val overging. De wijzer van den barometer draaide alsof men hem met de hand voortdreef. De voorwerpen op aarde namen snel in grootte toe en, hoezeer wij met volle handen ballast uitwierpen, zoo raakten wij reeds de toppen der boomen aan, toen op mijn bevel Legloarnec de tros doorkapte, waaraan de *guide-rope* bevestigd was.

De *guide-rope* is eene van de eenvoudigste en meest afdoende verbeteringen, die aan den luchtbol zijn aangebragt. Het is een dik, ruw touw van 300 tot 400 M. lengte, waarvan het eene eind zorgvuldig is bevestigd aan den ring, die onder den bol de touwen van het net vereenigt en het schuitje draagt. Het touw is in een streng opgeschoten en met een tros aan den buitenkant van het schuitje bevestigd. De heer Godard had, wegens de hevigheid van den wind, er op afstanden knoopen in doen leggen, ten einde de wrijving te vermeerderen. Op het oogenblik, dat Legloarnec de tros doorkapte, viel de zware streng, niet meer op het schuitje drukkende, naar beneden en de ballon, plotseling ligter geworden, ging snel opwaarts. Maar de *guide-rope* hernam onder het loswikkelen allengs zijne zwaarte, de daling begon weder en bijna terstond bereikten wij voor de eerste maal de aarde.

De schok was veel minder hevig, dan ik verwacht had. De ballon, ontlast van al wat hij droeg op het oogenblik dat het schuitje op den grond rustte, sprong met kracht weder tot eene hoogte van 100 of 200 M. opwaarts. Op het oogenblik dat wij voor de tweede maal de aarde bereikten, liet ik het anker loswerpen om den schok te verzachten, en van toen af niets meer behoevende te ontzien greep ik het touw van de klep en hield deze geheel geopend om den ballon zoo spoedig mogelijk te ledigen.

Toen vingen wij aan te slepen; de ballon, door den wind medegevoerd, vloog voor ons uit, het schuitje medeslepende, dat nu eens over den grond werd getrokken dan weder zich boven de boomen en huizen verhief; het anker, zich aan elke hindernis vasthakende, deed ons schokken ondervinden, die mij telkens deden onderstellen dat de kabel gebroken was; maar mij omkeerende zag ik het anker achter ons aanspringen, terwijl de *guide-rope*, over zijne geheele lengte sterk gespannen, een regtlijnig spoor in de velden achterliet.

De *guide-rope* bewijst den luchtreiziger gewigtige diensten: behalve dat hij als het ware een krachtigen teugel vormt, die spoedig en zonder schokken de snelheid van den ballon intoomt, zoo trekt hij bovendien het schuitje in eene onveranderlijke rigting en verhindert het te draaijen, zoodat de reizigers, die met de armen aan den ring hangen aan den tegenovergestelden kant van dien, alwaar de *guide-rope* bevestigd is, altijd voorwaarts zijn gekeerd en zich in een toestand bevinden, die, zonder juist gemakkelijk te zijn, echter eene zekere vrij-

heid van redenering toelaat en geen duizeling te weeg brengt. Die duizeling zou ongetwijfeld ontstaan, als het schuitje, behalve te springen, ook nog ging ronddraaijen. Om kort te gaan, ik ondervond gedurende het slepen de beweging van eene reusachtige wipplank, welker schokken zeer goed zijn te verdragen, en ik hield niet op voor mij uit te zien, het hoofd bukkende om de takken te ontwijken, die wij in het voorbijgaan afbraken. Even als men na zich ontscheept te hebben den grond onder zijne voeten meent te voelen waggelen, zoo heb ik gedurende eenige dagen dat gevoel van een springend voortvliegen behouden, dat ik bij het ter aarde komen van den ballon had ontwaard.

Bij vergissing had ik eene van de gewigtigste raadgevingen van den heer Godard verzuimd op te volgen. Alvorens de daling aan te vangen, moet men aan den ring, die het schuitje draagt, den onder aan den ballon hangenden hals bevestigen. Daar ik dit had nagelaten, kromp de bekleeding, in plaats van in hare lengte gespannen te blijven, ineen; het onderste halve rond ging, door de drukking van den wind, in het bovenste, en thans vormde de ballon een ontzaggelijk hol staand zeil van onwederstaanbare kracht.

Wij liepen aldus verscheidene mijlen, afwisselend vliegende en slepende, maar eindelijk gebeurde het bij een van de sprongen van het schuitje, dat wij in een appelboom haakten, waarvan wij, na de bovenste takken gebroken te hebben, met moeite loskwamen. Wij gingen den boom voorbij en het schuitje daalde weder naar de aarde, toen het anker stevig in den stam van den boom greep en een hevigen schok veroorzaakte.

De ballon spleet terstond van boven naar beneden, en viel, van alle zwelling beroofd, jammerlijk met ons naar omlaag. Wij vielen te midden van de pakkaadje en raakten in de touwen verward. Maar, eenige schrammen daargelaten, waren wij zonder letsel en stonden welgemoed op.

Weldra waren wij omringd.

Gedurende het slepen trachtten de boeren, die ons naliepen, den *guide-rope* die langs den grond sleepte te grijpen, maar onze gang was te snel; een hunner echter, die het ruwe touw in de vlugt magtig werd, kwam er met zwaar ontvelde handen af. Zoodra wij stilhielden kwam men van alle kanten aanloopen. De gendarmen, opmerkzaam gemaakt door telegrammen uit Mans en Angers (vanwaar men ons had gemeld als een ballon zonder reiziger, daar het schuitje wegens de hoogte, waarop wij ons bevonden, onzigtbaar was), kwamen achtereenvolgens spoorslags aanrennen.

De ballon, de depêches, het touwwerk en de pakkaadje waren reeds op twee karren geladen, achter welke wij te voet gingen, toen er nog nieuwsgierigen buiten adem kwamen aanloopen. Toen wij aan het station aankwamen, werden wij dus ook door eene aanzienlijke menigte begeleid.

Wij hadden de aarde bereikt niet verre van den spoorweg, op gelijken afstand van de stations van Chemillé en la Jumellière. Het was ongeveer twee uren. Er waren niet meer dan vijf minuten verloopen tusschen het oogenblik, waarop ik voor de eerste maal de klep had geopend, en dat, waarop wij ter aarde kwamen.

Men kan denken hoeveel vragen er werden gewisseld tusschen de bewoners der provincie, die naar berigten uit Parijs vroegen en den Parijzenaar, die niets wist van den toestand van de provincie, noch van dien van Europa. Ik wil hier alleen mededeelen, dat de maire der gemeente mij mijne papieren afvroeg, onder voorwendsel, dat „sedert den oorlog zich allerlei slag van volk in de omstreken vertoonde.„ Zijne vraag, ik moet het erkennen, veroorzaakte bij zijne dorpelingen eene groote vrolijkheid; ik vertoonde hem evenwel mijne papieren, die gelukkig in orde waren.

Een brigadier der gendarmerie verzekerde mij, dat bij een onzer sprongen over een molen, een boer een geweer op ons had afgeschoten: wij hadden niets daarvan gehoord.

Ten 8 uur 45 minuten des morgens uit Parijs vertrokken, kwam ik, met een afzonderlijken trein, des middernachts te Tours aan.

Postduiven. — Ik bragt van Parijs eenige postduiven mede; zij gaven geenerlei teeken van angst gedurende den togt, en toen wij tot ons hoogste punt gestegen waren, verstoorde alleen hun zacht gekir de stilte, terwijl Legloarnec en ik, stom van bewondering, onze blikken langs den uitgestrekten gezigteinder lieten weiden.

Toen wij den appelboom voorbijgingen werd de kooi der duiven bijna verbrijzeld: ik dacht dat de lieve beestjes verloren waren, maar ik kon ze frisch en gezond aan de regering overgeven.

Besluit. — Uit een praktisch oogpunt kan ik mijne indrukken aldus zamenvatten: de luchtbol is in zoo groote mate van de minste omstandigheden in den dampkring afhankelijk, dat het al dadelijk een onoplosbaar vraagstuk schijnt te zijn, zijne rigting, of zelfs maar zijne orienteering, in het luchtruim te willen wijzigen.

De ronde, symmetrische vorm, die tegenwoordig is aangenomen, schijnt inderdaad de meest geschikte voor de stabiliteit van eenen luchtballon.

De inrigting van het schuitje, van den *guide-rope*, van het anker en het touwwerk is waarschijnlijk vatbaar voor talrijke verbeteringen in de onderdeelen, die het gemak voor den reiziger kunnen vermeerderen en de behandeling gemakkelijker maken (*).

Als pleizierreis levert een togt per luchtbol, wanneer men vrij is zijn dag te kiezen ten einde gunstig weder af te wachten, zeer weinig gevaar op. De meeste luchtreizigers, die gedurende het beleg uit Parijs zijn vertrokken, zijn niet zoo begunstigd geworden door den dampkring als ik, en echter zijn de ongevallen zeer zeldzaam geweest; zie hier eene naauwkeurige opgave daaromtrent, die mij door den directeur-generaal der posterijen is verstrekt.

De postadministratie heeft 54 bemande ballons met depêches afgezonden; bovendien zijn er 9 ballons vertrokken, behoorende aan verschillende openbare inrigtingen of aan particulieren, derhalve te zamen 63 ballons, die gedurende het beleg uit Parijs zijn gezonden.

Op dat getal zijn 3 ballons verloren gegaan, waarvan er een voorbij kaap Lézard heeft moeten gaan, in de omstreken van welke de depêches door engelsche zeelieden zijn gevonden;

2 ballons zijn de zee overgetrokken, waarvan de een te Belle-Isle, de andere in Noorwegen is teregt gekomen;

3 zijn met de passagiers en de depêches door den vijand genomen (†); enkele andere ballons zijn den vijand in handen gevallen, waarvan de reizigers met de depêches hebben kunnen ontsnappen.

In de schuitjes van deze 63 ballons hebben plaats genomen 87 passagiers en 69 luchtschippers of helpers, te zamen 156 personen.

Men moet dus slechts 3 verloren ballons op een getal van 69 rekenen; deze verhouding leidt tot de gevolgtrekking, dat ten slotte de ballon eene groote mate van veiligheid aanbiedt, vooral wanneer men vrij is in de keuze van dag en uur voor het vertrek, en als de leiding van den ballon aan iemand van ondervinding is toevertrouwd. Men moet daarbij in het oog houden dat de Parijsche ballons in haast waren vervaardigd, vaak door nieuwelingen in het vak werden bestuurd en er verscheidene des nachts zijn vertrokken om de waakzaamheid van den vijand te verschalken.

Die nachtelijke togten waren des te gevaarlijker naar mate men meer vertrouwen schonk aan de te Parijs gedane waarnemingen omtrent de snelheid van den wind. Zoo hebben luchtreizigers, die vertrokken waren, rekenende dat de dag zou aanbreken alvorens zij het vaste land zouden hebben verlaten, bij de eerste morgenstralen bemerkt, dat zij boven den Oceaan zweefden, met andere woorden dat zij in levensgevaar verkeerden (*).

Het is billijk te erkennen, dat bij elk vertrek de luchtreizigers van beroep, zooals de heeren Nadar en Godard, er de aandacht op vestigden, dat de snelheid van den wind in de hoogere luchtstreken veel sterker was dan uit de op aarde gedane waarnemingen kon worden afgeleid.

De ballons hebben reeds gewigtige diensten aan de wetenschap bewezen (†); het is blijkbaar, dat zij kostelijke en over het geheel weinig gevaarlijke werktuigen zijn om den dampkring te onderzoeken.

En wat het nut voor den krijgskundige betreft, na de in Parijs opgedane ondervinding kan men de groote diensten niet meer ontkennen, welke de ballons aan ingesloten sterkten kunnen bewijzen, en zeker zouden zij nog veel meer diensten hebben bewezen, wanneer voor eene goede verdediging van Parijs bijtijds de noodige maatregelen waren genomen.

Het schijnt voortaan volstrekt noodig, dat de militaire overheid in elke vesting een model-ballon plaatse, voorzien van de noodige instrumenten en aanwijzingen om het garnizoen in staat te stellen er andere te vervaardigen en daarvan groote diensten te ondervinden.

(*) Dit was geschreven toen de schoone proefneming van den heer Dupuy de Lôme mij op schitterende wijze logenstrafte. Ik heb echter het geschrevene niet willen wijzigen, omdat de dwaling zelve, waarin ik vervallen ben, daaraan juist het karakter van reisindrukken doet behouden.

Men zie omtrent den luchtbol van den heer Dupuy de Lôme en omtrent den gedenkwaardigen togt, door hem den 2den Februarij 1872 volbragt, de *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, T. LXXIV, zitting van 5 Februarij 1872.

(†) Een van deze ballons voerde den heer Godin de Lépinay, hoofdingenieur, mede.

(*) Zoo heeft de heer Ducoux, directeur van de *Compagnie des petites voitures*, die ten vier ure des morgens bij mistig weder vertrokken was, zich omstreeks ten zeven ure boven den Oceaan bevonden, in de omstreken van de Sables d'Oloane, hetgeen eene snelheid van meer dan 130 K.M. in het uur doet onderstellen. De thermometer was tot beneden 30 graden gedaald. De heer Ducoux en de matroos, die hem vergezelde, waren een oogenblik wanhopig en reeds koesterden zij heillooze plannen, toen de matroos herinnerde dat het opgaan van de zon een zeewind kon doen opsteken: de luchtreizigers hielden zich zoo laag mogelijk, terwijl zij in den nevel, langs de oppervlakte der zee heenstreken; en inderdaad omstreeks negen uren bemerkten zij uit het blaffen van een hond, dat zij weder boven het vaste land waren teruggekeerd en haastten zich neder te dalen.

(†) Zie hieromtrent, voor zooveel de luchtreizen van later tijd betreft, de zeer wetenschappelijke en leerzame mededeelingen van den engelschen natuurkundige Glaisher (*Les voyages aériens*, door de Fonvielle).

OPENBARE WERKEN DER VEREENIGDE STATEN VAN AMERIKA IN 1870.

(Uitreksels uit een verslag van eene zending van den hoofdingenieur MALÉZIEUX.)

(*Annales des ponts et chaussées*, Septembre et Octobre 1872.)

(Platen 29 en 30.)

Inleiding.

Den 9den Mei 1870 besloot de minister van openbare werken in Frankrijk, op voorstel van den raad der school van bruggen en wegen, aan een ingenieur eene reis naar de Vereenigde Staten op te dragen.

De aandacht van den raad der school en inzonderheid van den inspecteur-generaal Reynaud was voortdurend gevestigd op het gebrek aan narigten in Frankrijk (behalve van hetgeen de uitrusting van spoorwegen betreft) omtrent de groote werken, die in de laatste dertig jaren in Amerika uitgevoerd zijn. Onder zoovele andere uitvindingen, die de ingenieurs-wetenschap aan de nieuwe wereld te danken heeft, herinnerde men zich dat de Amerikaansche bruggen in Frankrijk ontstaan zijn tengevolge van de zending, die in 1833 aan den heer Michel Chevalier werd opgedragen.

Het was te vermoeden dat de vele en groote ondernemingen, waarvan min of meer onbestemde geruchten tot ons zijn gekomen, nieuwe denkbeelden hadden doen ontluiken, waarvan door ons partij ware te trekken. Maar ook al bragt men van gene zijde van den Oceaan slechts negatieve uitkomsten mede, daar was toch eene leemte in het plan van ons technologisch onderwijs aan te vullen, en de raad der school, zijne verantwoordelijkheid gevoelende, deed het voorstel dat gunstig door den minister werd ontvangen.

Bij beschikking van 30 Mei werd mij deze zending opgedragen en de élève-ingenieur Denys aangewezen om mij te vergezellen.

Dit verslag heeft ten doel melding te maken van wat wij gezien en van wat wij vernomen hebben.

Ik wensch daarbij te verklaren, dat ik in mijn jeugdigen medgezel Denys een even verstandigen als ijverigen medewerker heb aangetroffen. Het belang, dat aan de uitkomsten der zending zal worden toegekend, is men voor een zeer groot deel aan zijne krachtige medewerking verschuldigd.

EERSTE HOOFDSTUK.

Wegen en bruggen.

Bijna alle metalen bruggen van den laatsten tijd zijn met streksche balken of liggers gebouwd. Maar terwijl Europa zich bijna uitsluitend hield aan balken met geklonken tralien of aan digte liggers, terwijl Robert Stephenson (1860) tegenover Montreal eene kokerbrug over den Saint-Laurent ging bouwen, gelijk aan die over den Conway en de Menai-straat, vervingen de Amerikanen, den weg volgende hun door Long en Howe gewezen, de tralien door op groote afstanden geplaatste bindstukken, derwijze met de zolen verbonden, dat eenigen uitgerekt, de anderen gedrukt worden en dat allen, onder de maximum-belasting, belast worden binnen de uiterste kracht, welke men geschikt heeft geacht hun toe te kennen. Dit was een nieuw stelsel. In de Vereenigde Staten is en wordt het vooral tegenwoordig op onderscheidene wijzen op een uitgebreiden voet toegepast. Daar men den Amerikanen voorzeker geen verwijt kan maken van gehechtheid aan het bestaande, noch van zucht tot slaafsche navolging, zoo zijn in ons oog het verlaten der tralien en het bijna uitsluitend gebruik van liggers met groote mazen feiten van groot gewigt, in Europa en inzonderheid in Frankrijk te weinig bekend. Wij zullen er later omstandig over spreken.

Bruggen met groote mazen (*).

Rangschikking der balken. — Het woord *truss* (balk of ligger) beteekent, in den meest algemeenen zin opgevat, een stelsel van derwijze verbonden stukken, dat de voortbewegende belasting eener brug en het gewigt der brug zelve op de pijlers en landhoofden wordt overgebragt, zonder eene horizontale werking op die steunpunten uit te oefenen.

De volle balken (*girders*) buiten beschouwing latende, kan men de open balken (*openwork girders*, *skeleton girders*), die doorgaans in de Vereenigde Staten gebezigd worden, tot drie klassen terugbrengen, te weten:

1°. De gebogen balken (*parabolic trusses*), waarvan de bovenzool paraboolvormig is;

2°. De beslagen balken (*trussed girders*, *suspension girders*), waarbij de benedenzool niet volstrekt noodzakelijk is en gewoonlijk wordt weggelaten;

3°. Eindelijk de balken, waaraan meer bijzonder de naam *truss* wordt toegekend, en welke men aldus kan beschrijven: balken met twee horizontale zolen, met groote mazen en zonder klinknagels.

Opdat men den geheelen omvang van deze voordragt in eens kunne overzien, voegen wij hier al dadelijk bij, dat de klasse der balken met twee horizontale zolen vijf hoofdtypen bevat, aan elken waarvan, naar Amerikaansch gebruik, de naam van een ingenieur gegeven is.

(*) In dit gedeelte van het verslag volgen wij hoofdzakelijk een werk uitgegeven door den kolonel W. E. Merrill, een der ingenieurs, voor welke de generaal Humphreys ons introductiebrieven had gegeven. De heer Merrill is thans aan de dienst der scheepvaart op den Ohio verbonden.

Aard der zamenstellende deelen van de balken met groote mazen. — De juiste beteekenis der namen is hier van bijzonder gewigt. Wij bezigen het woord *zool* (*semelle*), doorgaande door de fransche bouwmeesters aangenomen, omdat het naar ons inzien iets minder slecht dan de woorden rand (*plate-bande*) of tafel (*table*) beantwoordt aan hetgeen de Amerikanen *top-chord* en *bottom-chord* noemen.

Deze *chords* hebben inderdaad niets gemeen met de plaatijzeren randen onzer dubbele ⊤-balken.

De bovenzool, die alleen gedrukt wordt, wordt van gegoten ijzer of van holle plaatijzeren balkjes gemaakt; hare dwarsdoorsnede is die van een caisson, van een uitgehold stuk, somtijds cilindervormig aan de binnen- en veelhoekig aan de buitenzijde, van veel rationeler vorm dan een regthoek, waarvan de dikte zeer gering is in verhouding van de lengte van het gedrukte stuk.

Deze zolen zijn voorts in stukken (*segments*) verdeeld, die slechts met de einden tegen elkander behoeven gesteld te worden en welker lengte beperkt wordt niet zoo zeer uit hoofde van moeijelijke vervaardiging als wel om den wederstand tegen indrukking niet te verminderen; deze lengte verschilt gewoonlijk van 3 tot 4 M. Op het aansluitingspunt van twee stukken loopen steeds de vertikale of schuine bindstukken (*braces*) uit. Eene opzettelijk daarvoor bestemde mof, met aangegoten ooren voor de bevestiging der trekijzers, maakt de verbinding gemakkelijk.

De benedenzool, die alleen uitgerekt wordt, is steeds van geslagen ijzer. Zij is in beweegbare segmenten verdeeld, overeenstemmende met die der bovenzool, dat is: ter eenparige lengte van de draagvelden (*panels*), waarin de balk verdeeld is. Deze zool bestaat nu eens uit op verschillende wijzen verbonden plaatijzeren stukken, dan uit schalmen of lange ringen, dan weder uit staven plat ijzer met een aangesmeed oog aan elk einde. Van deze laatsten legt men er horizontaal zooveel op elkander als noodig is ter verkrijging van de vereischte dwarsdoorsnede, welke doorsnede naar het midden der overspanning in grootte toeneemt.

De bindstukken, die onbuigbaar moeten zijn, kan men van gegoten ijzer en zuinigheidshalve zelfs van hout maken; maar men maakt ze ook van stukken plaatijzer, derwijze zamengevoegd, dat zij tegen vervorming verzekerd zijn. Indien die bindstukken vertikaal zijn of daaromtrent, zijn het stijlen (*posts*); zijn zij schuin, dan worden zij *struts* en *counter-struts* genoemd, hetgeen wij zouden kunnen vertalen door stutten en tegenstutten (*bracons* en *contre-bracons*). De schoren en tegenschoren die gerekt worden (*ties en counter-ties*) zijn cilindervormige stangen, eindigende in oogen. De trekkers hebben veelal en de tegentrekkers altijd (ten minste in de voorbeelden die wij gezien hebben) een schroefdraad, waarmede na het opstellen de lengte en de spanning kunnen geregeld worden.

Het hoofddeel der verbindingen is een sterke, cilindrische ijzeren of stalen bout, welks vorm hem gelijkelijk geschikt maakt om de drukkende krachten der onbuigzame deelen en de trekkende krachten der andere te ontvangen en in alle rigtingen over te brengen: de verschillende schoren kunnen om het scharnier eene schommelende beweging aannemen en uit zich zelven den juisten stand innemen, die het meest zich voor de overbrenging der krachten eigent.

Aan dien zelfden bout hangen de deelen der brug, wanneer het dek ter hoogte van de benedenzolen geplaatst wordt, 't geen het meest voorkomende geval is. De brug heet dan *overgrade-bridge* (brug boven de spoorstaven) of *through-bridge* (brug waar geheel doorgereden wordt). Is de rijbaan ter hoogte van de bovenzolen, dan wordt de brug *deck-bridge* (dekbrug) of *undergrade-bridge* (brug onder de spoorstaven) genoemd. Het spreekt van zelf dat die zolen, welke niet onderling verbonden zijn door de deelen der brug, door horizontale windschoren gekoppeld worden. De meeste Amerikaansche bruggen zijn voor enkel spoor gemaakt. De afstand tusschen de liggers is ongeveer 5 M. bij de brug, die in 1868 te Quincy gebouwd is (zie plaat 29, figuren 1 en 2) en 5.5 M. in het ontwerp der brug, die thans te Omaha in aanleg is.

Wijze van berekening. — De aldus zamengestelde liggers worden voor de berekening van den wederstand niet met buigbare prisma's gelijk gesteld. De Amerikaansche ingenieurs verklaren alleen door het beginsel van het parallellogram van krachten de overbrenging op de landhoofden van de op de deelen der brug vereenigde gewigten. Deze overbrenging doet krachten ontstaan, die zich vereenigen. Men zoekt voor elk segment der beide zolen, voor elken stijl, voor elke schoor of tegenschoor de grootste waarde van de totale werking die veroorzaakt zal worden, wanneer eene locomotief, een trein slepende, achtereenvolgens boven elk dezer brugdeelen plaats neemt: uit deze grootste waarde leidt men het aantal vierkante millimeters af, dat de dwarsdoorsnede moet opleveren, daarbij acht gevende op de lengte der gedrukte stukken.

Deze wijze van berekening is omstandig toegelicht en toegepast in het werk van den heer Merrill. Andere

toepassingen er van worden aangetroffen in een beknopt door den hoofdingenieur Clarke uitgegeven verslag over den bouw der Quincy-brug.

De betrekkelijke verdiensten der verschillende typen van bruggen van metalen liggers met groote mazen zijn voor ons van ondergeschikt belang. Wat voor ons in de eerste plaats van gewigt is, is de bezuiniging die zij kunnen opleveren in vergelijking met de bruggen met geklonken tralien of andere doorgaans in Europa toegepaste stelsels. Nu hebben wij gezien dat volgens de cijfers, zoo door den heer Merrill als door den heer Clarke verschaft, de bovenbouw van eene metalen brug voor enkel spoor, overspannende 60 M., met ongeveer twee ton metaal per strekkenden M. gemaakt wordt. Het schijnt overigens in de Vereenigde Staten algemeen erkend te zijn, dat eene brug van 500 voet (150 M.) *voor dubbel spoor* minder dan 700 ton ijzer vereischt. Indien het waar is, dat de kokerbrug over de Menaistraat (de Britannia-bridge), die 140 M. overspant, 3000 ton metaal gevorderd heeft en de brug van 150 M., die over de Lek te Kuilenburg (Nederland) gebouwd is, 2123 ton (*), dan wijst de vergelijking dezer getallen aan, dat de groote bruggen, die sedert eenige jaren in Amerika gebouwd worden, eene aanmerkelijke besparing opleveren.

FUNDERING DOOR ZAMENGEPERSTE LUCHT.

Brug van Saint-Louis.

(Plaat 30.)

De oostelijke pijler moest gefundeerd worden op een caisson, door middel van zamengeperste lucht tot 31 M. onder den gewonen waterstand ingedreven. Deze diepte was bij vroegere toepassing van dit stelsel nog niet voorgekomen en stond nog vergroot te worden door hooge waterstanden op de rivier.

Inrigting van den caisson. — De caisson is van plaatijzer gemaakt en heeft eene zeshoekige gedaante. De grootste lengte, in de rigting van den stroom, is 25 M., de lange zijden zijn 16 M., de breedte tusschen deze bedraagt 18.5 M. en de schuine zijden zijn 10.3 M. De zolder bestaat uit vijftien balkijzeren liggers, hoog 1.52 M., regthoekig op de as der rivier geplaatst en waartegen aan de onderzijde een plaatijzeren dek geklonken is. Deze zolder is versterkt, niet alleen door vertikale plaatijzeren hoekstukken, langs den ganschen omtrek van den zeshoek tegen den wand bevestigd, maar bovendien door twee houten schotten, in de rigting der lengte, die de werkkamer in drie vertrekken van omstreeks 6 M. breedte verdeelen; deze schotten bestaan uit over de geheele hoogte der werkkamer (2.75 M.) opgestapelde balken, zwaar 3 bij 3 d.M; in elk schot is eene opening gespaard, ten einde de werklieden van het eene in het andere vertrek zouden kunnen overgaan. Zij verminderen de dragt der zolderbalken tot een derde gedeelte en ontlasten den buitenwand; na eerst de zinking van den caisson gemakkelijk te hebben gemaakt, waren zij daarna aan de regeling der zakking bevorderlijk. De heer Flad vestigde onze aandacht op dit viervoudig voordeel.

Zeven cirkelvormige putten waren in den zolder gespaard en werden door het metselwerk heen verlengd, naarmate dit zich verhief en de caisson dieper zonk. Een dezer putten bevond zich in het midden van den pijler en de zes andere in twee rijen op 6 M. afstand, drie stroomop- en drie stroomafwaarts. De put in het midden was 3.05 M. in middellijn en van een wenteltrap voorzien, in de anderen, die slechts 1.45 M. wijd waren, was een ijzeren ladder aangebragt.

Stand der luchtsluizen. — Elk dezer zeven putten was van eene luchtsluis voorzien. Maar in plaats van aan het boveneinde, had men die geheel onderaan geplaatst; zij omvatte vooreerst de dikte van de zoldering, verhief zich een weinig daarboven en strekte ook benedenwaarts in de werkkamer. Zij behield dus hare vaste plaats, zij behoefde niet bij iedere verdieping van 4 à 5 M. afgenomen en weder opgesteld te worden; gevolgelijk kon zij grooter en toegankelijker gemaakt worden.

Voorts werd daardoor de ruimte, die met zamengeperste lucht gevuld moet blijven, beperkt en het geheele bovenwerk van den toestel tot een schoorsteen bepaald. Deze vaste stand der luchtsluis aan het benedeneinde van den put is iets nieuws van veel gewigt.

Zandpomp. — De middelste put diende uitsluitend tot toegang voor de werklieden. De anderen mogten slechts ingeval van nood voor dat doel gebezigd worden; zij waren hoofdzakelijk bestemd tot afvoer van den uitgegraven grond; in elken daarvan bevond zich de buis eener *zandpomp*. Dus werd door den heer Eads een kleine toestel genoemd, ingerigt als volgt. Het water van een hoog reservoir of van eene perspomp, door eene buis van ongeveer 8 c.M. middellijn aangevoerd, daalt tot 30 à 40 c.M. boven den onderrand van den caisson, en komt door eene kleine ringvormige opening in eene vertikale buis, waarin het opstijgt. Onder en in het verlengde van deze tweede buis is eene derde, die eenerzijds met het boveneinde in den verwijden mond der tweede uitkomt, juist in het midden van den ringvormigen straal die er inspringt, en anderzijds met het ondereinde in het fijne, losse zand, dat daar door de werklieden opgehoopt wordt. Door eene gelijksoortige uitwerking als van den injector Giffard zuigt de stijgende waterstroom het zand op en voert het met zich mede tot waar het gezamenlijk wordt uitgestort. Het spreekt van zelf dat de onderste buis in het water reikt en dat dit inwendig nimmer beneden het peil der rivier daalt. Sedert den bouw der brug te Kehl wist men den uitgegraven grond anders dan door de luchtsluizen uit de werkkamer te verwijderen: een emmerketting, werkende in een hydraulisch gesloten put, was daartoe voldoende. Maar de aanhoudende zelfwerkende zandstraal van Saint-Louis, die, mits de aard van den grond er zich toe leent, door zulk eene eenvoudige inrigting en zonder behulp van eenig bewegend deel werkt, is eene zeer vernuftige verbetering.

De ondervinding heeft geleerd dat eene pomp van 88 m.M. middellijn 15 M³. zand in het uur kon opbrengen, bij een waterdruk van ongeveer 10 atmospheren.

Uitwerking van de zamengeperste lucht op de menschen. — Alle ingenieurs weten, dat de eerste uitwerking der zamengeperste lucht zich openbaart door een onaangenaam gevoel in een of in beide ooren, een gevoel dat aanhoudt tot de lucht met dezelfde spanning doorgedrongen is in den gehoorgang van Eustachio (*), die in den achtermond uitkomt en tot aan de beenderige holten reikt, waarover het trommelvlies gespannen is. De werking der ademhaling bevordert den doorgang van de lucht in de buis. Een krachtiger middel, waarvan wij op aanraden van een werkman de proef genomen hebben bij ons bezoek in den caisson te Brooklyn, bestaat hierin dat men met duim en wijsvinger de neusgaten sluit en tegelijk de wangen sterk uitzet; het is duidelijk dat men hierdoor de Eustachiaansche buis sterk spant. Deze handeling moet verscheidene malen herhaald worden, vooral wanneer de aanvoer van zamengeperste lucht snel geschiedt. Bij tegenovergestelde verwisseling valt niets te doen, aangezien de zamengeperste lucht, die de buizen vult, juist doordien zij zich uitzet, de ontruiming bevordert. Somwijlen gebeurt het, wanneer de buizen zich in een abnormalen toestand bevinden, b.v. door hersenverkoudheid ontstoken zijn, dat de boven aangegeven middelen beiden ontoereikend zijn tot verzachting der pijn, en, zoo men alsdan voortging met zamengeperste lucht toe te voeren, zou zulks scheuring van het trommelvlies ten gevolge kunnen hebben. De beambten der luchtsluis aan de brug van Saint-Louis hadden in last, in dergelijk geval het inlaten van lucht te staken. Somtijds heeft men vijftien minuten besteed om voor de eerste maal personen binnen te brengen die later bijna zonder er hinder van te hebben in vijf minuten den overgang konden doen.

Toen men met den oosterpijler 18 M. diepte bereikt had, werden eenige werklieden door verlamming der onderste ledematen aangedaan, die zeldzaam van pijn vergezeld ging en gewoonlijk in den tijd van een of twee dagen ophield. Naarmate het indringen vorderde werd het moeijelijker de verlamming te genezen; in sommige gevallen bereikte zij de armen en de ingewanden; in zeer ernstige gevallen werden de gewrichten pijnlijk aangedaan. Gemiddeld ondervonden negen van de tien die ongesteld werden geen wezenlijke pijn, herstelden spoedig en hervatteden den arbeid. De tijd van verblijf in de werkkamer werd trapsgewijze verminderd van vier uren op drie, vervolgens op twee en eindelijk op een uur.

Volgens het gevoelen van den ingenieur, de meesterknechts en de werklieden, was het gebruik van galvanische banden of ringen een krachtig voorbehoedmiddel tegen aanvallen van verlamming: op het laatst waren allen er van voorzien. Deze banden bestonden uit afwisselende stukken zink en koper; zij werden om den pols, de armen, de enkels en het lijf en zelfs op de voetzolen gedragen. De uitwaseming veroorzaakte genoegzame klamheid en zuur om een elektrischen stroom voort te brengen. Het vertrouwen in de krachtige werking dezer voorwerpen was zoo algemeen, dat de heer Eads geneigd is hun wezenlijke waarde toe te kennen.

In het geheel zijn in de werkkamer 352 mannen werkzaam geweest. Dertig werden ernstig ziek; twaalf bezweken. Deze waren bijna allen mannen, niet aan den arbeid gewoon: velen hunner hadden slechts twee uren gewerkt. Daarentegen werkten misschien de helft der manschappen van het begin tot het einde, zonder hinder te ondervinden. Op eene eeretafel, aan het rapport van den hoofdingenieur toegevoegd, zijn de namen vermeld van al de werklieden, die in den caisson werkzaam waren, op het oogenblik dat deze den rotsgrond bereikte.

Eenige geneesheeren schrijven het gevaar toe aan de snelheid, waarmede de zamengeperste lucht in de sluis wordt gelaten, anderen aan de snelheid waarmede zij ontsnapt. De heer Eads verwerpt beide deze meeningen, zich vooral daarop grondende, dat de beambten met de bediening der sluizen belast, en die er nimmer leed van ondervonden, in den tijd van vijf minuten, en verschei-

(*) Vgl. *Tijdschrift* 1871—72, blz. 244. (Red.)

(*) Naam van een Italiaansch geneesheer. (Red.)

dene malen in den loop van twee uren, van den eenen toestand in den anderen overgingen. De lucht werd somtijds zoo spoedig vrijgelaten dat de temperatuur binnen de sluis tot op het nulpunt (32° F.) daalde. Duizende personen, en daaronder vele dames van een zwak ligchaamsgestel, zijn, zonder nadeelige gevolgen te ondervinden, in den caisson afgedaald. Nadat de werktijd tot op een uur verminderd was, heeft zich geenerlei ernstig geval onder de werklieden voorgedaan, terwijl de eerste geneesheer, eens gedurende 2¾ uur in de werkkamer vertoefd hebbende op de diepte van 28 M., thuis komende ernstig ongesteld werd. Uit deze feiten besluit de heer Eads, dat het gevaar bestaat in een te langdurig verblijf in de zamengeperste lucht, en dat, wanneer dat verblijf minder dan een uur duurt, op meer dan 33 M. onder water gewerkt kan worden.

Gevolgtrekkingen betreffende de wegen en bruggen.

1°. Bovenbouw der bruggen.

Wegen. — Wij hebben in den aanvang van dit hoofdstuk gezegd, dat de eigenlijk gezegde wegen, straat- of grindwegen, slechts eene onbeduidende plaats onder de groote gemeenschapswegen der Vereenigde Staten innemen; zij zijn voor ons zonder belang. Maar met de bruggen is het iets anders, inzonderheid met de bruggen, die sedert 1830 en vooral sedert 1860 voor de spoorwegen gebouwd zijn.

Gemetselde bruggen. — Groote gemetselde bruggen zijn uiterst zeldzaam, hoewel het in de oostelijke Staten niet aan de bouwstoffen ontbreekt.

Houten bruggen. — De houten bruggen worden in den regel volgens het Howe-stelsel gemaakt, het stelsel dat Europa in navolging van Amerika op groote schaal heeft toegepast. Maar houten bruggen worden slechts als tijdelijke werken beschouwd; tegenwoordig worden alleen metalen bruggen gemaakt, wanneer althans gebrek aan geldmiddelen niet dwingt tot het uitstellen van deze in eersten aanleg meer kostbare bouwwerken.

Bruggen met metalen bogen. — Onder de metalen bruggen, die sedert twintig jaar gebouwd zijn, worden bijna geene boogbruggen aangetroffen. De stalen boogbrug van twee verdiepingen, die thans te Saint Louis gebouwd wordt, om met drie overspanningen een stroom van 500 M. breedte over te trekken, zal eene sterk sprekende uitzondering zijn. Deze brug van Saint Louis is overigens in alle opzigten een werk van den eersten rang. Er zal ongeveer 2500 ton staal aan verwerkt worden; de moeijelijkheden in de vervaardiging die in het ontwerp ondersteld zijn opgelost te kunnen worden, staan in verband tot vraagstukken van het hoogste belang voor de industrie der metaalbewerking.

Tralieliggers. — De tralieliggers, door den heer Town bedacht, die zoo bijzonder geschikt zijn voor tijdelijke werken en die in Europa algemeen, doch met vervanging van het hout door metaal, voor de groote spoorwegbruggen zijn aangenomen, zijn in de Vereenigde Staten bijna geheel buiten gebruik geraakt.

Balken of liggers met groote mazen. — In plaats van die tralieliggers zijn liggers met groote mazen ingevoerd, welker kenmerkende bestanddeelen naar ons oordeel in de volgende formule kunnen worden zaamgevat:

„Eene rij holle balkjes van 3 à 4 M. lengte, door gegoten ijzeren bussen vereenigd, — en eene rij staven met oogen beweegbaar vereenigd, — zijn onderling verbonden door op verschillende wijzen zamengestelde trekkers en schoren, altijd aan de onderste zool beweegbaar en somtijds aan de bovenste, derwijze dat elke dezer verbindingen nimmer meer dan eene soort van kracht, hetzij uitrekkende, hetzij drukkende, hebbe te verduren, en van welke kracht het hoogst berekende bedrag de dwarsdoorsnede bepaalt, die aan elk stuk behoort gegeven te worden.„

Deze volkomene werking van den wand der liggers moet tot eene eerste besparing leiden. Maar dit is niet het eenige voordeel, dat zich a priori voordoet. Men kan er andere ontwaren in de weinige gelegenheid tot roesten van het ijzer dat volgens de rigting zelve der werkende krachten verbonden is, — in de gemakkelijkheid waarmede alle deelen te bereiken zijn om onderzocht of geverwd te worden, — in de snelheid waarmede de stukken, die op zich zelf eene geringe lengte hebben, opgesteld kunnen worden, — in de geringe oppervlakte den wind door de mazen aangeboden, die daarenboven de sneeuw niet op het dek terughouden. De verkregen besparing schijnt aanzienlijker te zijn naarmate de overspanning grooter is. Men overbrugde volgens dit stelsel reeds met gemak openingen van 60 à 100 M., en nu blijkt uit een geschrift, afkomstig van gouvernements-ingenieurs en dat officieel aan het congres is onderworpen, dat men, dank zij de vorderingen in de laatste jaren door de wetenschap gemaakt, zonder veeleischend te zijn, zonder der maatschappijen buitengewone uitgaven op te leggen, de minste wijdte der doorvaart-openingen voor over den Ohio te bouwen spoorwegbruggen van 90 op 120 M. heeft kunnen brengen.

Deze nieuwe metalen bruggen, die in zeven hoofdsoorten kunnen verdeeld worden, zijn in Frankrijk niet onbekend; maar misschien hebben zij niet genoegzaam de aandacht getrokken. De bijna uitsluitende voorkeur, die er door een zoo praktisch volk als de Amerikanen aan toegekend wordt, is eene leering der overweging waardig. Wij vestigen in het bijzonder de aandacht op de toepassing van het stelsel op draaibruggen. Deze worden in Amerika met twee gelijke armen gemaakt, zij overspannen tegelijk twee openingen van 20 à 50 M. wijdte, draaijende op den tusschenpijler. Deze inrigting, die op min kostbare wijze twee onderscheidene doorgangen voor de scheepvaart vormt, is in Frankrijk nog slechts bij uitzondering toegepast; zij zou op verscheidene onzer kanalen vernaauwingen verbeteren, die zoowel voor de scheepvaart als voor de voeding hinderlijk zijn.

Gronddenkbeeld over het gebruik van het metaal. — Welk ook het verschil in beginsel moge zijn tusschen hangende bruggen en bruggen met strekbalken, schijnen ons de werken, die de Amerikanen volgens deze beide typen sedert twintig jaar gebouwd hebben, duidelijk den stempel te dragen van één gemeenschappelijk denkbeeld, het denkbeeld van ophanging, of juister gezegd, van het ijzer liever door uitrekking dan door drukking te doen werken. De lange trekijzers, die bij de hangende bruggen zoo krachtig de kabels verligten, worden in de stelsels van Fink en Bollman teruggevonden; eveneens worden zij herkend in de schuinliggende bindstukken der andere stelsels, meer bepaald in die welke twee opvolgende draagvelden doorsnijden van de groote balken van Linville en Post. Wat de gedrukte stukken betreft, deze bepalen zich doorgaans tot de stijlen en tot de korte stukken, waarin de bovenzool verdeeld is. Sedert 1847 begreep de heer Whipple dat het Howestelsel omgekeerd, omgezet moest worden.

Is die voorkeur voor gebruik van het ijzer door uitrekking rationeel? Strookt de groote besparing, die er werkelijk in gevonden wordt, met het denkbeeld dat men zich *a priori* kan maken van de tweeledige wijze van wederstand der bouwstoffen? Hiervan kan men zich gemakkelijk overtuigen.

Uitgaande van de aangenomen hypothese dat gesmeed of gegoten ijzeren prisma's werken even alsof zij uit evenwijdige streksche vezels bestonden, kan men zich gemakkelijk elke vezel voorstellen als uit gelede moleculen te zijn gevormd. De wederstand van het prisma tegen uitrekking, evenredig aan de dwarsdoorsnede, is geheel en al onafhankelijk van de lengte. Maar met de gedrukte stukken is dit geheel anders. De drukkende kracht poogt niet alleen de moleculen digter bijeen te brengen, de vezels te verkorten, verbrijzeling te veroorzaken; zij brengt de moleculen bovendien in een staat van onstandvastig evenwigt, zij poogt die zijdelings te scheiden en de wisselvalligheden van den mechanischen zamenhang verhinderen te voorzien, op welk punt de scheiding het meest te vreezen is. De gedrukte prisma's staan er derhalve aan bloot vervormd en gebogen te worden, onder eene veel geringere belasting dan die verbrijzeling zou kunnen veroorzaken; dit is een bijzonder gevaar waaraan slechts tegemoet kan gekomen worden door de doorsnede van het prisma te vergrooten, of wel tusschensteunpunten of zijdelingsche schoren aan te nemen. Dat is de cijns, dien men meer moet betalen wanneer het metaal gedrukt wordt; en men betaalt dien zooveel hooger naarmate de stukken langer zijn.

Indien het niet overbodig ware langer stil te staan bij dit belangrijk verschil tusschen de beide wijzen van belasting en bij de mindere waarde van de eene in vergelijking met de andere, zouden wij aan de Amerikanen een dier krachtige en op de verbeelding werkende betoogen ontleenen, waarvan zij zulke voorstanders zijn.

Een stalen prisma, onverschillig van welke doorsnede, zou op een tiental kilometers boven de aarde opgehangen kunnen worden, zonder dat het deel van het prisma, aan het ophangpunt grenzende, door den totalen last zou breken. Maar men stelle zich ditzelfde prisma voor, staande op zijn grondvlak, waarvan de lengte der zijden 2 of 3 c.M. wordt ondersteld: al verminderde men nu de hoogte van 10000 M. tot 1000 of zelfs tot 100 M., de staaf zou niettemin ineenzakken als een lang bindtouw, dat men beproefd zou hebben overeind te houden; en toch zou in dit tweede geval het ondereinde van het prisma minder gevaar loopen van verbrijzeld, dan in het eerste geval het boveneinde van afgescheurd te worden.

Wil men dus den wederstand van het metaal volledig benuttigen dan late men het zoo veel mogelijk door uitrekking werken; men zal er eene bijzondere bezuiniging door verkrijgen, die zeer aanzienlijk kan zijn. Eveneens is het oordeelkundig slechts stukken van geringe lengte, holle stukken, aan drukking bloot te stellen en vooral niet te meenen dat dezelfde deelen plotseling en ongestraft van de uiterste spanning in de uiterste drukking kunnen overgaan.

Dus schijnt ons het theoretisch programma te zijn dat de Amerikanen zich in meer of min duidelijke termen hebben moeten stellen. Wanneer nieuwigheden aan het licht komen, gesteund door het tweeledig gezag van zulke rationele beginsels en van zulke uitgebreide toe-

passingen, verdienen zij, naar ons oordeel, ten volle de aandacht der mannen van het vak.

2°. Funderingen met zamengeperste lucht.

Wat funderingwerken betreft, werd onze aandacht hoofdzakelijk getrokken door de toepassing van zamengeperste lucht. Wijlen de inspecteur-generaal Minard (*), die ons bij ons vertrek eene reeks van vragen had overhandigd, welker gepastheid en verscheidenheid van zijne volhardende geestkracht getuigden, was bijzonder begeerig te vernemen wat de Amerikanen op dezen nog zoo nieuwen weg, door een Franschman (den civiel-ingenieur Triger) ontdekt en in 1840 op de Loire ingewijd (†), hadden kunnen uitvinden. De inlichtingen in ons verslag vervat, regtvaardigen door hare nieuwheid dit voorgevoel van den Nestor in het korps der bruggen en wegen. In geen land ter wereld zijn caissons gebezigd die wat de grootte betreft in vergelijking kunnen komen met die van Brooklyn (16 A.) en wat de diepte van zinken betreft met die van Saint-Louis (33 M. onder water).

De onveranderlijke stand der luchtsluis aan het ondereinde der putten of schoorsteenen is eene voortreffelijke nieuwigheid. De voordeelen aan houten boven metalen caissons toegeschreven, — de afzonderlijke schotten, — het aantal, de vorm en de afmetingen der afvoerputten, der toegangputten en der putten bestemd tot eindelijken aanvoer der vullingmaterialen, — het gebruik der baggerbeugels van Morris en Cumings in min of meer harde gronden, zooals te Brooklyn, — het zelfwerkend uithalen van zand door middel van eenen aan een hoog reservoir ontleenden waterstroom, even als de injector Giffard zonder zuiger, klep of eenig bewegend werktuig, werkende, in een toestel even eenvoudig in zijne inrigting als in de wijze van opstelling, — de wijze van verlichting der caissons, — de uitwerking der zamengeperste lucht van drie dampkringen op het chemisch verschijnsel der verbranding en op het menschelijk organisme, — de voorzorgen die genomen zijn ter bescherming van het leven der werklieden, — de waarnemingen die gedaan zijn omtrent de grens der diepte, waarop onder water gewerkt kan worden, dit zijn (om hier slechts de hoofdpunten op te noemen) zoovele nog weinig bekende vraagstukken, waarover de in dit verslag medegedeelde feiten naar onze meening een helder licht verspreiden.

Wij hebben eindelijk over de Amerikaansche bruggen van den lateren tijd gesproken met opzigt tot de scheepvaart en wij hebben de aanhoudende zorg van de openbare meening en van het centraal bewind voor de waterwegen gestaafd. Deze kunnen elken dag eene nieuwe vlugt nemen in een land, waar men er zich zoo goed op toelegt van alle natuurlijke hulpmiddelen partij te trekken; zij worden dan ook beschermd tegen servituten, welker gewigt zich later drukkend zou kunnen doen gevoelen. Met vergunning te verleenen tot oprigting der voor de uitbreiding der spoorwegen onvermijdelijke bruggen, wil het Congres aan vroeger bestaande regten niet dan de volstrekt noodige beperkingen opleggen. Zijne ingenieurs zien naauwlettend toe; nevens den vermoedelijken afvoer door de bruggen, onderzoeken zij rijpelijk de door afwisselende veranderingen in de rigting van den stroom gewijzigde breedte en de door beneden den laagsten waterstand te maken werken verminderde diepte. Deze aanhoudende zorg van het administratief toezigt moge vreemd schijnen in het klassieke land der onbeperkte vrijheid; zij is er niet minder leerzaam om.

(*) Den 24sten October 1870 in den ouderdom van negentig jaar overleden.

(†) Vgl. *Notulen*, 1872—1873, blz. 5. (Red.)

TWEEDE HOOFDSTUK.

Spoorwegen.

Wissels. — In de Vereenigde Staten gebruikt men in het algemeen nog altijd voor de wissels het stelsel der „aannemerssporen", namelijk twee om de uiterste punten van een gemeenschappelijken stam beweegbare spoorstaven, die in de rigting van een der beide verlengingen gelegd worden. Een naar de zijde van den stam loopende trein derailleert onvermijdelijk wanneer de beweegbare toestel verkeerd geplaatst is. Ook wordt die toestel gewoonlijk in de rigting van het hoofdspoor bevestigd en van een duidelijk sein voorzien, ter aanwijzing van den in beide gevallen ingenomen stand.

Overigens wordt op eenige lijnen het in Frankrijk gebruikelijke stelsel van tongen gebezigd. Wij hebben dit op den spoorweg van Philadelphia naar Reading in werking gezien.

Maar er is een nieuw stelsel, waaraan boven het evengenoemde de voorkeur wordt gegeven, dat op ongeveer zeventig punten eener zelfde lijn toegepast is, en dat nu, na langdurige proefnemingen, op het Pennsylvania-net, een van de belangrijkste en best beheerde van Amerika, is aangenomen. Ziehier waaruit deze door den heer Wharton uitgevonden inrigting bestaat: (Zie plaat 29, figuur 3.)

Twee onderling verbondene en om de eindpunten van het *zijspoor* beweegbare Bessemer stalen tongen zijn de eene aan de binnen- de andere aan de buitenzijde geplaatst van het *hoofdspoor*, naar en van welks geheel vaste en onafgebroken spoorstaven zij kunnen bewogen worden. De binnenste tong is eene holle kuipvormige spoorstaaf; de buitenste een gewone Vignoles-rail; beide hebben een gewelfd lengteprofil, waardoor zij in het midden hooger zijn dan de rails van het hoofdspoor. Zoolang de treinen alleen in deze of gene rigting over het hoofdspoor loopen, wordt geen deel van den beweegbaren toestel in het werk gebragt; het is dan als of er geen wissel bestond. Wanneer een van den gemeenschappelijken stam komende trein zijn weg langs het zijspoor moet vervolgen, werkt de wissel als volgt: het linker voorrad der locomotief, met zijn flens den platten verwijden bodem van de holle tong ontmoetende, rolt daarop en verheft zich, den rail van het hoofdspoor verlatende, tot het met de velg op den aansluitenden rail van het zijspoor valt, digt bij de spil der tong; intusschen komt het voorste regterrad, zacht naar de regterzijde gedrukt door een contrarail, met zijn velg tegelijk op den rail van het hoofdspoor en op de buitenste tong te dragen; maar deze laatste verheft het, maakt het, na eene lengte van 1.37 M. doorloopen te hebben, vrij van het hoofdspoor en brengt het vervolgens op den rail van het zijspoor. Komt een trein uit het zijspoor naar den gemeenschappelijken stam, zoo geschiedt alles juist op dezelfde wijze. Mogt overigens in het laatste geval vergeten zijn den wissel om te leggen, zoo zou de trein dit zelf doen, door met het vertikale binnenvlak van het linker voorwiel eene derde tong ter zijde te dringen, welker beweging door eene stang op de beide andere tongen wordt overgebragt.

De voordeelen van dit stelsel zijn onmiskenbaar. De beweegbare toestel wordt niet onnoodig bereden, en komt alleen in het werk wanneer treinen zich van en naar het zijspoor moeten begeven. Het laat de rails van het hoofdspoor onaangetast, bespaart aan het rollend materieel de schokken en de slijting, voortspruitende uit de verbroken aansluiting der deelen. Het doet eindelijk het gevaar te niet, verbonden aan het rijden in de rigting der spits van de tong. Onder deze omstandigheden bestaat geen beletsel om zonder de beweging der sneltreinen te belemmeren, de zijtakken, die zoo voordeelig voor de doorsneden landstreken en voor het lokaal verkeer zijn, langs elke lijn te vermenigvuldigen.

De Whartonwissel schijnt derhalve eene voordeelige verbetering voor de spoorwegen te zijn. Dat het stelsel door twee maatschappijen, als die van Pennsylvania en die van Philadelphia naar Reading, is aangenomen, is eene praktische goedkeuring, waarop wij bijzonder de aandacht vestigen.

Gevolgtrekkingen betreffende de spoorwegen.

Het is een bekend en erkend feit, dat de Amerikaansche spoorwegen niet zoo goed gebouwd zijn als de onze. Maar het kan eenigermate nuttig zijn zich behoorlijk rekenschap te geven van hetgene men daaronder te verstaan hebbe.

Die spoorwegen zijn grootendeels onvolledig en de werken zijn slechts gemaakt om in de eerste behoefte te voorzien. Dat is waarheid. Maar de exploitatie is dienovereenkomstig ingerigt. Indien de Amerikanen in eens spoorwegen hadden willen maken, die aan alle eischen voldeden, dan zouden zij, in plaats van 80 000 en weldra 100 000 K.M., een vierde of misschien de helft van die lengte bezitten.

De groote lijnen, de eenige waarvan vergelijking met de onze eenig belang oplevert, verschillen van deze niet zooveel als algemeen gedacht wordt. Een spoorweg als de New York Central, waar de snelheid, waarmede gereden wordt (na aftrek van stilstand op de stations), gemiddeld 42 K.M. in het uur voor omnibustreinen en 56 K.M. voor de sneltreinen bedraagt, zou gevoegelijk in alle landen der wereld eene plaats kunnen innemen. Het spoor is er misschien minder goed; maar uit het tweeledig oogpunt van veiligheid en gemak beschouwd, wordt die minderheid ruimschoots opgewogen door de meerdere voortreffelijkheid van het rollend materieel.

Dank zij der gelede wagons, bekommert men zich in Amerika eerst om bogen, wanneer de straal minder dan 300 M. lang is; en die straal daalt tot 120 M. Ten einde de kosten van eersten aanleg te verminderen, worden hellingen, vlakker dan 11 m.M., als zaken van ondergeschikt belang beschouwd en die hellingen nemen toe tot 22 m.M., zonder dat men toevlugt neemt tot buitengewone middelen ter vermeerdering der trekkracht. Overigens heeft men de hellende vlakken, die in het eerste tijdperk der spoorwegen tot vervoer van allerlei koopmansgoederen en zelfs van reizigers gediend hebben, na die veel verbeterd te hebben, voor het vervoer van steenkolen behouden.

Wij hebben afzonderlijk melding gemaakt van de nieuwe vormen en de groote spanningen, welke de Amerikanen aan hunne spoorwegbruggen gegeven hebben. De betrekkelijke besparing volgens deze nieuwe typen, voor openingen grooter dan 50 à 60 M., is algemeen erkend.

Wat het eigenlijke spoor betreft, mag het overbodig zijn aan de Vignoles-spoorstaaf te herinneren, die reeds in den aanvang (nu bijna veertig jaar geleden) in de Vereenigde Staten werd aangetroffen en die nagenoeg zonder uitzondering thans nog overal in Europa wordt

gebezigd. Maar op den Whartonwissel kunnen wij wijzen als op eene nieuwigheid die geroepen schijnt belangrijke diensten te bewijzen. Dit stelsel van wissel laat de beide rails van het hoofdspoor volkomen onaangetast, onbeweeglijk en doorloopend; dit is er de hoofdverdienste van; sedert is het mogelijk geworden zonder gevaar tegen de spits der tongen te rijden en de voor het lokaal verkeer zoo bevorderlijke zijtakken te vermeerderen. Twee maatschappijen, die van de Pennsylvania- en van de Philadelphia and Reading-spoorwegen, die bij het publiek wegens de bekwaamheid en het beleid harer administratie hoog staan aangeschreven, hebben voor goed den Wharton-wissel in beginsel aangenomen.

Gaan wij thans tot het rollend materieel over.

Waar het algemeen gebruik en de klaarblijkelijke voordeelen van het gesloten tentdak, dat stoker en machinist tegen wind en regen beschut, ons in het oog springen, vragen wij waarom deze inrigting in Europa niet meer toegepast is geworden.

Steeds de schitterende uitkomst aanschouwende der sedert zoo langen tijd op eene onmetelijk groote schaal verkregen ervaring, vragen wij ons zelven af, of de tegen het gelede materieel gemaakte bedenkingen niet een dier theoretische vooroordeelen tot grondslag hebben, die, eenmaal uitgesproken zijnde, herhaald worden en stand houden alleen door gebrek aan middelen om de waarheid te onderzoeken

De bel der Amerikaansche locomotieven is bekend. Zou zij niet hier, gelijk daar, binnen de steden de krijschende stoomfluit kunnen vervangen?

De toepassing van zamengeperste lucht op de beweging der remtoestellen zou wel eene nieuwe en schitterende parel aan de kroon der Amerikaansche ingenieurs kunnen worden.

Het algemeen gebruik der gegoten ijzeren wielen, welker duurzaamheid wordt toegeschreven aan bijzondere voorzorgen bij de afkoeling, — de veren van gevulcaniseerde caoutchouc, — het dubbele stelsel van boven elkander geplaatste veren voor de prachtwagens, — de koppeling van Miller, waarmede zonder eenigen hinder voor de beambten met de behandeling belast, gedurende den rid wagons aangehaakt en losgelaten kunnen worden, — de ronde, draaijende leunstoelen voor de salons, — de verhooging in het midden die, zonder de geheele hoogte te benuttigen die ten onzent door de verblijven der treinwachters wordt ingenomen, veel gemak oplevert, zoo tot luchtverversching zonder de portieren te openen, als tot het doorlaten van een koord dat de reizigers in gemeenschap stelt met de treinbeambten en tot het ophangen van lampen; — eindelijk de schitterende verlichting, die door zamengeperst gas kan verkregen worden en die aan hen, die ongaarne tijd onbesteed laten, gelegenheid geeft om de lange winteravonden te benuttigen; ziedaar, wat het rollend materieel betreft, eenige punten, die ons toeschijnen wel de aandacht te verdienen.

Slechts ter herinnering maken mij melding van het hoofdbeginsel der indeeling van de Amerikaansche wagons, namelijk eene groote algemeene zaal met banken met lage leuningen; in plaats van zijdelingsche portieren een gangpad in het midden en gelegenheid om van den eenen wagon in den anderen te gaan. Dit stelsel strookt niet met onze zeden, zooals met die der Amerikanen; in Frankrijk zou het voorzeker door de meerderheid der reizigers alleen voor reizen bij dag verkozen worden. Maar de slaapwagens, die meer dan eenige andere verbetering van den laatsten tijd de strekking hebben om de spoortreinen op dezelfde lijn te plaatsen met de schepen, waarop de dagelijksche leefwijze zoo min mogelijk afgebroken of gestoord wordt; deze wagens zullen waarschijnlijk eerlang op onze groote lijnen worden ingevoerd. Daarom hebben wij niet geaarzeld ten aanzien van dit onderwerp in eenige prozaische bijzonderheden te treden, waarvan alleen de toepassing het gewigt kan leeren kennen.

Ten aanzien van de exploitatie bepalen wij ons tot herinnering aan de onvergelijkelijke snelheid der bagagedienst en aan de onbeperkte vrijheid, waarmede de reizigers op de perrons of in de wagens het vertrek der treinen kunnen afwachten. Onze spoorwegen zullen er ook veel door winnen, zoodra men ze gemakkelijker zal kunnen bereiken en verlaten.

Wij hebben eindelijk de hoofdpunten der Amerikaansche wetgeving in zake spoorwegen aangestipt. Niet zonder verwondering ontwaart men hoe gemakkelijk de maatschappijen wettig opgerigt worden, — welk gebruik zij van het regt tot onteigening kunnen maken, onder waarborgen die ten onzent geheel onvoldoende zouden voorkomen, — de bevoegdheid die zij hebben om onbeperkt geldleeningen te sluiten en het overwigt der obligatien bij de betaling der werken, — den vinnigen wedijver, die het aantal lijnen tot in het oneindige schijnt te zullen vermeerderen, maar die meesttijds eindigt met schikkingen waarbij het algemeen schade lijdt, — eindelijk de eenvoudigheid der reglementen en de oorspronkelijkheid der zeden, die zich in sommige wetten afspiegelt. Een eenigzins naauwgezet onderzoek der zoo gewigtige vraagstukken zou ons de grenzen van dit verslag doen overschrijden; wij bepalen ons, hier gelijk elders, tot vermelding van feiten.

DERDE HOOFDSTUK.

Binnenlandsche scheepvaart.

Baggerwerken. Baggerlepel. — In de Vereenigde Staten worden de rivieren, even als in Frankrijk, door baggerwerken, dijken en stuwen verbeterd. De baggerwerken zijn er zeer belangrijk en worden met zeer verbeterde werktuigen uitgevoerd. De dijken leveren deze bijzonderheid op, dat zij alle naar een enkelen type aangelegd zijn. Wat eigenlijk gezegde stuwen betreft, zagen wij niets dat onze aandacht trok.

In de eerste plaats zij vermeld dat de baggertoestellen met doorgaande beweging, welke in Frankrijk bij werken van eenigen omvang nagenoeg uitsluitend worden gebezigd, in de Vereenigde Staten zeer zeldzaam zijn; wij zagen er slechts twee: de eene op den Hudson bij Albany de andere op het kanaal van den Illinois naar het meer Michigan. De toestel, die bijna overal gebezigd wordt, is een baggerlepel, in beweging gebragt door eene draaijende kraan en door een afzonderlijk drijfwerk dat den steel bestuurt.

De moeijelijkheid van het werk bestaat in het besturen van den steel. Sedert langen tijd is getracht een middel te vinden, waardoor naar verkiezing met meer of minder kracht op den lepel gedrukt kan worden, ten einde dien in een ongelijkmatig harden bodem te doen dringen en tevens bij het opstijgen den lepel vol te doen blijven. In de *Architecture hydraulique* van Belidor (deel IV, bladz. 156) kan men zien hoe de baggerlepel omstreeks het midden der vorige eeuw in de havens van Brest en Toulon werkte. De ingenieur voor den scheepsbouw Marestier, in 1821 met eene zending naar de Vereenigde Staten belast, wees in zijn verslag op een werktuig, dat gemakkelijker en vermogender was geworden door toevoeging van eene draaijende kraan en van een toestel, waarmede de steel kon bestuurd worden. Sedert eene halve eeuw heeft dit stelsel aanmerkelijke verbeteringen ondergaan.

Wij hebben baggerlepels zien werken in de Chesapeake-baai, bij Baltimore, vervolgens te New-York, waar de toegangen naar de kade der fransche transatlantische pakketbooten tot 7 M. werden uitgediept, daarna te Albany, waar de diepte slechts 3 M. bedroeg, en eindelijk bij Chicago, op het kanaal tusschen den Illinois en het meer Michigan, waar de bodem van een 43 K.M. lang kanaalpand 4 M. verdiept werd. Veertien baggertoestellen werkten gelijktijdig op dit kanaal. Van deze toestellen, waarop wij meer bijzondere het oog hebben, laten wij de beschrijving hier volgen. (Zie plaat 29, figuur 4.)

De lepel hangt aan eene kraan, die op den voorsteven van een plat vaartuig opgesteld is. Aan de achterzijde van het vaartuig is eene locomobile en in het midden zijn twee stoomlieren van 40 en 24 c.M. middellijn. Eene boven het dek uitstekende kajuit strekt tot beschutting dezer werktuigen. Het beweeghare deel der kraan, bestaande uit twee hellende armen *B* en *C*, een horizontalen dwarsligger *D* en een kort staand stuk *E*, is door beugels verbonden aan een vasten hollen paal van gegoten ijzer, door welken de hijschketting naar de groote lier geleid wordt. Deze paal draagt een horizontaal rad, waarvan de krans door een tweemaal omgebogen ketting met de kleine lier verbonden is. Men is er zeer over voldaan, aldus den draaitoestel op den voorgrond gesteld en zelfstandig gemaakt te hebben, en plaats van dien, als naar gewoonte, in het hol van het vaartuig aan te brengen.

De lepel bestaat uit eene korf van sterk plaatijzer, ter inhoud van een teerling yard (0.766 M³.) Hij is op de beide vertikale zijden met den steel verbonden door twee platte ijzeren staven, waarvan de eene *M* in het verlengde van den steel, terwijl de andere *N* schuins gerigt is. Beide zijn aan den korf beweegbaar en met bouten op den steel bevestigd; maar het stuk *N* is van drie gaten voorzien ten einde den eenigen bout die het ophoudt op drie onderscheidene plaatsen te kunnen stellen: hierdoor kan men den hoek tusschen den lepel en den steel, die iets meer dan 90° bedraagt, een weinig wijzigen. De lepel heeft nog een derde beweegbaar stuk, in den vorm van een halven hoepel, of hengsel, waaraan de ketting vastgemaakt wordt, die met katrolschrijven over het bovendeel der kraan loopt.

De steel, ter lengte van 10 tot 12 M., bestaat uit twee gelijke stukken, waartusschen de bovenarm der kraan doorgaat, en die, op hunne beurt, ingesloten zijn door de beide schalen van den onderarm *B*. De dwarsligger *D* bestaat eveneens uit twee sukken, die halverhout met die van den onderarm verbonden zijn, en waartusschen gevolgelijk eene vrij aanmerkelijke ledige ruimte overblijft. In deze ruimte bevinden zich twee draaispillen, die door den dwarsligger gedragen worden. De achterste dient enkel om met tandraderen op de andere te werken. Op de voorste zijn twee beweegbare schijven en een vast rad met groeven. De steel steunt op de schijven en kan daaromheen slechts schommelen, wanneer zijne uiteinden op onveranderlijke afstanden van de as vastgehouden worden.

Om die afstanden te doen veranderen en den vasten stand te verzekeren, met andere woorden om den steel voor of achteruit te doen gaan en daarna in den gewenschten

stand vast te maken (onder voorbehoud van de zuivere en eenvoudige schommeling), zijn de beide uiteinden van den steel door een ketting verbonden, die in de tusschenruimte om het gegroefde rad is geslagen en, wanneer het rad draait, aan de eene zijde gespannen en aan de andere gevierd wordt; men kan derhalve aan den steel eene voortgaande beweging in beide rigtingen mededeelen. Om den dus beteugelden steel te besturen worden twee hefboomen gebezigd, waarvan de eene, regtstreeks op de voorste draaispil werkende, den lepel nader bij de schuit haalt, terwijl de andere, op de achterste draaispil werkende, den lepel afstoot en dien in den grond doet dringen. Deze behandeling is opgedragen aan een werkman, die, staande op een aan de kraan bevestigden en met deze beweegbaren vloer, op den eenen hefboom met de hand en op den anderen anderen met den voet werkt.

De platte bodem van den lepel is om een scharnier beweegbaar, en wordt, alleen door de drukking van het water bij de indompeling, werktuigelijk gesloten, door middel van eene klink met veer. Om den bodem te openen wordt de klink vrij gemaakt, door aan een koord te trekken dat, tot meerder gemak door middel van een onder tegen den steel bevestigden hefboom werkt.

In zijn geheel beschouwd wordt het werktuig als volgt bestuurd. Men begint met het beweegbare deel der kraan in het vertikale vlak te brengen, waarin men wil baggeren en brengt de kleine stoomlier buiten werking. Alvorens de groote lier in het werk te brengen, laat men den lepel door zijn eigen gewigt nederdalen en brengt dien door middel van het gegroefde rad naar achter, en dus digter bij het vaartuig; de steel komt dan nagenoeg vertikaal overeind, maar blijft tegen de dubbele schijf rusten. Indien nu de groote lier in het werk wordt gebragt, trekt deze in schuine rigting aan den lepel, die zich daardoor tracht te bewegen in een cirkelboog, met de as der schijven tot middenpunt; maar men kan ook tevens op den steel werken, om den boog horizontaal te verlengen en den lepel te zekerder te vullen. Zoodra deze nog slechts opgehaald behoeft te worden, wordt hij derwijze weder opgerigt, dat het verlies vermeden wordt, dat bij de oude werktuigen zoo aanzienlijk was. Overigens wordt het ophijschen tot de strikt toereikende hoogte beperkt. Vervolgens wordt de groote lier buiten- en de kleine in het werk gebragt, en de lepel komt draaijende boven den vergaarbak, waarin hij zijn inhoud moet uitstorten.

De wederstand, dien de lepel in het uit te diepen terrein ontmoet, is dikwerf oorzaak dat het baggervaartuig van voren te veel indompelt. Op het Illinois-kanaal, waar de bodem uit vaste mergelaarde bestaat, heeft men, om deze werking tegen te gaan, ter wederzijde aan het voorste gedeelte van het vaartuig twee krukken aangebragt, bestaande uit met sponningen ineengewerkte palen, die men tot op den bodem laat zakken en met ijzeren nagels bevestigt. Biedt de grond al te veel wederstand, dan wordt die te voren met ijzeren stangen losgemaakt.

Het stoomwerktuig heeft twee horizontale, geheel afgescheidene cilinders, welker zuigers te zamen of afzonderlijk op de groote lier kunnen werken. Hierdoor kan het stoomverbruik naar de moeijelijkheid van het te verrigten werk geregeld worden. Onder de gunstigste omstandigheden wordt op het Illinoiskanaal in 12 uren 600 tot 700 M³. uitgegraven, met een kolenverbruik van anderhalve ton.

Op ditzelfde kanaal werd de lepel geledigd in eene ben, hangende aan eene andere kraan, die, over werksporen, langs een der dijken voortbewoog en de opbrengst der baggering buitendijks in ophooging bragt. Wij hebben ons met het horologie in de hand overtuigd, dat in het algemeen een minuut gevorderd werd om den lepel te vullen, dien te vervoeren, te ledigen en naar zijne vorige plaats terug te brengen.

Wat heeft men nu te denken van de betrekkelijke verdienste van dit baggerwerktuig en van de onze? In weerwil van de voorkeur, die de Amerikanen er bijna uitsluitend aan toekennen, is het ons nog niet gebleken, dat eene baggering in eene regte lijn, over groote oppervlakten of in vaste zandbanken, niet voordeeliger en vooral spoediger zou verrigt worden met vaartuigen ter wederzijde van een emmerketting voorzien. Maar zoodra de baggeringen met moeijelijkheden gepaard gaan, zooals zich bijna altijd op onze rivieren en kanalen voordoen, gelooven wij dat de Amerikaansche baggerlepel verre te verkiezen is. Deze levert twee uitstekende voordeelen op. Het eerste bestaat hierin, dat de uitgegraven grond niet verder dan tot de volstrekt noodige hoogte opgehaald wordt. Het tweede is, dat op een grooten afstand van het baggervaartuig, op het juiste punt dat men beoogt, gewerkt kan worden en dat het werktuig geschikt is voor allerlei moeijelijke ontgravingen, met name voor het uitsparen van regelmatige taluds. Het vindt toegang tot de meest belemmerde schuilhoeken van dammen, en des te beter daar zijn diepgang gering is (*). Eenvoudig en lomp in zijne werkende deelen, is het niet blootgesteld aan

(*) Het kan ook, zonder verplaatsing van het baggervaartuig, over eene grootere oppervlakte werken.

het gestadige breken van emmers, schalmen, trommels enz. Eindelijk werkt de baggerlepel niet met de lompe onverzettelijkheid der kettingen zonder einde; hij heeft in al zijne bewegingen den rustigen en bedachtzamen gang, dien een verstandelijke wil er aan mededeelt. Toch zijn er slechts drie mannen aan boord van het baggervaartuig: een stoker, een machinist en de man die, staande, den steel van den lepel bestuurt. Men ziet die korf zich in de lucht bewegen, draaijen, stijgen, dalen, voor- en achteruitgaan even gemakkelijk als een arm, een reusachtige arm, begaafd met eene onweerstaanbare kracht. Het is een waarlijk indrukwekkend schouwspel.

Gevolgtrekkingen betreffende de binnenlandsche scheepvaart.

Wij hebben getracht een denkbeeld te geven van wat tegenwoordig de waterwegen in de Vereenigde Staten zijn. Zal die lange lijst voor de lezers van ons verslag iets van het belang behouden, dat zij voor ons aan persoonlijke herinneringen, aan althans gedeeltelijke kennis van plaatsen en personen ontleent? Dit weten wij niet. Maar men zal er ten minste leeringen in vinden, die op de Fransche waterwegen kunnen toegepast worden, en uit dat oogpunt beschouwe men hetgeen hier volgt.

In de eerste plaats wijzen wij op de veel verbeterde wijze van baggeren. De baggerlepel wordt in de Vereenigde Staten algemeen gebezigd voor het uitbaggeren en verdiepen van kanalen, rivieren en havens. Maar dit is een geheel nieuw werktuig, dat de Amerikanen zamengesteld hebben, niet alleen door aan het oorspronkelijke werktuig eene draaijende kraan te voegen en den stoom als beweegkracht aan te wenden, maar vooral door er tot besturing van den steel een even eenvoudig als krachtig drijfwerk aan te verbinden, dat uitnemend in overeenstemming is met de overige werkende deelen. Aldus gewijzigd schijnt ons de baggerlepel ver boven de kettingtoestellen te verkiezen bij baggerwerken in beperkte ruimten. Behalve het voordeel dat hij den baggergrond niet hooger dan volstrekt noodig opvoert, kan hij zekerder en juister behandeld worden, is gemakkelijker te onderhouden, en heeft minder diepgang. Dit oude werktuig, waaraan de Amerikanen een nieuw leven gegeven hebben, behoort weder in Frankrijk ingevoerd te worden.

De baggerlepel is bijzonder geschikt voor het baggeren van kanalen. Door dien vereenigd te gebruiken met eene even ruw zamengestelde kraan, die over werksporen langs een der dijken loopt, brengt men den grond op het buitendijks gelegen voorland zonder de lange *couloirs* van het Suez-kanaal te behoeven. Op een rolwagen geplaatst wordt de baggerlepel eindelijk een werktuig om grond te ontgraven; in een zandigen grond kan hij met voordeel gebruikt worden tot het maken en vooral tot het verbreeden van lange ingravingen.

Een meer zamengestelde baggertoestel, maar met nog meerdere juistheid en kracht op een bepaald punt werkende, is die van Morris en Cumings. Hetzij deze met den halfronden trog werkt, ter inhoud van 1 à 4 M³., of wel met den klemhaak, waarmede blokken van vele M³. op de bouwplaats der pijlers van de brug over de Oostrivier werden weggeruimd; hetzij men dien bezige bij de ontgravingen in caissons, bij gebruik van zamengeperste lucht, of voor het opruimen van overblijfselen van oude bruggen, wij gelooven dat er meer en beter mede gewerkt zal worden dan met de oude werktuigen.

Overgaande tot eene andere soort van baggerwerken, waarbij de ontgraven grond niet opgehaald behoeft te worden, maar enkel van hinderlijke ondiepten naar plaatsen op den bodem vervoerd wordt, waar hij geen hinder kan toebrengen, meenen wij nog een nieuwen toestel en welligt twee te kunnen aanbevelen.

Deze zijn de hark van den kolonel Long en de schuit met delfschroeven (*hélices fouilleuses*) van den generaal Mac Alester. Beiden snijden eene zandbank in, waardoor heen men een vaarwater wil graven of verdiepen, zij maken den bodem los, brengen het zand in drijvenden toestand en veroorzaken dus eene verplaatsing, die of door den stroom der rivier of door de afwisselende werking der getijden voortgezet wordt.

Het denkbeeld dezer werktuigelijke verdieping van vaarwaters zonder uithaling van zand is niet nieuw; reeds sedert veertig jaren wordt het op de Garonne toegepast; maar de werktuigen die tot dusverre voor dat doel bedacht zijn, schijnen niet zoo vermogend te zijn geweest. Aan den anderen kant heeft men zich misschien te veel laten ontmoedigen door het denkbeeld van louter tijdelijke geulen te vormen, welke de volgende hooge waterstanden zullen doen verdwijnen en die dus geregeld op nieuw gemaakt moeten worden. Het geldt hier het opmaken eener jaarlijksche balans. De Amerikanen hebben er de voorkeur aan gegeven voor den Mississippi en zijn voornaamste zijtakken. De Loire en de Garonne schijnen ons in tamelijk gelijksoortige toestanden te verkeeren als die groote stroomen van Centraal Amerika: de vraag is slechts of de kosten, die vereischt zouden worden om in laag water eene behoorlijk bepaalde ankerplaats te onderhouden, in verhouding

zouden staan tot de daardoor aan den handel verschafte voordeelen. Het zou ons verwonderen zoo de hark van kolonel Long, die op eene gewone schuit aangebragt kan worden, niet nuttig werkzaam zou kunnen zijn op de Loire, boven Nantes, en op de Garonne. De schuit van generaal Mac Alester zou welligt met voordeel te gebruiken zijn op de Beneden-Loire, de Gironde, de monden van den Rhône enz.

In den bodem onzer rivieren worden gelukkig zeer weinig verzande boomen gevonden; derhalve hebben wij niets uit te staan met de *sqnagboats*, waarmede kolonel Macomb in weinige minuten boomen van 30 à 40 M. uit den grond haalt, die aan boord door stoomzagen op de verlangde maat gebragt worden, terwijl de schuit haar onderzoekingstogt voortzet.

. . . . . .

VERSCHEIDENHEDEN.

PROEFNEMINGEN OMTRENT DEN WEDERSTAND TEGEN DE BEWEGING DER LUCHTBALLONS IN HET LUCHTRUIM, DOOR HERVÉ-MANGON EN L. DURAND-CLAYE. — De insluiting van Parijs heeft het vraagstuk van het besturen der luchtballons van gewigtig praktisch belang doen worden en een bepaald onderzoek van de daarmede in verband staande bijzonderheden noodzakelijk gemaakt.

De commissie voor de verdedigingsmiddelen, onder het voorzitterschap van den inspecteur-generaal Reynaud, die dikwijls werd geraadpleegd omtrent ontwerpen van bestuurbare luchtballons, heeft beslist, dat zij, om de haar gestelde vragen te beantwoorden, vóór alles door regtstreeksche proefnemingen den wederstand van de lucht tegen de beweging der ballons bij verschillende snelheden moest bepalen. Die proefnemingen werden opgedragen aan de heeren Hervé Mangon en L. Durand-Claye.

Men begrijpt toch dat, wanneer de te overwinnen wederstand eens voor altijd is bepaald, men voor elk bijzonder geval slechts de effectieve kracht van het voorgesteld voortstuwingsmiddel heeft te meten, om die met den te overwinnen wederstand te vergelijken en aldus, uit een werktuigkundig oogpunt, de waarde van elk ontwerp van een bestuurbaren luchtballon te schatten.

Het programma voor de proefnemingen, door de commissie vastgesteld, omvatte de meting van den wederstand der lucht tegen de beweging van een vlak van groote uitgestrektheid, van een langwerpig gevormden ballon en eindelijk van bolvormige ballons.

Ten gevolge van de omstandigheden heeft men alleen met bolvormige ballons proefnemingen gedaan. Niettemin achten wij het nuttig de verkregen uitkomsten kortelijk te vermelden.

Het zou zeer belangwekkend zijn vooraf een overzigt te geven van de proefnemingen en hare resultaten omtrent den wederstand der lucht tegen de beweging van vaste ligchamen van Newton, Bernoulli, Euler, d'Alembert, Borda, Bossut, Coulomb, Girard, Hutton, Thibaut, Piobert, Morin, Didion en anderen. De tijd heeft ons ontbroken, om, gedurende het beleg, dit vergelijkend onderzoek in te stellen en wij behouden ons voor dit later te doen, wanneer wij in de gelegenheid zullen zijn deze mededeeling door nieuwe waarnemingen aan te vullen.

Er bestond, voor zooveel ons bekend was, geen regtstreeksche waarneming omtrent de kracht, die benoodigd is voor de beweging van den ballon in het luchtruim; wij hebben getracht in die leemte te voorzien door ons geheel op praktisch gebied te plaatsen en alle proef-inrigtingen te vermijden, waardoor de te verkrijgen uitkomsten gepaard zouden gaan met gegevens, vreemd aan de feiten, die wij hadden toe te lichten.

De proeven zijn genomen aan het spoorwegstation van Orleans, met twee ballons van den heer E. Godard, die ons zijne medewerking heeft verleend met een ijver, eene belangeloosheid en een overleg, waarvoor wij hem onzen opregten dank betuigen.

De eerste ballon, van vernist katoen, had 6 M. middellijn; zijn inhoud bedroeg gevolgelijk 113 M³., en zijne regte doorsnede 28.27 M².

De tweede ballon, insgelijks van vernist katoen, had 10.75 M. middellijn; zijn inhoud bedroeg 650 M³. en zijne regte doorsnede 90.76 M².

De proefnemingen met den kleinen ballon werden gedaan door aan zijne belasting een ketting van zekere lengte toe te voegen, die op het asphalten trottoir van het station sleepte. Bij de kracht, benoodigd voor de verplaatsing van den ballon, kwam de kracht van wrijving van den over den grond slependen ketting. Deze kracht, gemiddeld op 0.75 K. berekend, is afgetrokken van de geheele kracht, uitgeoefend op het touw, dat aan den houten ring van het net bevestigd was, en waarop de trekking van den geheelen toestel werkte. Het eind ketting op den grond wisselde telkens een weinig in lengte af, ten gevolge van de slingeringen van den ballon in loodregte rigting. Van die omstandigheid is eene kleine onzekerheid het gevolg, welke, gelijk men zien zal, bij de proefnemingen met den grooten ballon is vermeden.

De trekkracht is den eersten dag der proefnemingen gemeten met eene eenvoudige tot krachtmeter ingerigte veer. Al de andere proeven zijn genomen met een aan den generaal Morin behoorenden dynamometer.

De wijze van proefneming met den ballon van 650 M³. was zeer eenvoudig. De dynamometer was bevestigd op een sleedje, aan het voorste gedeelte van een wagentje, loopende over de spoorstaven, aangebragt. De ballon, behoorlijk geballast, was achter aan hetzelfde wagentje door twee loodregt hangende, ter naauwernood gespannen touwen bevestigd; een horizontaal touw verbond den ring van het net met den dynamometer.

De wagen werd door menschenhanden voortgeduwd en de dynamometer wees de trekkracht van den ballon aan. Een van ons las op een secondewerk den tijd af, benoodigd voor het doorloopen van afstanden van 10 M., die op den grond waren aangeduid, waaruit men vervolgens de snelheid van den gang berekende.

De verschillende trekkrachten, aan de veer waargenomen of op de dynamometrische kromme lijnen gemeten, zijn in een register opgeteekend, dat onder de oogen van de commissie is gebragt en in de archieven van het laboratorium van de school der bruggen en wegen berust. Dit register behelst al de opgenomen cijfers zonder uitzondering en het is te uitgebreid om het hier over te nemen.

Het was waarschijnlijk, dat de wederstand tegen de beweging der ballons in de lucht zou kunnen worden voorgesteld door eene gelijksoortige formule als door de schrijvers is aangenomen voor den wederstand tegen de beweging der platte vlakken in de lucht. Al onze waarnemingen worden inderdaad op voldoende wijze voorgesteld door de formule

$$R = 0.02\, D\, .\, S^{1.20}\, V^{2}$$

waarin:

R de trekkracht van den bolvormigen ballon in K.G.

D het gewigt van den M³. der lucht, waarin een ballon zich bevindt, in K.G.

S de oppervlakte van den grooten cirkel van den bol of de regte doorsnede van den ballon in M².

V de snelheid van den gang in M. in de seconde.

Men weet overigens dat

$$D = 1.2932\ \text{K.G.}\ \frac{H}{760}\ \frac{1}{1 + 0.0367\, t}$$

als H de barometrische druk per m.M. is en t de temperatuur der lucht.

Men kan de waarde dezer formule beoordeelen door de volgende tafel, die tegenover elkander bevat de bij de proeven werkelijk waargenomen krachten en die, welke door de formule worden verkregen

Ballon van 113 M³.			Ballon van 650 M³.		
	Wederstand			Wederstand	
Snelheid.	waargenomen.	berekend.	Snelheid.	waargenomen.	berekend.
M.	K.G.	K.G.	M.	K.G.	K.G.
1.12	1.39	1.29	0.86	2.95	2.76
1.19	1.30	1.38	0.90	3.45	3.02
1.25	1.75?	1.52	1.07	4.44	4.21
1.28	1.63	1.60	1.56	8.81	9.06
1.39	2.15	1.88	1.67	11.39	10 25
1.47	1.92	2.10	2.03	14.58	15.35
1.88	3.31	3.44	2.17	17.30	17.58
1.93	3.50	3.62	»	»	»
2.13	4.50	4.41	»	»	»

De verschillen tusschen de waarneming en de berekening zijn zoo gering als men bij proefnemingen van dezen aard slechts eenigzins kan wenschen.

Het ware wenschelijk geweest, de proefnemingen voort te zetten met ballons van grootere middellijnen en met aanzienlijker snelheden. De omstandigheden hebben niet veroorloofd meer te doen, maar het is onbetwistbaar, dat de formule van toepassing is voor middellijnen en snelheden, die aanmerkelijk veel grooter zijn dan die van de proefnemingen, zoodat zij, voor het tegenwoordige, aan de behoeften der praktische luchtvaart voldoet.

In het bijzonder kan de formule gebezigd worden om eene tafel zamen te stellen, aanwijzende de stijgende kracht, aan de ballons naar verhouding van hunnen inhoud op het oogenblik van het vertrek te geven, ten einde ze met eene vooraf berekende loodregte snelheid te doen stijgen, en om deze snelheid, met inachtneming van de rigting en de kracht van den heerschenden wind, zoodanig te regelen, dat men de boomen, de gebouwen of andere hindernissen ontwijkt, welke zich in de nabijheid van de plaats van vertrek kunnen be-

vinden. Deze tafel zou van groot praktisch nut zijn voor alle opstijgingen, die voortaan zullen plaats hebben. Zij is gemakkelijk te berekenen door de voorgaande formule, waarin alsdan V de snelheid van opstijging en R de stijgkracht van den ballon zou voorstellen.

De formule is alleen van toepassing op goed gevulde ballons, die een regelmatigen bolvorm hebben. Als de ballon ten deele zijne zwelling heeft verloren, dan vermindert de wederstand tegen de beweging snel en op eene onregelmatige wijze naar gelang van de gesteldheid der plooijen in het bekleedsel van het onderste gedeelte van den bol. Ziehier ter inlichting de uitkomsten van verschillende proefnemingen:

Ballon van 113 M³. geslonken.			Ballon van 650 M³. geslonken.		
Snelheden.	Wederstanden		Snelheden.	Wederstanden	
	waargenomen.	berekend.		waargenomen.	berekend.
M.	K.G.	K.G.	M.	K.G.	K.G.
1.10	2.26	1.24	1.19	7.80	5.21
1.66	5.21	2.83	1.36	8.84	6.80
2.31	5.93	5.48	1.88	20.56	13.00
»	»	»	2.03	17.99	15.15
»	»	»	2.10	27.32	16.21

Uit deze cijfers blijkt dat elke bestuurbare ballon steeds volmaakt gezwollen moet blijven, op straffe van een groot deel der kracht van den voortstuwingstoestel te verliezen. De uitvinders moeten zich van die noodzakelijkheid wel doordringen en geen ontwerp zou een ernstig onderzoek waardig zijn, wanneer het niet aan deze noodwendige voorwaarde voldoet.

Het bombardement heeft ons genoodzaakt het station van Orleans te verlaten op het oogenblik dat wij gereed waren onze proefnemingen voort te zetten. Wij betreuren het zeer, dat wij ons onderzoek niet hebben uitgestrekt tot langwerpige ballons en geen waarnemingen hebben gedaan omtrent den wederstand, door de lucht geboden aan een plat vlak van even groote oppervlakte als de groote cirkel der ballons waarmede wij gewerkt hebben. Maar de verkregen uitkomsten kunnen reeds talrijke toepassingen vinden en de commissie voor de verdedigingsmiddelen zal eene wezenlijke dienst hebben bewezen door het doen van proefnemingen, die geheel op wetenschappelijk gebied ontbraken en waardoor men voortaan, met voldoende juistheid, de kracht zal kunnen berekenen, benoodigd voor de verplaatsing van een spherischen luchtballon.

(*Annales des ponts et chaussées.*)

SELENITISCHE MORTEL. — Vermoedelijk hebben vele onzer lezers van den selenitischen mortel gehoord, eene bouwstof, waarvan in het laatste tentoonstellinggebouw en in de Royal Albert Hall pleisterwerk is gemaakt, dat bijzonder de aandacht heeft getrokken.

Wij hebben gedurende eenigen tijd de voordeelen dezer uitvinding nagegaan en wenschen, nu haar welslagen verzekert schijnt, hier kortelijk te verklaren wat selenitische mortel is en eenige uitkomsten mede te deelen van proeven, omtrent de eigenschappen dezer bouwstof.

De selenitische mortel is uitgevonden door den generaal Scott, die zich jaren lang bezig heeft gehouden met proefnemingen betreffende de bereiding en de eigenschappen van verschillende soorten van kalk en cement en aan wien op de tentoonstelling van 1862 eene medaille werd toegekend voor verbeteringen in het kalk-branden. Sedert zijn meerdere verbeteringen toegepast en het fabrikaat, thans door den heer Redgrave in den Belvedereroad, Lambeth, volgens het patent van den generaal Scott verkregen, kan veilig het meest naauwgezet onderzoek doorstaan, aangaande de betrekkelijke sterkte, de hoedanigheid en de kosten van selenitischen mortel, in vergelijking met elken anderen.

De aan den verbeterden mortel gegeven naam wijst in zekere mate den aard der verbetering aan, welke berust op de verbinding van seleniumzuur met eene basis. De wijze van behandeling van den kalk, waardoor de belangrijke uitkomsten verkregen worden, is zeer eenvoudig. Het stelsel onderscheidt zich hoofdzakelijk door het gebruik van zwaveligzuur, dat, in geringe verhouding, tijdens het branden van den kalk in den oven wordt geperst. Door deze behandeling ontstaat of wordt in elk geval in den gebranden kalk eene geringe hoeveelheid zwavelzure kalk gevonden, en door deze verbinding wordt op eenigerlei wijze eene bijzondere werking uitgeoefend, die den aldus behandelden kalk bijzonder aanbevelingwaardig maakt, uit het oogpunt van spoedige en sterke versteening.

Na eene lange reeks van proeven en waarnemingen is generaal Scott tot eene gewijzigde behandeling geleid, waarbij de chemische kracht van het zwavelzuur of eenig sulfaat, aangewend ter voorkoming van het verhitten van den kalk, of om de versteening te bevorderen, geheel naar verkiezing kan geregeld worden en de meest zekere en eenparige uitkomsten voor gewonen en pleisterkalk zijn verkregen.

De voordeelen aan selenitischen kalk toegeschreven en die gemakkelijk kunnen worden bewezen, zijn, dat hij veel spoediger versteent, zeer veel harder wordt en

eene aanmerkelijk grootere hoeveelheid zand kan verdragen dan de gewone kalk. Om den mortel te bereiden wordt eenvoudig het daarvoor bestemde water met het zwaveligzuur of het sulfaat vermengd in verhouding van omtrent 5 ten honderd zwavelzuren kalk op de massa. Vervolgens wordt de kalk bijgevoegd en het mengsel in een molen tot een dun deeg gekneed, waarbij dan de bepaalde hoeveelheid zand wordt gevoegd en de massa verder op de gewone wijze bewerkt wordt. De hoogleeraar Abel verzekert dat, zoo aan arbeidsloon voor de bereiding als aan grondstoffen, eene zeer aanmerkelijke besparing verkregen wordt, en hij voegt er bij dat op dezelfde wijze goedkoop pleister voor fijnwerk kan verkregen worden en een weinig kostbaar cement, dat, wat sterkte en andere hoedanigheden aangaat, met portland cement schijnt gelijk te staan.

Talrijke proeven zijn genomen om de weerstandbiedende kracht van selenitischen mortel tegen breking, verbrijzeling en uitrekking te leeren kennen.

Eene der nieuwste reeksen van proeven werd bestuurd door den heer A. W. Colling, commies bij de werken aan de nieuwe Law Courts, met het doel om de adhæsie van selenitischen mortel, in vergelijking met die van andere mortelsoorten te bepalen. De monsters mortel werden bereid van grondstoffen die in een molen met scherpe loopers waren gemengd. De proef werd genomen met dwars over elkander gemetselde gebakken steenen. De aantrekkingskracht van den mortel werd bepaald door aangehangen gewigt trapswijze te vermeerderen tot de steenen vaneen scheurden. Deze proeven gaven de volgende uitkomsten:

Verhouding.		Nummer der monsters.	Gebroken bij	
Deelen	Deelen		K.G.	
Barrow kalk. 1	zand. 3	1	61.2	
		2	47.7	
		3	61.7	
1	4	1	25.4	Slechte voeg.
		2	48.6	
		3	49	
Lee kalk. 1	3	1	45.4	
		2	45.4	
		3	62.2	
1	4	1	62.2	
		2	—	Gebroken vóór de proef.
		3	—	

Verhouding.		Nummer der monsters.	Gebroken bij	
Deelen. Lee kalk (selenitische).	Deelen.			
1	5	1	93.5	Steen gebroken.
		2	57.2	
		3	95.3	
1	6	1	95.8	
		2	94.9	
		3	94.9	
Barrow kalk (selenitische). 1	5	1	160.7	
		2	122.1	
		3	94.9	
1	6	1	87.6	
		2	103.5	
		3	75.8	

Alle monsters hebben denzelfden tijd tot versteening gehad, namelijk vier weken. De beproevingen van den wederstand tegen breking en verbrijzeling en tegen uitrekking zijn niet minder merkwaardig en voldoende.

Een blok met een hals in het midden van 4.6 c.M. vierkant bood, eene week na de vervaardiging, weêrstand aan eene uitrekkende kracht van 113.5 K.G. Het was vervaardigd van een deel Burham kalk (selenitisch) vier deelen Barrow klei, vier deelen portland cement en negen deelen zand. Bij beproeving van den wederstand tegen breking werd een monster van een deel portland cement en drie deelen zand met een gewigt van 188.4 K.G. gebroken. Een ander monster, dat in juist denzelfden tijd versteend was, bestond uit een deel Barrow klei, twee en een half deel selenitischen kalk en twee en een half deel zand, en brak niet voor dat het met meer dan 363 K.G. belast was. Deze blokken waren van denzelfden vorm, in het midden tot 4.6 c.M. verkleind.

De heer Redgrave heeft van selenitischen kalk eenige uitmuntende monsters van beton, pleisterwerk en bouwsteenen gemaakt. De beton levert eene zeer aanzienlijke besparing aan kalk op, als bestaande uit een deel selenitischen kalk, vijf deelen Barrow klei, zes deelen zand en meer dan dertig deelen grind. Het beste pleisterwerk kan in twee lagen voltooid zijn en is in acht en veertig uren verhard. Voor de eerste laag wordt een mengsel gebezigd van een deel Burham kalk (selenitisch), vier deelen Barrow klei, twee deelen Burham tinkalk en achttien deelen zand. De deklaag bestaat uit een deel Burham kalk (selenitisch), een deel tinkalk, twee deelen Barrow klei en een deel zand. De oppervlakte

is nagenoeg even glad, digt en hard als van een Minton tegel. Voor bouwsteenen, die zuiver, scherp, hard en glad vervaardigd worden, is de verhouding een deel selenitische kalk op vijf deelen zand voor fijn werk.

De verhouding kan naar verkiezing gewijzigd worden overeenkomstig de eischen en den aard van het werk.

(*The Engineer.*)

VUURVASTHEID VAN BOUWSTEENEN. — In eene voordragt, gehouden door den heer Wight in het Noordamerikaansche *Institute of Architects*, en in een opstel van Dr. Adolphe Ott, vertaald in de *Chronique de l'Industrie*, leest men eenige bijzonderheden omtrent de vuurvastheid van verschillende bouwsteenen.

De groote brand, die onlangs gewoed heeft te Boston, heeft het vraagstuk van den vuurproefbouw weder meer dan ooit aan de orde gesteld, en ofschoon het thans uitgemaakt is, dat de snelle vorderingen van dien brand voornamelijk toe te schrijven waren aan de geringe breedte van de straten en aan de hooge zolderkamers, is het niettemin van belang met juistheid iets te weten omtrent de wijze, waarop de verschillende bouwsteenen zich in het vuur houden.

Twee groote opeenvolgende rampen hebben het valsche van het algemeen verspreide geloof, dat de natuurlijke steenen de werking van de vlam doorstaan, bewezen, en men is tegenwoordig er toe gekomen de huizen van gehouwen steen te beschouwen als niet meer beveiligd zijnde tegen brand dan die, welke opgetrokken zijn uit de meest brandbare bouwstoffen.

Men is verbaasd bij het lezen, dat bij den brand te Boston „blokken graniet, die verscheidene tonnen wogen, gespleten en in stukken te midden van de straten zijn geworpen geworden, alsof men gebruik van buskruid gemaakt had," dat „ontzettend groote blokken tot kleine brokjes zijn herleid geworden," en eindelijk, dat „marmeren gevels geheel verbrand, en om zoo te zeggen verkruimeld zijn geworden." Deze verhalen zijn toch streng naauwkeurig, en wat ook de waarde der nieuwe uitvinding zij, tot heden onder de oogen van het publiek gebragt, moet men het wel eens zijn op dit punt, dat het eenige middel tegen vernieling van steden door brand bestaat in het optrekken uit volstrekt onbrandbare stoffen. Zoo de volgende beschouwingen tot leiddraad kunnen dienen aan hen, die zich met bouwen bezighouden, zal de schrijver zich ruimschoots voor zijne moeite beloond achten.

Eerst sinds den brand van Chicago heeft men begonnen zich onledig te houden met het weerstandsvermogen van natuurlijken steen tegen het vuur. Wij vinden in eene verhandeling van Wight, voorgedragen in de stad, die vóór ruim een jaar verwoest werd, uitmuntende bescheiden omtrent de uitwerking der hitte op gebakken en natuurlijken steen. Maar ofschoon deze arbeid veel kostelijke inlichtingen behelst, laat hij ons op een groot aantal punten in onwetendheid. Het kan werkelijk zeer belangwekkend zijn te weten, dat de steen uit Athene het minst weerstand biedt aan de werking der hitte, of dat de steen uit Cleveland niet verandert bij aanraking met het vuur; maar het belang, dat wij hebben bij die inlichtingen, is van ondergeschikten aard; wij zouden de oorzaak dezer gewigtige feiten willen weten. Daarvoor moeten de scheikunde en de delfstofkunde ons te hulp komen, omdat de eerste dezer wetenschappen ons de zamenstelling der bouwstoffen doet kennen, en de tweede ons leert bij welken warmtegraad de ligchamen, die tot de vorming dezer materialen bijdragen, ontleed worden. Maar vooraf zullen wij iets zeggen over de kennis, die men reeds omtrent dit onderwerp bezit.

Men weet, dat geen enkele kalksteen de werking van het vuur verdraagt; het vernielt ze allen meer of minder gemakkelijk. De kalksteen uit Illinois is in verscheidene gevallen gebleken „geheel verbrand te zijn, zoodat er ternaauwernood iets bleef staan van gebouwen, opgetrokken uit baksteen, met gevels van dien kalksteen." De heer Wight zegt er van: „het gebeurt dikwijls, dat deze steen in de lucht springt, als hij plotseling wordt blootgesteld aan eene felle hitte."

De kalksteenen, waarvan men zich bedient voor het bouwen, bestaan hoofdzakelijk uit koolzure kalk of dubbel koolzure kalk en magnesia. Blootgesteld aan roodgloeihitte, worden zij ontbonden; het koolzuur komt vrij, en er blijft gebrande kalk over, die zeer gemakkelijk uiteenvalt en verkruimelt.

In de gedeelten, waar de lucht zonder moeite doordringt, wordt al het koolzuur vrij: overal elders wordt de koolzure kalk slechts gedeeltelijk ontleed. De kalksteenen, die magnesia bevatten, of, gelijk men ze noemt, de dolomietachtige steenen, zijn nog minder geschikt voor het bouwen dan de gewone kalksteenen, omdat de koolzure magnesia zich bij betrekkelijk lagen warmtegraad (ongeveer 315° C) ontbindt. De kennis van dit feit is van groot gewigt voor de cementmakers, want door den steen, die dolomiethoudende kalk bevat, tot een hoogeren warmtegraad te verhitten, zou men een mengsel van bijtende kalk en magnesia verkrijgen, voor alle gebruik ongeschikt.

De scheikundige zamenstelling van de zandsteenen nagaande, kan men *a priori* besluiten, dat, te Chicago zoowel als te Boston, de uit die zelfstandigheid opgetrokken gebouwen zich beter in het vuur gehouden hebben dan de huizen uit kalksteen. Werkelijk voldoen de zandsteenen in dit opzigt zeer goed voor bouwkundige zamenstellingen. „Te Chicago;" zegt de heer Wight, „was het eenige huis, dat in het verbrande zuidoosterkwartier ongeschonden is gebleven, van zandsteen uit Cleveland. In dit gebouw is geen enkele steen verbrijzeld of zelfs van zijne scherpe kanten beroofd geworden. Het had in het geheel niet geleden; alleen was het sordeersel van de ijzeren kroonlijst gesmolten, evenals een lantaarnpaal op het trottoir van dit huis, die zoo beschadigd was, dat de steunsels der lantaarn er bij hingen als linten."

De stof die de basis van den zandsteen uitmaakt, is het kwarts, eene zelfstandigheid, merkwaardig door hare onsmeltbaarheid. Het kwarts komt voor 80 tot 97 ten honderd in den zandsteen. De andere zamenstellende stoffen zijn vooral het ijzer-peroxyde, het aluminium, de kalk en de magnesia.

Het graniet, het gneis, de mika-schiefer en andere rotssoorten, behoorende tot de primaire of oudste lagen der aardvorming, worden over het algemeen beschouwd als nagenoeg onvernielbaar, ofschoon men weet, dat zij gemakkelijk splijten en zelfs in de lucht springen, louter onder de werking van de uitstralende warmte der naburige gebouwen. Het is een behoorlijk uitgemaakt feit, dat, tijdens den brand te Boston, de graniet-blokken, die de muren der dokken vormden, het eene na het andere sprongen en dat de stukken in alle rigtingen werden weggeslingerd. De groefwerkers weten zeer wel, dat dikwijls de breukoppervlakten van het graniet, van het syeniet, enz. meer of min vochtig zijn, en dat deze vochtigheid niet alleen bestaat in de buitenste rotsen, maar zelfs in het midden van blokken van 0.30 M. dikte en in het binnenste van ontzettend groote massa's, door buskruid van de groef gescheiden.

Wat den kunststeen van portland-cement betreft, waarvan het gebruik zoo snel algemeen wordt, men moet hem beschouwen als eene bij uitstek geschikte stof voor het bouwen. Zijne chemische zamenstelling (kiezelzure kalk en kiezelzure aluinaarde, met scheikundig gebonden water) geeft hem tegen het vuur eene bijna even groot weerstandsvermogen, als dat van den zandsteen. De heer Wight leert ons, dat de gebouwen te Chicago, uit deze zelfstandigheid opgetrokken, ternaauwernood iets door den brand geleden hebben. Eenige personen beweren zelfs, dat juist deze zamenstellingen het best het vuur doorstaan hebben. Al de op de plaats gebleven steenen zijn in uitmunstaat teruggevonden geworden, en men heeft er partij van kunnen trekken voor den wederopbouw.

Zeggen wij ten slotte iets over de gebakken steenen. Wij weten, dat zij niet ligt voor de werking van de vlam zwichten; het is zelfs eene algemeen aangenomene meening, dat zij de best mogelijke stof voor bouwkundige zamenstellingen vormen, omdat zij reeds de werking van het vuur hebben ondervonden. Maar men vergeet daarbij, dat de baksteenen zeer gemakkelijk vocht opslurpen en behouden. Het is waar, dat dit vocht onder den invloed der hitte ligt ontsnapt, maar het laat in het binnenste der steenen poriën achter, en als zij, oververhit wordende, een begin van verglazing ondergaan, gelijk dikwijls gebeurt, verliezen zij veel van hun weerstandsvermogen en worden zeer onzamenhangend of brokkelig. Zoo men echter niet meestal de muren van baksteen zoo dun optrok, in vergelijking van hunne hoogte, zoude onbetwistbaar de werking van het vuur minder rampen na zich slepen.

(*De Opmerker.*)

OVER ASPHALTBESTRATING. — Het gebruik van asphalt voor bestrating, dat in de groote steden van Frankrijk en Engeland sedert geruimen tijd wordt toegepast, trekt ook meer en meer de aandacht, zoowel in Duitschland als in ons land, en voortdurend hoort men van proefnemingen met deze kunstbestrating.

De heer Videky, koninklijk hongaarsch ingenieur bij de bouwcommissie van Pest-Ofen, heeft in de *Allgemeine Deutsche polytechnische Zeitung* van Dr. Grothe over deze zaak het een en ander geschreven, waarvan wij het laatste gedeelte, over de eigenschappen van de asphalt, mededeelen.

Het asphaltplaveisel is meer dan alle andere eene straatbedekking zonder voegen of indiepingen, die wrijving en stooting der wielen zouden kunnen veroorzaken. Het plaveisel is volkomen glad, zoodat de volle kracht tot trekken kan dienen; men rijdt en loopt er gemakkelijk over, dat bij elke andere bestrating, zelfs bij de zorgvuldigst gelegde granietbestrating met cementvoegen, onbereikbaar is. De best gelegde granietbestrating heeft namelijk nog oneffenheden, die wrijving en stooten veroorzaken, en, zooals men weet, is geene enkele bestrating tegen de werking van het stooten bestand en dit komt juist bij de asphalt niet voor.

Wanneer de asphaltbestrating om een ander materiaal, zooals bijv. steen of ijzer, wordt gelegd, zoo is het plaveisel rondom dit materiaal spoedig uitgereden, uitgeloopen of gesprongen, zoodat het noodzakelijk is om het inwerken van andere materialen zooveel mogelijk

tegen te gaan. De asphalt lijdt het meest bij de aansluiting aan bestrating van steen, waar men gedurig moet herstellen; zij houdt zich beter bij de aansluiting aan een houten plaveisel en het allerslechtst bij de aansluiting aan mac-adam.

Daar de asphaltbestrating zeer glad is, is zij zeer gemakkelijk schoon te houden, waartoe een weinig water voldoende is; deze bestrating is bij droogte buitendien veel reiner dan elke andere, daar de minste wind het stof wegveegt en het materieel zelf hoegenaamd geen stof opgeeft. De asphalt is ook veel spoediger droog dan steenen- of houten bestrating, daar zij geen water opneemt.

De buitengewone gladheid heeft echter de vrees doen geboren worden, dat zij voor de veiligheid gevaarlijker is dan steenen bestratingen. In Parijs hebben de ingenieurs Homberg, Malo en Darcy, gedurende meer dan tien jaren, de meest naauwkeurige proeven genomen en opmerkingen gemaakt, en dergelijke daadzaken zijn in Engeland bekend gemaakt.

In het algemeen is het resultaat van het gehouden onderzoek:

1°. bestrating met asphalt is bij droog weder minder vuil dan graniet en even vast als gewalste mac-adamweg;

2°. in doornatten toestand is zij even goed als graniet en mac-adam, doch bij hetzelfde weder is de asphalt altijd minder nat en alzoo betrekkelijk beter;

3°. in halfdroogen toestand is zij een weinig vochtiger dan graniet, dat vooral in Londen een bezwaar oplevert, daar deze stad een groot gedeelte van het jaar in den nevel gehuld is; hierdoor is de bestrating dan altijd min of meer vochtig;

4°. bij drooge vorst, wanneer de bestrating schoon is, is zij even zeker als graniet, doch wanneer de asphalt met vastgevroren sneeuw bedekt is, houdt haar nut op, evenals van alle andere bestratingen;

5°. paarden, die op asphaltbestrating vallen, komen er veel beter af dan op bestrating met steen; alleen is het moeijelijker om ze weer op de beenen te krijgen;

6°. bij zware lasten hebben de paarden iets meer moeite om de vracht in beweging te brengen dan bij ruwe plaveisels het geval is;

7°. wanneer het plaveisel voor alle soort van voertuigen wil geschikt zijn, dan mag men geene grootere hellingen maken dan van 1 op 50.

Bij de bovengenoemde feiten, die allen op Parijs en Londen betrekking hebben, moet men er op letten, dat de paarden daar vlakke hoefijzers hebben, die daarenboven in 3 tot 4 dagen glad gepolijst zijn.

Uit het bovenstaande blijkt, dat het zaak is om de asphaltbestrating, bij slecht weder, goed schoon te houden, in welk geval zij minstens even veilig is als graniet of mac-adam; de houten bestrating is bij slecht weder altijd verre boven alle andere te verkiezen.

Bij halfnatten toestand, of wanneer zij met een dunne ijskorst bedekt is, moet men de asphalt met zand bestrooijen, zooals men te Parijs doet; deze halfnatte toestand begint echter eerst nà dat de regen heeft opgehouden en duurt niet lang, daar de asphalt, zooals reeds is opgemerkt, zeer spoedig droogt.

De asphalt heeft echter een gevaarlijken vijand, namelijk de gasleiding. Zoo de buizen onder den asphaltvloer niet digt zijn en het gas er uitstroomt, dan vergaat de asphalt; zij wordt kleverig en maakt eindelijk gaten. Dit gevaar wordt echter geringer, naarmate de betonlaag onder de asphalt dikker wordt genomen, en bij eene betondikte van 25 c.M. is het alleen mogelijk wanneer een buis gebroken of gesprongen is, dat echter tot de zeldzaamheden behoort.

Bij herstellingen is de asphaltbestrating veel voordeeliger dan elke andere, daar men geene grootere oppervlakte behoeft te vernieuwen, dan juist noodig is. De herstelling is ook veel spoediger te doen en zoodoende wordt de stremming en het verkeer tot een minimum van oppervlakte en tijd gebragt.

De asphaltbestrating is door hare gladde oppervlakte veel zindelijker en zij maakt minder leven dan eene andere, en het voordeel, dat hieruit voor de bewoners, winkels enz. voortspruit, is onberekenbaar. De gezondheidstoestand der bewoners in straten met asphalt belegd, is ook veel gunstiger en zulks komt voornamelijk door de waterdigtheid van dit plaveisel, waardoor het optrekken van dampen mede is belet.

E. Chadwick, die dit gedeelte van de asphaltvraag grondig heeft bestudeerd, geeft daarover in het *Journal of the Society of Arts* een uitvoerig berigt, waarin hij den gunstigen gezondheidstoestand der bewoners aan asphaltwegen aantoont, en hij beweert, dat de asphalt bij voertuigen en paarden eene besparing van meer dan 50 ten honderd op de uitgaven heeft gegeven.

Wat de duurzaamheid betreft, bestaan de asphaltstraten reeds lang genoeg, zoodat in Frankrijk en Engeland daarvan voldoende ondervinding is opgedaan.

Goed aangelegde asphaltbestrating duurt even lang als de beste bestrating met graniet, onder dien verstande, dat beiden even goed onderhouden en hersteld worden. Neemt men echter in aanmerking, dat graniet na verloop van een zeker aantal jaren, niettegenstaande zorgvuldig onderhoud, uitgereden en onbruikbaar is, terwijl asphalt dan nog eenige jaren bruikbaar blijft, dan blijkt het dat de asphalt meerdere duurzaamheid heeft dan graniet.

De ondervinding heeft geleerd, dat de bestrating met graniet, onder de beste omstandigheden, 15 jaren duurt; Val-de-Travers-asphalt duurt 19 jaren en Seyssell-asphalt 15 jaren. Omtrent de Limmer-asphalt kan men de ondervinding nog niet raadplegen, doch men vermeent dat die voor rijwegen niet langer dan 12 jaren dienst zal kunnen doen. Voor de trottoirs voldoet deze soort van asphalt echter even goed als de beide andere soorten.

Wat de kosten betreft, is de asphalt iets duurder dan graniet, namelijk 5 ten honderd. Dat het onderhoud van de asphalt te Parijs en te Londen ook een weinig meer kost dan van het graniet, ligt in de omstandigheid, dat daar jaarlijks aan de asphalt-maatschappij voor het onderhoud eene vaste som wordt betaald, die niet wordt verminderd als het onderhoud in een jaar gering is, en bij andere bestratingen worden natuurlijk de werkelijke onderhoudskosten in rekening gebragt.

Om deze reden schijnt het dan ook voor die steden, welke eene voldoende ondervinding van asphaltbevloering hebben verkregen, zaak te zijn, om het onderhoud zelf te doen verrigten.

De prijzen der asphaltbevloeringen te Parijs, Londen enz. zijn hieronder in franken opgegeven, met inbegrip van het leggen eener betonlaag van 25 c.M. dikte; de kosten van grondwerk en van het walzen van de betonlaag zijn hieronder niet begrepen.

PLAATS.	Aanleg van zamengeperste asphalt voor rijwegen.	Onderhoud per jaar.	Aanleg van zamengeperste asphalt voor trottoirs.	Onderhoud per jaar.
Londen	24.52	2.00	12.75	2.00
Parijs	15.00	1.50	8.00	1.50
Lyon	12.00	1.30	6.50	1.30
Bordeaux	11.50	1.30	6.00	1.30
Pest	27.90	1.10	20.92	
Weenen	27.50	1.10	15.50	1.10

De prijzen te Weenen en Pest zijn in papieren geld en de overigen in zilver berekend.

In het algemeen valt op te merken, dat in plaatsen, die verder van de asphalt-mijnen verwijderd zijn, ook de aanlegkosten natuurlijkerwijze hooger worden.

Ofschoon asphalt eene brandbare stof is, hebben toch de proeven van de brandweer te Londen bewezen, dat het brandgevaar voor huizen door de asphaltbevloering niet vermeerdert; de asphalt is er echter niet tegen bestand, dat daarop brandende massa's neervallen. Bij de verschrikkelijke branden te Parijs, tijdens het heerschen der Commune, is geene enkele asphaltbestrating in brand geraakt, niettegenstaande de vlammen dagenlang in de gebouwen woedden en de overblijfsels brandend op het plaveisel nederstortten.

Wanneer wij al het gezegde over de asphalt te zamen nemen, dan komt men tot de gevolgtrekking, dat dit materiaal voor de bedekking van straten verre te verkiezen is, doch dat de aanlegkosten iets duurder zijn dan van het beste graniet; de meerdere voordeelen aan de asphalt verbonden, doen echter gemakkelijk over dit bezwaar heenstappen.

In 1850 werd de algemeene inspecteur H. Darcy door de Fransche regering naar Londen gezonden, ten einde, zoo mogelijk, middelen te beramen, om den toen onhoudbaar geworden toestand van het straatplaveisel te verbeteren. Na de beste granietplaveisels in Londen naauwkeurig te hebben opgenomen, kwam hij tot de overtuiging, dat zelfs het beste plaveisel niet duurzaam genoeg was voor het enorme verkeer in groote steden, en aan het slot van zijn verslag drukte hij zijne overtuiging uit, dat het beste plaveisel alleen is te verkrijgen, zoo men het juiste gebruik van den asphaltsteen kent.

Eene twintigjarige ondervinding heeft dit gevoelen bevestigd. Voor rijwegen uit zamengeperste asphalt is Val-de-Travers het beste materiaal en bevloeringen van gesmolten Limmer-asphalt zijn voor druk bereden wegen niet aan te bevelen.

Voor de trottoirs is asphalt van Val-de-Travers te verkiezen, natuurlijk met andere dikten, zoowel van asphalt als van onderlaag, dan voor de rijwegen. Daar deze asphalt echter duurder is, wordt voor de trottoirs dikwijls goede mastiek gebezigd.

Voor dit mastiek leent zich het beste het zoogenaamde Betume d'Auvergne; verder goed gezuiverde aardhars van het eiland Trinité en van Morsa en bovendien 3 ten honderd fijn zand.

Om *goede* straten door asphalt te verkrijgen is vooral op het volgende te letten:

1°. goed materiaal;

2°. goede bereiding en goede menging;

3°. zuivere ligging van het materiaal,

4°. vaste onderlaag.

Zoo men hierbij nog op de plaatselijke toestanden let, dan is het zeker, dat de asphalt eene betere, duurzamer en doelmatiger bevloering oplevert, dan elk ander tot nu toe gebruikt materiaal.

(*De Opmerker.*)

BOEKAANKONDIGING.

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde ou les 100,000 *secrets et recettes de l'industrie moderne comprenant les arts et métiers, les mines, l'agriculture, etc. Par MM. les Rédacteurs des* Annales du génie civil, E. Lacroix, Directeur. Paris, 1873. 8vo.

Gaarne kondigen wij met een enkel woord deze nieuwe uitgave van den ijverigen directeur der *Annales du génie civil*, ons medelid E. Lacroix, aan. Dit werkje behoort tot de reeks, sedert jaren door hem, onder den titel: *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles* uitgegeven, zijnde eene verzameling van populair-wetenschappelijke werkjes, in den trant van de bekende engelsche *Series* van Weale. Tot die verzameling hebben verschillende fransche en vreemde deskundigen medegewerkt, en daaronder verdient de *Nouvelle technologie des arts et métiers* bijzondere vermelding.

Met het boven aangekondigde werk, waarvan thans zeven afleveringen het licht zien, heeft de uitgever zich ten doel gesteld, in een kort bestek de verschillende bouwstoffen te verwerken, die in de door hem uitgegeven werken zijn bijeengebragt; daarin worden talrijke nieuw ontdekte procedés op het gebied der nijverheid, nieuwe uitvindingen van verschillenden aard, huishoudelijke voorschriften, als anderszins vermeld, waarvan thans het voornaamste in dezen *Dictionnaire* wordt zamengevat. Bij zoo groote verscheidenheid van onderwerpen heeft men zich uitsluitend bepaald tot hetgeen kan gerekend worden tot de toegepaste wetenschap te behooren en de zuivere theorie daarbij geheel uitgesloten. Bij elk artikel van eenig belang is naar den schrijver verwezen, aan wien het is ontleend, waardoor verdere onderzoekingen worden gemakkelijk gemaakt.

Het werk zal een deel van 1500 bladzijden vormen en kost in Frankrijk 20 franken. De uitgever heeft echter eene circulaire aan verschillende wetenschappelijke instellingen gerigt, waarbij hij verzoekt mede te deelen, dat het tegen betaling van 15 franken voor de leden van die instellingen, en ook voor de leden van het Instituut van ingenieurs, verkrijgbaar is en hun vrachtvrij zal worden toegezonden.

Te dezer gelegenheid deelt de heer Lacroix de namen mede van de voornaamste medewerkers aan de bovenvermelde verzamelingen: Zij zijn: Ch. Baltet, Benoit-Duportail, de Berthieu, Birot, Bona, Bouniceau, Bourgoin d'Orli, V. Champier, Chateau, Courtois-Gérard, Dubief, Dufrené, Droux, Fairbairn, Flamm, Fol, Garnault, Gayot, Gobin, Grandvoinnet, A. Jeunesse, Kaeppelin, Laffineur, L. Lerolle, Lnnel, Mariot-Didieux, Morandière, Noguès, Ortolan, Pernot, Pouriau, Rambosson, Sace, Tronquoy en V. Vattier, natuurkundigen, scheikundigen, civiel ingenieurs, ingenieurs der bruggen en wegen, bouwkundigen, scheepsbouwkundigen, werktuigkundigen en letterkundigen.

T.

NIEUW VERSCHENEN WERKEN.

NEDERLAND.

Tot 9 Augustus 1873.

BOEKEN.

Ballot (Dr. A. M.). — De gezondheidsleer tegenover de rioolstelsels. 52 blz. gr. 8vo. Rotterdam, J. van Baalen & Zonen. ƒ 0.60

Bas (F. de). — Het stadsreinigingstelsel van Liernur en zijne uitvoerbaarheid in Nederland. Met 1 plaat. 2de goedkoope uitgave. 90 blz. roy. 8vo. 's Gravenhage, M. M. Couvée. ƒ 0.60

Henket (N. H.). — Hoofdplan tot afvoer van water en onreinheden der stad Arnhem. Met 2 kaarten, Arnhem, G. W. van der Wiel & Comp. ƒ 1.50

IJzerman, (J. M.). — De brandbestrijding langs den droogen weg, beschouwd in verband met den brand te Boston. 's Gravenhage, H. L. Smits. ƒ 0.25

Jaarboek voor het mijnwezen in Ned. Oost-Indië. Uitgegeven op last van Z. E. den minister van koloniën. 2de deel 1872. 6 en 232 blz. roy. 8vo. met 1 chromolith. pl. en 4 kaarten. Amsterdam, C. F. Stemler. ƒ 5.00

Onnen (H). — Beginselen der synthetische meetkunde. Met 100 houtsneêfiguren. Vervolg op: De beginselen der meetkunde, naar het Hoogd. van O. Schlömilch. 8 en 230 blz. post 8vo. Sneek, v. Druten & Bleeker. ƒ 1.50

Poiré (P.). — De nijverheid en hare werktuigen aanschouwelijk voorgesteld. Naar het fransch bewerkt. 1ste afl. blz. 1—36, gr. 8vo. met platen. Haarlem, A. C. Kruseman. ƒ 0.60

(Compleet in ongeveer 12 afl.)

Rapport der commissie benoemd door den gemeenteraad van Amsterdam tot het ontwerpen of voordragen van een plan tot reiniging en reinhouding van den bodem en de wateren van Amsterdam. 1e ged. 2 en 216 blz. gr. 8vo. Amsterdam, Stadsdrukkerij. ƒ 1.25

Rijn (K. van). Het verbindings-kanaal tusschen de Voor-Zaan en het Noordzee-kanaal. 21 blz. gr. 8vo. Met eene kaart op de schaal van 1 à 5000. Zaandam, Gt. Dekker Cz. ƒ 0.75

Sijmons (M.). — De rioolkwestie, in het bijzonder het verwijderen van onze fæcale stoffen, met het oog op de Hollandsche toestanden beschouwd. 50 blz. gr. 8vo. 's Gravenhage, Gebr. J. & H. van Langenhuysen. ƒ 0.60

Verslag van de commissie tot het onderzoek en de beantwoording van eenige vraagpunten het Noordzeekanaal betreffende, ingesteld bij koninklijk besluit van 8 Februarij 1873, N°. 8. Met eenige aanteekeningen van T. J. Stieltjes. 70 blz. gr. 8vo. 's Gravenhage, Gebr. J. & H. van Langenhuysen. ƒ 0.75

NIEUW TIJDSCHRIFT.

Jason, Tijdschrift voor stoomwerktuigkunde. Magazijn voor den zeeman, machinist en industrieël. Onder redactie van P. J. C. de Hen, machinist der marine, instructeur aan de inrichting tot opleiding der machinist-leerlingen. Imp. 8vo. Rotterdam, P. M. Bazendijk en M. Wijt & Zonen. per deel van 6 vel. ƒ 1.50

KAARTEN EN PLANS.

Gerlach (J. W. R.). — Carte des chemins de fer de l'Europe centrale. Dessinée par A. A. et A. C. Nunnink. Échelle 1 : 1,250,000. 2 bladen lith. Utrecht, W. F. Dannenfelser. ƒ 1.25

Kanaal (Het) tusschen Engeland en Frankrijk, naar de laatste waarnemingen te zamengesteld door J. Swart. 3 bladen folio. Amsterdam, wed. G. Hulst van Keulen. opgepl. ƒ 7.00

FRANKRIJK.

Tot 9 Augustus 1873.

BOEKEN.

Annuaire des marées des côtes de France pour l'an 1874; par M. Gaussin, ingénieur-hydrographe de première classe. In-18, VIII—311 p. A Paris, chez Challamel aîné; dans les ports. fr. 1.00 (Publications du Dépôt de la marine.)

Benoit. — Etudes expérimentales sur la résistance électrique des métaux et sa variation sous l'influence de la température. Propositions données par la Faculté. Thèses de doctorat ès sciences physiques; par M. René Benoit, docteur en médecine, élève de l'École des hautes études. In-4°, 60 pages. A Paris, chez Gauthier-Villars. fr. 3.50

Bergeron. — Le chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre (the Channel-Tunnel railway). Exposé de l'état actuel du projet; par M. Charles Bergeron. In-8°, 16 p. Paris, imp. Duntemple.

Boué de Montagnac. — Aérostat militaire. Conférence sur l'application à l'aérostatique d'un moteur puissant et léger. (Moteur à gaz en alliage d'aluminium.) Présenté le 1er juillet 1872, à M. le ministre de la guerre, etc.; par Boué de Montagnac, ancien officier. In-8°, 8 p. Mâcon, inprimerie Romand. fr. 1.00

Breton. — Traité de nivellement, comprenant la Théorie et la pratique du nivellement ordinaire et des nivellements expédients dits préparatoires ou de reconnaissance; par P. Breton (de Champs), ingénieur en chef des ponts et chaussées. 3e édition, revue, corrigée et augmentée. In-8°, XX—352 p. et 4 pl. A Paris, chez Gauthier-Villars. fr. 6.00

Catalogue par ordre géographique des cartes, plans, vues de côtes, mémoires, instructions nautiques. etc., qui composent l'hydrographie française. Ministère de la marine et des colonies. In-8°, VIII—296 p. A Paris, chez Challamel aîné; dans les ports. fr. 5.00

Collignon. — Traité de mécanique; par Edouard Collignon, ingénieur des ponts et chaussées. 2e partie. Statique. In-8°, 616 p. A Paris, chez Hachette et Ce. fr. 7.50

Courcy (de). — Assurance des bateaux à vapeur. Note sur la question du délaissement des machines; par Alfred de Courcy. In-12, 14 p. Paris, Imp. A. Chaix et Ce.

Debauve. — Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées, rédigé conformément au programme annexé au décret du 7 Mars 1868, réglant l'admission des conducteurs des ponts et chaussées au grade d'ingénieur; par A. Debauve, ingénieur des ponts et chaussées. 8e fascicule. Avec 162 fig. et 12 pl. Machines à vapeur. In-8°, VIII—413—850 p. A Paris, chez Dunod.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publié par les ordres de M. le ministre de l'agriculture et du commerce. Table générale des tomes 61 à 79. In-4° à 2 col., 345 p. Paris, imp. nationale.

Des vents et des coups de vent observés dans l'Atlantique nord sur les routes des bâtiments à vapeur allant de la Manche à New-York et vice versa. Traduit de l'anglais par M. de La Tour du

Pin, capitaine de frégate. In-8°, VIII—60 p. A Paris, chez Challamel aîné; dans les ports. fr. 2.50
(Publications du Dépôt de la marine.)

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde, ou les 100,000 secrets et recettes de l'industrie moderne; comprenant les arts et métiers, les mines, l'agriculture, par MM. les rédacteurs des Annales du génie civil. E. Lacroix, ingénieur civil, directeur de la publication. In-18 jésus. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 20.00

Dufeu. — Découverte de l'âge et de la véritable destination des quatre piramides de Gizeh, principalement de la grande pyramide; renfermant des repères chronologiques et scientifiques pour fixer la date de leur construction, déterminer l'époque de la fondation de la monarchie des Pharaons, constater la connaissance des anciens Egyptiens en astronomie, en géodésie, en hydraulique, en géographie, en géologie, et réglementer les alluvions de la vallée du Nil pour l'amélioration de son agriculture; par A Dufeu, membre de l'Institut égyptien et de la Société des études historiques de Paris. In-8°, LXVIII—336 p. A Paris, chez Ve A. Morel et Ce. fr. 12.00

Dufrénoy et Elie de Beaumont. — Explication de la carte géologique de la France, rédigée par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, inspecteurs généraux des mines, et publiée par ordre de M. le ministre des travaux publics. T. 3. 1re partie, par A. Dufrénoy. In-4°, VIII—231 p. Paris, imp. nationale.

Du Moncel. — Exposé des applications de l'électricité; par le comte Th. Du Moncel, ingénieur électricien de l'administration des lignes télégraphiques françaises. 3e édition, entièrement refondue. T. 2. Technologie électrique. In-8°, 560 p., 2 pl. et 1 tableau. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 12.50
(Bibliothèque scientifique-industrielle et agricole des arts et métiers.)

Farcot. — Le Servo-moteur, ou moteur-asservi, ses principes constitutifs, variantes diverses, application à la manœuvre des gouvernails. Gouvernails à vapeur Farcot. Description théorique et pratique; par Joseph Farcot, ingénieur. In-8°, VIII—92 p. et 36 pl. A Paris, chez Baudry.

Fournier. — Déviations des compas. Exposé théorique et pratique d'une méthode nouvelle pour déterminer rapidement, à la mer, dans toutes les circonstances de la navigation, les déviations de l'aiguille aimantée du compas-étalon; par E. Ernest Fournier, lieutenant de vaisseau. Ouvrage accompagné de 45 figures dans le texte et d'une planche imprimée en plusieurs couleurs. In-8°, VIII—215 p. A Paris, chez Bertrand. fr. 6.00

Jullien. — Introduction à l'étude de la métallurgie du fer et en général des composés de la nature qui ne sont pas des corps composés. Dernier mémoire publié en janvier 1873; par C. E. Jullien, ingénieur. Annexe au Traité théorique et pratique de la métallurgie du fer; par C. E. Jullien. In-4°, 49 pages A Paris, chez Baudry.

Le Roy-Mabille. — Lettres à M. Babinet sur la précipitation incessante des eaux, par leur propre poids, vers le centre de la terre et sur les nombreux phénomènes qui en sont la conséquence; par Le Roy-Mabille. Avec une lettre de M. Babinet à l'auteur. In-8°, IV—94 p. A Paris, chez Mallet-Bachelier.

Notices sur les dessins, modèles et ouvrages relatifs aux travaux des ponts et chaussées et des mines, réunis par les soins du ministère des travaux publics. Exposition universelle à Vienne en 1873. France. In-8°. 521 p. Paris, imprimerie nationale.

Oppermann. — Traité complet des chemins de fer économiques d'intérêt local départementaux, vicinaux, industriels, agricoles, tramways, américains, voies de service fixes ou mobiles; par C. A. Oppermann, ancien ingénieur des ponts et chaussées. Gr. in 8°, IV—108 p. et atlas de 48 pl. A Paris, chez Dunod.

Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer, construction de la voie, travaux d'art, exploitation: 1° terrassements, déblais et remblais; 2e engins de constructions; 3° rails, coussinets, changement et croisement de voies, plaques tournantes, etc.; 4° fabrication des wagons de tous systèmes français et étrangers, à voyageurs, à marchandises, trucs, freins, etc.; 5° construction des ponts, ponceaux et viaducs en bois, en maçonnerie, ponts métalliques en fer, fonte et tôle, fondations tubulaires; 6° construction des gares et de tous les bâtiments affectés aux chemins de fer, ateliers de construction, maisons de gardes, etc.; 7° fabrication des locomotives, locomotives-tenders et tenders; 8° matériel de la voie, construction des grues, réservoirs, etc. Chaque partie accompagnée de renseignements, cahiers des charges, devis, prix de revient, etc., etc.; par M.M. Perdonnet et Polonceau. Nouvelle édition (1873), revue, corrigée, augmentée de nouveaux documents classés méthodiquement et divisée en huit parties, par E. Lacroix, ingénieur civil. 1re partie: Terrassements, déblais et remblais. 1er fascicule. In-4° à 2 col., 31 p. et 14 pl. A Paris, chez E. Lacroix. fr. 18. L'ouvrage complet formant 6 vol. et 2 atlas. fr. 3.50
(Publications scientifiques, industrielles et agricoles d'E. Lacroix.)

Roux. — Tarif de prix de tous les ouvrages du bâtiment, approuvé par la commission consultative des travaux publics et les principaux ouvriers. Nouvelle édition, mise en rapport avec le cours actuel des matériaux et mains-d'œuvre; par Th. Roux, architecte-métreur. Vade-mecum actuel de tous les architectes-métreurs, entrepreneurs, etc., et de tous ceux qui font construire. In-18, 123 p. et annonces. La Rochelle, imp. Thoreux; l'auteur. fr. 5.00

Tetin. — Méthode élémentaire de télégraphie électrique, à l'usage des agents auxiliaires, éclusiers, etc. Manœuvre de l'appareil à cadran; par S. Tetin, télégraphiste. In-18, 36 p. A Paris, chez Bocquet. fr. 0.60

ENGELAND.

Tot 1 Augustus 1873.

BOEKEN.

Baker (B.). — Long Span Railway Bridges. New edit. revised. Post 8vo. pp. 170. London, Spon. cloth, 5s.

Butler (W. F.). — Ventilation of Buildings. 8vo. London, Spon. sewed, 1s.

Kohlrausch (F.). — An Introduction to Physical Measurements. With Appendices on Absolute Electrical Measurement. Translated from the second German Edition by Thomas Hutchinson Waller and Henry Richardson Procter. 8vo. pp. 262. London, Churchill. cloth, 12s.

Latham (Baldwin). — Sanitary Engineering: a Guide to the Construction of Works of Sewage and House Drainage; with Tables for Facilitating the Calculations of the Engineer. 8vo. pp. 352. London, Spon. cloth, 30s.

Livingston (David). — Treatise on the Setting out of Railway Curves. With full Tables of the Angles, Distances, and Offsets required, especially arranged for the use of Measurements in Feet and Imperial Links, but also adapted for the use of any other unit of Measurement. Post 8vo. pp. 154. London, Spon. cloth, 10s. 6d.

Rankine (W. J. Macquorn). — A Manual of Civil Engineering. With numerous Diagrams. 9th edit. thoroughly revised, by E. F. Bamber. Post 8vo. pp. 800. London, Griffin. cloth, 16s.

Saeltzer (Alexander). — Treatise on Acoustics in connection with Ventilation. Post 8vo. London, Trübner. cloth, 5s.

Spon's Architects' and Builders' Pocket-Book of useful Memoranda and Prices. 1873. Edited by W. Young. Oblong 32mo. pp. 280. London, Spon. cloth, 3s. 6d.

Stanley (William Ford). — A descriptive Treatise on Mathematical Drawing Instruments. 4th edit. post 8vo. pp. 278. London, Author. cloth, 5s.

Tate (James). — Surcharged and different Forms of Retaining Walls. 8vo. London, Spon. sewed, 2s.

Taylor (Sedley). — Sound and Music: a Non-Mathematical Treatise on the Physical Constitution of Musical Sounds and Harmony, including the chief Acoustical Discoveries of Professor Helmholtz. Post 8vo pp. 220. London, (Macmillan). cloth, 8s. 6d.

Tomkins (Edward). — Machine Construction and Drawing, being an Introduction to the Study of Machine Construction and to the Application of Geometrical Drawing for the Representation of Machinery. Vol. 1, Text. 12mo. pp. 108. London, Collins. cloth, 1s.

Tomkins (Edward). — Machine Construction and Drawing. Vol. 2. Plates. 12mo. London, Collins. cloth, 1s.

Wilson (Robert). — A Treatise on Steam Boilers, their Strength, Construction, and Economical Working. 12mo. pp. 334. London, Lockwood. cloth, 6s.

KAARTEN EN PLANS.

Black's General Atlas of the World. New edition revised and corrected throughout, and containing the new Boundaries, latest Discoveries, and new Maps. Folio. London, Longmans. half-bound 63s.

AMERIKA.

Tot 1 Augustus 1873.

BOEKEN.

Bird (Joseph). — Protection against Fire, and the best means of putting out Fires in Cities. 12mo. (New York, 1873) London. 7s. 6d.

Macfarlane (James). — The Coal Regions of America: their Topography &c. 8vo. pp. 700. (New York, 1873) London. 25s.

Overman (Fred.) — The Manufacture of Steel: a Handbook. New edit. by Fesquet. 12mo. pp. 285. (Philadelphia, 1873) London. 7s. 6d.

DUITSCHLAND.

Tot 31 Julij 1873.

BOEKEN.

Breymann (Weil. Bau-R. Prof. Dr. G. A.), allgemeine Bauconstructionslehre, m. besond. Beziehg. auf das Hochbauwesen. Ein Leitfaden zu Vorlesgn. u. zum Selbstunterrichte. 4. gänzlich umgearb. Aufl. v. Prof. H. Lang. 3. Thl. 1. Lfg. gr. 4. Stuttgard, G. Weise. à Lfg. ½ *th.*

Dub (Dr. Jul.), die Anwendung d. Electromagnetismus m. besond. Berücksicht. der neueren Telegraphie u. den in der deutschen Telegraphenverwaltg. besteh. techn. Einrichtgn. 2. vollständig neu bearb. u. unter Berücksicht. der Fortschritte der Wissenschaft ergänzte Aufl. Mit mehr als 400 in den Text gedr. Holzschn. 4. (Schluss-)Lfg. gr. 8. (XX u. S. 625—857.) Berlin, Springers's Verl. (à) n. 1¾ *th.*

Eichmann (Bernh.), Locomobile u. Dampf-Druschmaschine, Construction u. Bauart der kais. kön. privilegirten Agricultur- u. Industrial-Maschinen-Bau-Anstalt v. Bernh. Eichmann in Prag. Anleitung zur richt. Behandlg. d. Dampf-Drusch-Complexes u. Unterweisg. im Dampfdrusche. Mit 6 (eingedr.) Abbildgn. (in Holzschn.) gr. 8 (54 S.) Prag, (André.) n. ⅔ *th.*

Fairlie (R. F.), die richtige Praxis der Schmalspurbahnen. Nach dem engl. Werke «The battle of the gauges renewed» u. m. e. Anh. verm. In's Deutsche übertragen v. Ingen. A. Brunner. Einzig autoris. deutsche Ausg. Mit 4 lith. Taf. u. 1 Holzschntaf. (in 4.) gr. 8. (IV, 120 S.) Zürich, Schabelitz. n. 1½ *th.*

Flattich (Archit. Wilh.), der Eisenbahn-Hochbau in seiner Durchführung auf den Linien der k. k. pr. Südbahn-Gesellschaft unter Mitwirkg. d. Archit. Frz. Wilhem. 1. u. 2. Hft. Bahnhof Innsbruck u. Brennerbahn. (1. Hälfte.) Text. [Hierzu Atlas m. 23 (lith.) Blättern in gr. Fol.] gr. 8. (96 S.) Wien, Lehmann & Wentzel. baar à n. 4 *th.*

Grundzüge f. die Gestaltung der secundären Eisenbahnen. Nach Maassgabe der «technischen Vereinbargn. etc.» vom Jahre 1871 umgearb. durch die techn. Commission d. Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltgn. Mit 3 (lith.) Blatt Zeichnungen. gr. 8. (65 S.) Wiesbaden, Kreidel's Verl. baar n. 12 *gr.*

Handbuch f. specielle Eisenbahn-Technik unter Mitwirkg. v. Fachgenossen hrsg. v. Ob.-Ingen. Edm. Heusinger v. Waldegg. 1. Bd. Der Eisenbahnbau. 2. Hälfte. Bearb. v. Prof. Dr. W. Fränkel, Ob.-Ingen. Heusinger v. Waldegg, Bau-R. A. v. Kaven etc. 3. verb. Aufl. Lex.-8. (XXII u. S. 337—814 m. eingedr. Holzschn. u. 35 Steintaf. in Lex.-8. u. qu. 4. m. 8 S. Erklärgn.) Leipzig, Engelmann. n. 5 *th.* (1 Bd. cplt.: n. 8⅔ *th.*)

Hassenstein (Capit. z. See), üb. die ständigen Trugschlüsse in der Marine-Architectur. Mit e. (lith.) Taf. erläut. Fig. (in 4.) gr. 8. (22 S.) Kiel, Universitäts-Buchh. n. 8 *gr.*

Heider (Ed. Ritter v.), der Bau der Trocken-Docks im Arsenale d. oesterr. Lloyd in Triest u. im Arsenale der k. k. Kriegs-Marine in Pola. Mit 9 lith. Taf. (in gr. Fol.) gr. 4. (75 S.) Graz, Leykam-Josefsthal. n. 5 *th.*

Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel f. das Jahr 1871. Im Auftrage d. königl. preuss. Ministeriums f. die landwirthschaftl. Angelegenheiten hrsg. v. dd. H. A. Meyer, K. Möbius, G. Karsten u. V. Hensen. 1. Jahrg. Die Expedition zur physikalisch-chem. u. biolog. Untersuchg. der Ostsee im Sommer 1871 auf S. M. Avisodampfer Pommerania nebst physikal. Beobachtgn. an den Stationen der preuss. Ostseeküste. Mit e (chromolith.) Seekarte (in Imp.-Fol.) u. e. (lith.) Taf. Abbildgn. Bericht an das königl. preuss. Ministerium f. die landwirthschaftl. Angelegenheiten v. der Commission zur wissenschaftl. Untersuchg. der deutschen Meere in Kiel. Fol. (XI, 178 S.) Berlin, Wiegandt & Hempel. n. 5 *th.*

Kämmerling (Archit. H.), der Civilbau. Eine Sammlg. v. Entwürfen zu Privat-Wohngebäuden f. Stadt u. Land. In Grundrissen, Façaden, Profilen u. Details f. Architekten, Maurer- u. Zimmermstr. II. Bd. 1. Lfg. Fol. (6 chromolith. u. lith. Taf. u. 1 S. Text.) Berlin, Nicolai's Verl. n. 2 *th.*

Kerl (Prof. Bruno), Grundriss der Metallhüttenkunde. Mit 246 in den Text gedr. Holzschn. gr. 8. (XX, 445 S.) Leipzig, Felix. n. 4⅓ *th.*

Kerpely (Bergr. Prof. Ant.), die Anlage u. Einrichtung der Eisenhütten. Ausführliches prakt. Handbuch f. Hüttentechniker, Hüttenbesitzer u. Ingenieure, sowie f. Studirende der Bergwissenschaften. 1. Lfg. Mit Holzschn. im Text u. e. Atlas v. 17 lith. Taf. (in qu. Fol.) gr. 8. (176 S.) Leipzig, Felix. n. 4½ *th.*

Kröhnke (Civiling. H.), Handbuch zum Abstecken v. Curven auf Eisenbahn- u. Wegelinien. Für alle vorkomm. Winkel u. Radien aufs Sorgfältigste berechnet. 8. Aufl. Mit e. (lith.) Figurentaf. (in gr. 8). 16. (193 S.) Leipzig, Teubner. geb. 18 *gr.*

Landolt (Oberforstmstr. Ed.), Tafeln zur Ermittelg. d. Kubikinhaltes liegender, entgipfelter Baumstämme nach metrischem Mass. Mit e. Anh., 14 Taf. zur Reduktion d. alten Masses in neues enth. 2. gänzlich umgearb. Aufl. 8. (116 S.) Zürich, Schulthess. n. 18 *gr.*

Langer (Ingen. Jos.), Theorie der combinirten Brücken-Systeme u. Dachstühle. 3. umgearb. u. verm. Aufl. 1. Lfg. Die Hängebrücken. [Mit 2 (lith.) Figurentaf. (in Fol.)] gr. 8. (64 S.) Prag, Calve. n. 1 *th.*

Laspeyres (Archit. Paul), die Bauwerke der Renaissance in Umbrien. Mit erläut. Texte umfass. die Beschreibg. der umbr. Baudenkmale aller Kunstepochen u. die Darstellg. ihrer baugeschichtl. Entwickelg. 1. Abth. Mit 10 Kpfrtaf. u. 74 (eingedr.) Holzschn. Fol. (VIII, 70 S.) Berlin, Ernst & Korn. n. 10 *th.*

Leitfaden f. den Unterricht in der Schiffs-Dampfmaschinen-Kunde an der kaiserl. Marineschule. gr. 8. (IV, 95 S.) Kiel, (Universitäts-Buchh.) baar n. 24 *gr.*

Leuschner (Ingen. Gust.), Berechnung v. Bahnhof-Geleisen nebst den f. diese Berechng. erforderl. Lehrsätzen u. Formeln der Algebra, Geometrie, Goniometrie u. Trigonometrie. Mit 118 Fig.

auf 13 (lith.) Taf. u. 2 Arbeitsplänen m. 8 Constructionen (in gr. 4.) gr. 8. (X, 242 S.) Wien, Lehmann & Wentzel. n. 4 *th.*

Linde (Prof. G.), Bericht üb. Versuche an e. Ventildampfmaschine v. 100 Pferdestärken gebaut in der Maschinenfabrik Augsburg f. die mechan. Weberei am Fichtelbach in Augsburg. gr. 8. (18 S. m. Steintaf. in qu. 4.) München, Ackermann. n. 16 *gr.*

Moeller's Coursbuch. Verzeichniss der Eisenbahnen in Norddeutschland m. den Anschlüssen bis Wien, Paris, London, Amsterdam, Schweiz etc. Personenposten u. Postomnibus in Hannover, Braunschweig u. Oldenburg, auch in Holstein, Mecklenburg, Prov. Sachsen, Westphalen etc. Dampfschiffe auf u. v. Elbe. Weser u. Ems nebst Reiserouten Nachweisg. geographisch-statist. Register der grösseren Orte in Hannover, Braunschweig, Oldenburg etc. m. Verzeichniss der Hôtels etc., Porto-Tarif u. Postversendungs-Bedinggn., Eisenbahnbetriebs-Reglement, Telegraphen-Bestimmgn. m. Tarif. 1873. 8 Hfte. (à 128 S.) Mit 2 (lith.) Karten in Fol. gr. 16. Hannover, Schmorl & v. Seefeld. n. 1⅓ *th.*

Mothes (Baur. Dr. U.), illustrirtes Baulexikon. Praktisches Hülfs- u. Nachschlagebuch im Gebiete d. Hoch- u. Flachbaues, Land- u. Wasserbaues, Mühlen- u. Bergbaues etc. Für Architekten u. Ingenieure, Baugewerke u. Bauherren etc. 3. Aufl. 4—9. Hft. Lex.-8. (1. Bd. S. 97—288 m. eingedr. Holzschn.) Leipzig, Spamer. à n. ⅓ *th.*

Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la commission géodésique fédérale sous la direction de A. Hirsch et E. Plantamour. 2—4. Livr. 4. (S. 269—278.) Basel, Georg. à n. 1 *th.* 2 *gr.*

Peters (H.), Hülfstafeln zu Preisberechnungen f. Zimmerarbeiten auf Grundlage der durchschnittlichen Leistung der Arbeiter nach dem Metermass u. der Reichsmünze zum prakt. Gebrauch f. Behörden, Baumeister, Bauunternehmer u. Fachleute. 4. (IV, 79 S.) Schwerin, Stiller. n. 1 *th.*

Plessner (Baumeister F.), Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelgn. zur Feststellg. der Baukosten. 3. umgearb., verm. u. verb. Aufl. Mit Kpfrn. u. (eingedr.) Holzschn. Lex.-8. (1. Hälfte 160 S.) Berlin, Ernst u. Korn. n. 2 *th.*

Reuleaux (Ingen. Carl.), der Hoffmann'sche Ringofen. Seine Bedeutg. seine Einführg. in die Gewerbe, sein Verhalten zu deutscher u. italien. Patentgesetzgebg. u. zum Itzenplitz'schen Dekrete vom 9. Augusti 1870, durch welches die Hoffmann'schen Ringofenpatente f. Preussen u. Kurhessen aufgehoben wurden. Nebst Mitgliederverzeichniss der königl. Preuss. Deputation f. Gewerbe aus den J. 1858 u. 1870, sowie Resümee derjenigen Untersuchgn., welche durch die zu Berlin im Januar 1873 versammelt gewesene techn. internationale Deputation in Hoffmann'schen Patent-Aufhebungssachen veranstaltet worden sind. gr. 8. (69 S. m. eingedr. Holzschn.) Berlin, polytechnische Buchhandlung. n. ½ *th.*

Schmitt (Prof. Dr. Ed.), Vorträge üb. Bahnhöfe u. Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. 1. Thl. Die Anlage der Bahnhöfe. 2. Lfg. Mit 129 (eingedr.) Holzschn. u. 5 lith. Taf. (in qu. Fol.) hoch 4. (VI u. S. 145—365.) Leipzig, Felix. n. 3 *th.* (1 Bd. cplt.: n. 6 *th.*)

Schramek (Camillo), das Wärmespectrum der Sonne. Kritische Einleitg. in die Identitätslehre v. Licht u. Wärme der heut. Physik. Mit 1 (lith.) Karte (in 4.) gr. 8. (V, 122 S.) Wien, Dirnböck. n. 1 *th.*

Schramm (Dir. Heinr.), die Anziehungskraft betrachtet als e. Wirkung der Bewegung. gr. 4. (12 S.) Graz, (Ferstl'sche Buchh.) n. ⅓ *th.*

Schwatlo (Reg.-R. C.), die Baupreise. Ein Handbuch f. Baumeister, Gewerksmeister, Bauunternehmer u. Bauherrn. Ausg. f. das Jahr 1873—1874. Eine Ergänzg. zu dem Handbuch zur Beurtheilg. u. Anfertigg. v. Bauanschlägen. Mit 1 (lith.) Tafel (in gr. 4.) gr. 8. (114 S.) Halle, Knapp's Verl. n. 24 *gr.*

Stambach (Ingen. J.), der topographische Distanzenmesser u. seine Anwendung. Anleitung zur Bestimmg. v. Distanz u. Höhe e. Objektes aus e. Standpunkte. Mit e. (lith.) Figurentaf. (in 4.) u. e. Reductions- u. Höhentab. v. Herrn Prof. Wild in Zürich (in qu. 4.) 2., durchgeseh. u. bericht. Aufl. gr. 8. (16 S.) Aarau, Christen. n. ⅓ *th.* (35 *kr.* rh.)

Titz (Archit. Ed.), Entwürfe zu ausgeführten öffentlichen u. Privatgebäuden. Enth. städt. u. ländl. Wohngebäude, Hôtels, Villen, Theater etc. in Grundrissen, Profilen, Façaden u. Details, f. Architekten, Maurer u. Zimmermeister, Bauunternehmer etc. 12. Hft. gr. Fol. (6 chromolith. u. lith. Taf. u. 1 Bl. Text.) Berlin, Nicolai's Verl. n. 3½ *th.* (1—12.: n. 29⅝ *th.*)

Wagner (Prof. Dr. Rud.), Handbuch der chemischen Technologie m. besond. Berücksicht. der Gewerbestatistik zum Gebrauche bei Vorlesgn. an Universitäten, techn. Hoch- u. Mittelschulen, sowie zum Selbststudium f. Ingenieure, Chemiker, Statistiker etc. 9 Aufl. Mit 337 (eingedr.) Holzschn. Lex.-8. (XVIII, 877 S.) Leipzig, O. Wigand. n. 4 *th.*

Wanderley (Archit. G.), Handbuch der Bau-Constructionslehre. Mit 1000 (eingedr.) Holzschn. u. 10 (lith.) Taf. (in 4.) gr. 8. (VIII, 592 S.) Halle, Knapp's Verl. n. 4⅔ *th.*

Wangerin (Dr. Adb.), üb. das Problem d. Gleichgewichts elastischer Rotationskörper. 4. (29 S.) Berlin, (Mitscher & Röstell.) baar n. 12 *gr.*

Weisbach (Ob.-Berg-R. Prof. Dr. Jul.), Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinen-Mechanik. 5. verb. u. vervollständ. Aufl. bearb. v. Prof. Gust. Hermann. In 3 Thln. 1. Thl.: Theoretische Mechanik. Mit gegen 1000 in den Text eingedr. Holzst. 7. u. 8. Lfg. gr. 8. (S. 577—768.) Braunschweig, Vieweg & Sohn. n. 1⅓ *th.*

Wiebe (Prof. F. K. H.), Skizzen-Buch f. den Ingenieur u. Maschinenbauer. Eine Sammlg. ausgeführter Maschinen, Fabrik-Anlagen, Feuergn. etc. 86. Hft. Fol. (à 6 Kpfrtaf. m. 1 Bl. Text.) Berlin, Ernst & Korn. (à) n. 1 *th.*

Winckel (Geometer L.), Handbuch zum Abstecken v. Curven. Mit 13 (eingedr.) Holzschn. 16. (VI, 192 S.) Berlin, Ernst & Korn. Cart. ⅔ *th.*

Zabel (Branddir. H.), der electrische Feuerwehr-Telegraph. Eine Anleitg. f. Einrichtg. v. Feuerwehr-Telegraphen, sowohl f. kleine u. Mittel-, als auch f. grosse Städte, m. Zeichngn. der Apparate u. d. Stromlaufes, f. Laien u. Techniker sowie namentlich f. Feuerwehr-Commandeure, Polizei-Verwaltgn. etc. 8. (IV, 80 S. m. eingedr. Holzschn.) Breslau, Maruschke & Berendt. n. 18 *gr.*

KAARTEN EN PLANS.

König (Th.), Geschäfts- u. Reise-Karte v. Europa m. Angabe aller Eisenbahnen, Dampfschifflinien u. Haupt-Poststrassen. 14. Aufl. Lith. u. color. Imp.-Fol. (4 Bl.) Berlin, Mitscher & Röstell. n. 1⅓ *th.*; in Carton n. 1⅔ *th.*; auf Leinw. in Carton n. 2 *th.*

REGISTER.

N. duidt de bladzijden van de Notulen aan.

T. duidt de bladzijden aan van het overige gedeelte van het Tijdschrift.

* voor de eigen namen duidt aan lidmaatschap van het Instituut.

A.

Aarde, Drukking van —, T. 75, 98, 289.

Aardrijkskundig congres te Antwerpen, Herinneringsmedaille aan het —, N. 5.

Afdamming van het Sloe, N. 20, T. 209.

Afstandseinen, Elektromagnetische — volgens het stelsel van W. Hohenegger, T. 141.

Alban (Dr. E.), Doorblaas-condensor van —, T. 200.

Aldershot, Fell-spoorweg bij —, T. 298.

Amerika. Zie Openbare werken, Waterleidingbuizen.

* Amersfoordt (Mr. J. P.), Over een oud plan tot doorgraving van Holland op zijn Smalst en over den landmeter J. Pz. Dou en zijn geslacht, N. 31, 42, 48.

* Andriesse (G. A.) wordt lid, N. 4.

Antwerpen. Zie Aardrijkskundig congres.

Argenteuil, Viaduct van —, N. 7.

Arnoux en la Rivierre, Over het creosoteren van houtwerk in de haven van Trouville, T. 188.

Asphaltbestrating, T. 333.

Assen van spoorwegrijtuigen, Krachten, werkende op de —, T. 301.

* Asser (L. E.) wordt lid, N. 98.

B.

Baggerlepels in de Vereenigde Staten van Amerika in gebruik, T. 325.

Baggertoestel van Morris en Cumings, T. 327.

Bajoe gaboes, Oostindische houtsoort, N. 76.

Balk van de tweede orde met gebogen bovenrand, Spanningen in de zamenstellende deelen van een —, T. 1.

* Ballot (Dr. C. H. D. Buys), Eerste vervolg op de memorie betrekkelijk de waterstanden op de Nederlandsche rivieren, T. 87.

Barclay (J.), Ejectors van —, T. 201.

* Bas (F. C. de) wordt lid, N. 20.

Bastia, Maritieme werken te —, T. 57.

* Beijerman (H. F.) wordt lid, N. 34.

* Belpaire (Th.) wordt lid, N. 4.

* Berg (F. J. van den), Over de berekening van liggers, doorgaande over meer dan twee steunpunten, met flaauw gebogen lengteas, veranderlijke dwarsdoorsnede en willekeurige belasting, T. 275.

* Bergh (J. G. van den) en J. M. Telders, over veerende wielen, T. 145.

* Besier (J. A.) vertegenwoordigt het Instituut op het aardrijkskundig congres te Antwerpen, N. 5.

Beton, Gebruik van —, boven den grond, T. 193.

Bicfordsch vuurkoord, T. 41.

* Bilheimer (B. P.) wordt lid, N. 34.

Blaauw (G. J.), Over opruiming van ijsbezettingen, T. 9.

* Boelen JRzn. (J.), Beschouwingen en motie over reddingmiddelen bij doorbraken langs de rivieren, N. 34, 74, 80, 94. — Toestel tot redding van schipbreukelingen, N. 75.

* Boom (Th.) wordt lid, N. 34.
* Bordes (J. P. de) benoemd tot raadslid, N. 99.
Bornemann (K. R.), Over proeven omtrent den afvoer door schutopeningen onder water. (Vertaling met aanteekening van * dr. I. P. Delprat), T. 180.
* Bour (L. J.) wordt lid, N. 81.
Bouwsteenen, Vuurvastheid van —, T. 332.
Brand aan boord, Middelen ter voorkoming van —, N. 77.
* Broekman (A. C.), Over de theorie der in de rigting van de lengte gedrukte en getrokken staaf, T. 157.
Bruggen. — Bruggen in de Vereenigde Staten, T. 316. — Nieuwe constructie van ophangen en opzetten van eene draaibrug, N. 32. — Hoogte van opzetting van draaibruggen, N. 98, 104. — Viaduct van Argenteuil, N. 7. — Brug over den Rijn bij Kehl, N. 6. — Brug over den Niemen bij Kowno, N. 6. — Brug over de Narowa bij Narva tegen ijsgang beschut, T. 21. — Brug te Quincy, T. 317. — Brug over de Medway bij Rochester, N. 6. — Brug over de Nieuwe Maas te Rotterdam, N. 7. — Brug van Saint-Louis, T. 318. — Brug over de Tamar bij Saltash, N. 6. — Vgl. Balk, Fundering, Liggers, Metaal. Zie Cézanne, Maynard, Oppermann.
* Brunings (C.) overlijdt, N. 91.

C.

* Caland (P.) benoemd tot raadslid, N. 99.
* Camphuis (G. W.) wordt lid, N. 4.
Catamaran, soort van vlot op de kust van Coromandel in gebruik, N. 98, 109.
Cavelier de Cuverville, Toestel tot het oververhitten van stoom van J. Wyatt Reid, te New-York (Vertaling met naschrift van * F. P. J. Mahieu), T. 304.
Cement, Proeven genomen met —, N. 32.
Cementfabrieken in Duitschland, T. 193.
Condensors, T. 199.
Centrifugaalpompen van Gwynne & Cie., T. 144.
Cézanne, Verbetering in het funderen van brugpijlers, N. 6. — Verslag omtrent eene luchtreis, T. 307.
Chadwick (E.), Over asphaltbestrating, T. 334.
* Conrad (F. W.), Portret van wijlen —, N. 9.
Creosoteren van hout in de haven van Trouville, T. 188; aan de Sables d'Olonne, T. 191.
Cumings. Zie Morris.

D.

Dammen, Ontwerpen en aanleggen van gemetselde —, T. 283.
* Dates (W. H. J.) wordt lid, N. 20.
Delafond, Oververhitter van —, T. 305.
Delfschroeven, Schuit met — van Mac Alester, T. 327.
* Delprat (Dr. I. P.). Zie Bornemann, Flamand, Winkler.
* Delprat (Th. F. A.) wordt lid, N. 20.
Dictionnaire universel à l'usage de tout le monde ou les 100,000 secrets et recettes de l'industrie moderne, T. 336.
* Diggelen (S. P. H. van) wordt lid, N. 34.
Dynamiet, middel tot opruiming van ijs, T. 202.
* Dissel (Dr. E. F. van), Waarde van den zekerheids-coëfficiënt, in de formule voor het berekenen van het draagvermogen van een heipaal, N. 18. — Proeven genomen met cement, N. 32.
Donau, IJsopruiming in den —, T. 33.
Doniol, Nota over den toestand der maritieme werken te Venetie, Livorno, Spezzia, Genua, Triest, Ile-Rousse en Bastia, T. 43.
Doorblaas-condensors, T. 199.
Dordrecht Zie * Sandberg.
Dou (J. Pz.), landmeter, en zijn geslacht, N. 31, 42, 48.
Draadkabelbrug van Maynard, T. 197.
Draagvermogen van een heipaal, Berekening van het —, N. 18.
Draaibruggen. Zie *Bruggen.*
Droogmaking van de Stadil Fjord in Denemarken, T. 144.
* Drossaers (W. L. C.) wordt lid, N. 4.
* Drost Jr. (J.) wordt lid, N. 4.
Durand-Claye. Zie Hervé-Mangon.

E.

Eckstein (C. A.), teekenaar, N. 9.
Edoux (L.), Hydraulische opstijgtoestel volgens het stelsel van —, T. 265.
* Eeden (F. W. van) wordt lid, N. 20.
Ejector-condensors, T. 199.
* Ekama (P. E.) wordt lid, N. 4.
Elektromagnetische afstandseinen, T. 141.
Elektriciteit. Zie Moncel.
* Essen (E. A. C. F. von) wordt lid, N. 34.
* Eussen (F. H.) wordt lid, N. 20.

F.

Fell, Spoorweg van —, bij Aldershot, T. 298.
Fischer, Het gymnasium Andreanum te Hildesheim; beschrijving van de verwarming- en ventilatie-toestellen aldaar, T. 122.

Flamant, Nota over de drukking van aarde. (Vertaling met aanteekening van * dr. I. P. Delprat), T. 289.
Fleur-Saint-Denis, Pneumatische fundering van —, N. 7.
* Fol (E. G. A.) wordt lid, N. 34.
Förderreuther (F.), Over den aanleg der verbindingsbogen tusschen wissel- en puntstuk, T. 139.
Forestier, Creosoteren van hout aan de Sables d'Olonne, T. 191.
Fort in de Wezer, Bouw van een —, T. 250.
Fowler & Cie., Wielen van —, T. 146.
* Freeman (M. Lindsay) wordt lid, N. 81.
Fundering van pijlers door zamengeperste lucht, N. 5; snel gemaakte — voor ijzeren bruggen, T. 203.

G.

* Gaymans (T. A.) wordt lid, N. 34.
* Geer (W. J. van) wordt lid, N. 4.
Genootschap (Bataafsch) der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam, Prijsvragen voor 1872, N. 32, 68.
Genua, Maritieme werken te —, T. 53.
Gobin, IJsopruiming door middel van dynamiet, T. 202.
* Gorter (A.) wordt lid, N. 4.
* Gosschalk (I.), Over een grooter en normaal steenformaat, N. 97, 99.
's Gravenhage. Zie *Ingenieurs.*
* 's Gravesande Guicherit (M. W. J.) wordt lid, N. 34.
* Groot (Corns. de), Aanwijzingen en mededeelingen op het gebied der mijn-ontginning in Nederlandsch-Indie, N. 7.
Grothe (D.), *Het ijzer, zijne bewerking, eigenschappen en toepassing*, T. 268.
Guide-rope, T. 313.
Gwynne & Cie., Werktuigen van — tot droogmaking van de Stadil Fjord in Denemarken, T. 144.

H.

Hark van Long, T. 327.
* Hasselt (A. K. P. F. R. van), Over eene nieuwe constructie van ophangen en opzetten van eene draaibrug, N. 32.
Havens, Maritieme werken in de Italiaansche —, T. 43.
* Hees (A. N. J. van), Over het gebruik van niveaux, T. 96.
* Hein (A. W.) wordt lid, N. 81.
* Heynsius (Dr. C. E.) wordt lid, N. 20.
Heipalen, Draagvermogen van —; waarde van den zekerheids-coëfficiënt in de formulen voor het berekenen van het —, N. 18.
Helder. Zie Waarnemingen.
* Helmers (J. F.) wordt lid, N. 81.
* Hendriks (H.) wordt lid, N. 4.
* Hengeveld (J. P.) wordt lid, N. 20.
Hervé Mangon en L. Durand-Claye, Proefnemingen omtrent den wederstand tegen de beweging der luchtballons in het luchtruim, T. 328.
* Hida Hamagoro (T.) wordt lid, N. 81.
Hydraulische opstijgtoestel, T. 265.
Hildesheim, Gymnasium Andreanum te —, T. 122.
* Hofman (J. P.) wordt lid, N. 20.
* Hofman (P. J.) wordt lid, N. 4.
Hohenegger (W.), Stelsel van elektromagnetische afstandseinen, T. 141.
Holland op zijn Smalst, Oud plan tot doorgraving van —, N. 31.
Hout. — Creosoteren van — in de haven van Trouville, T. 188; aan de Sables d'Olonne, T. 191. — Zie *Bajoe gaboes.*
* Houwens (W.) wordt lid, N. 20.
* Huygen (C. A.) wordt lid, N. 4.
* Hutchens (W. Hellier) wordt lid, N. 21.

I. (Y.) IJ.

IJsopruiming, T. 9, 202.
IJzer. — Wederstand tegen druk van getrokken —, N. 78, 88; Nieuwe wijze om van schroefraden voorzien ijzer bij zee- en waterbouwkundige werken tegen roest te vrijwaren, T. 84. — Zie Grothe.
IJzeren bovenbouw van spoorwegen in Pruissen, T. 69.
IJzeren bruggen met snel gemaakte funderingen, T. 203.
IJzeren remblokken, T. 147.
IJzerpapier, T. 148.
Ile-Rousse, Maritieme werken te —, T. 56.
Indie, Mijnontginning in Nederlandsch- —, N. 7.
Ingenieurs, Koninklijk Instituut van —. Viering van het vijf-en-twintig-jarig bestaan te 's Gravenhage, N. 1. — Register op de vroegere werken, N. 8. — Bespoedigde uitgave van het Tijdschrift, N. 17. — Openbaarmaking van ingezonden of aangeboden stukken, N. 29. — Medaille met diploma, van wege het aardrijkskundig congres te Antwerpen aangeboden, N. 5.
Instituut van Ingenieurs (Koninklijk). Zie *Ingenieurs.*
Italiaansche havens, Maritieme werken in de —, T. 43.

J.

* s' Jacob (F. B.) wordt lid, N. 34.

*Jeekel (C. A.) wordt lid, N. 98.
*Jolles (C. A.) wordt lid, N. 21.
Jonker Fransen Gat, T. 209.
*Joosten (P. G. J.) wordt lid. N. 4.

K.

Kaarsen, Over de eerste —, T. 204.
Kanalen. — Zie Holland op zijn Smalst.
*Karsten (S.) wordt lid, N. 34.
*Kawage (Quando (A. F.)) wordt lid, N. 98.
*Kempen (S. L.). Zie *Piepers.
*Kerkwijk (L. C. van) benoemd tot raadslid, N. 4; waarnemend penningmeester, N. 92.
*Kleynhens (P.) wordt lid, N. 98.
*Klerck (Jhr. G. J. G.), Toespraak bij gelegenheid van de viering van het vijf-en-twintig-jarig bestaan van het Instituut, N. 1. — Toespraak bij gelegenheid van het overlijden van de raadsleden *C. Brunings en *J. A. Kool, N. 91.
*Kool (J. A.) overlijdt, N. 91.
*Kool (P. C.) wordt lid, N. 4.
*Kruyff (W. Ph. de), Waarnemingen aan den Helder, N. 5, 10, 18, 22, 31, 36, 74, 82, 86, 94, 100.
*Kuilenburg (N.) wordt lid, N. 98.
*Kun (L. J. A. van der), Portret van wijlen —, N. 9.

L.

* Lacroix (E.), Uitgever van verschillende wetenschappelijke werken, T. 536.
Landmetersfamilie Dou (De), N. 31, 42, 48.
Liggers, Berekening van —, doorgaande over meer dan twee steunpunten, enz. T. 215.
*Lijnden (D. R. J. baron van) wordt lid, N. 98.
Livorno, Maritieme werken te —, T. 47.
Locomotieven, Praktische bepaling van de afmetingen en van het vermogen der —, T. 132.
*Lohman (Jhr. E. J. de Savornin), Proeven omtrent den wederstand tegen druk van getrokken ijzer, N. 78, 88.
Long, Hark van —, T. 327.
Louwenrier (G. C.), *Théorie complète des nombres complexes, dans les diverses fonctions, suivi d'un complément*, T. 149.
Lucht, Gebruik van zamengeperste — voor het boren van mijnputten en het funderen van pijlers, N. 5, T. 309, 319.
Luchtballons, Waarnemingen omtrent —, T. 308; Proefnemingen omtrent den wederstand tegen de beweging der — in het luchtruim, T. 328.
Luchtreis van Cézanne, T. 307.

M.

Maas te Roermond, Waterstand van de —, T. 6.
Maas, Brug over de Nieuwe — te Rotterdam, N. 7.
Maatschappij ter bevordering van Nijverheid (Nederlandsche), Prijsvragen voor 1872, N. 20, 27.
Mac Alester, Schuit met delfschroeven van —, T. 327.
*Mackay (P. Mescher) wordt lid, N. 20,
*Maere Limnander (Jhr. C. C. A. de) wordt lid, N. 34.
*Mahieu (F. P. J.). Zie Cavelier.
Maynard (H. N.), Draadkabelbrug van —, T. 197.
Mandsley, Oververhitters van —, T. 305.
Mangaan-glas, T. 204.
Manometer voor stoomtoestellen, T. 249.
Manora, Zeebreker te —, N. 27.
Maritieme werken in de Italiaansche havens, T. 43.
*Martens (C. L. J.) wordt lid, N. 21.
Medway, Brug over de —, N. 6.
*Meyners (D. N.) wordt lid, N. 4.
Metaal, Verschillend gebruik van — bij bruggen, T. 321.
Meting van het strand langs de Noordzee, N. 18, 31.
*Meulen (S. R. A. van der) wordt lid, N. 34.
*Michaëlis (N. T.), Spanningen in de zamenstellende deelen van een balk van de tweede orde met gebogen bovenrand, T. 1. — Over het funderen van pijlers door zamengeperste lucht, N. 5. — Hoogte van opzetting van draaibruggen, N. 98, 104.
Mijnen ter vernieling van ijs. Zie IJsbezettingen.
Mijnontginning in Nederlandsch Indie, N. 7.
Mijnputten, Boren van — door middel van zamengeperste lucht, N. 5.
Moinot, Tacheometer van —, N. 78.
Moncel (Th. du), *Exposé des applications de l'électricité*, T. 270.
Morris en Cumings, Baggertoestel van —, T. 327.
Mortel, Selenitische —, T. 330.
*Munter (C. de) wordt lid, N. 4.

N.

Narowa, Brug over de —, T. 21.
*Neiszen (J. H.) wordt lid, N. 98.
*Neyt (P. J.), Over de afdamming van het Sloe, N. 20, T. 209.
Niemen, Brug over den —, N. 6.
Niveaux, Over het gebruik van —, T. 96.
*Nolthenius (R. P. J. Tutein) wordt lid, N. 4.
Noordzee. Zie Strand.

O.

Oder, Opruimingen van ijs in den —, T. 18, 31.
Ontploffende middelen, Vernieling door —, T. 148.

Openbare werken der Vereenigde Staten van Amerika in 1870, T. 316.
Ophangen en opzetten van draaibruggen, N. 32, 98, 104.
Oppermann (C. A.), Goedkoope ijzeren bruggen met snel gemaakte funderingen, T. 203.
Opstijgtoestel, Hydraulische —, T. 265.
*Ortt (Jhr. J. R. T.). Zie Texelsche zeegaten.
Ott (Dr. A.), Over vuurvastheid van bouwsteenen, T. 332.
Oververhitters, T. 305.

P.

Papier (IJzer-), T. 148.
Pattison (J.), Condensor van —, T. 199.
*Piepers (W. A. M.), Verslag betreffende het springen van den stoomketel der schroefboot „Stad Gorinchem" en beschouwingen daarover van *S. L. Kempen en *A. A. C. de Vries Robbé, N. 18, T. 241.
*Pierrot (J. A.) wordt lid, N. 81.
Pneumatische fundering. Zie Lucht.
*Portielje (A.) wordt lid, N. 98.
Puntstuk. Zie Wissel.

Q.

*Quarles van Ufford (Jhr. E.) wordt lid, N. 98.

R.

*Ramaer (J. C.) wordt lid, N. 21. (Verkeerdelijk niet vermeld op bladz. 34.)
*Rankine (W. J. Macquorn), Verslag over het ontwerpen en den aanleg van gemetselde dammen, T. 283. — Overlijdt, T. 289.
Reddingmiddelen bij doorbraken langs de rivieren. Zie *Boelen.
*Ree (H.) wordt lid, N. 81.
Reid (J. Wyatt), Toestel tot het oververhitten van stoom van —, T. 304.
Remblokken van gegoten ijzer, T. 147.
*Rieber (C. T. J. L.) wordt lid, N. 4.
Rijn, Brug over den — bij Kehl, N. 6.
Rivieren. — Waterstanden op de Nederlandsche rivieren, T. 6, 87. — Vgl. *Boelen, *Bruggen*, Donau, Fort, IJsbezettingen, *Neyt, *Roelants, Waal, Wezer, Weichsel.
Rivierre (la). Zie Arnoux.
Rochussen (T. A.), IJzeren bovenbouw van spoorwegen in Pruissen, T. 69.
*Robbé (A. A. C. de Vries). Zie *Piepers.
*Roelants (J. J.), Beschouwing over waterstanden, toegepast op dien van de Maas te Roermond, T. 6.
Roermond, Waterstand te —, T. 6.
Roest. Zie IJzer.
*Ruijs (Th. A. M.) wordt lid, N. 98.
*Rummens (A.) wordt lid, N. 98.
Runde, Bouw van een fort op het Langlütsensand in de Wezer. (Vertaling van *J. Tideman), T. 250.
*Ruth (M. van), Seintoestel, T. 8.

S.

*Sandberg (Jhr. L. A.), Beschrijving van de waterbezorging met toebehooren op het station van de Staatsspoorwegen te Dordrecht, N. 81.
*Sanders (T.) wordt lid, N. 4.
*Sassen (F. G. H. A.) wordt lid, N. 98.
*Schalken (H. T.) wordt lid, N. 98.
*Schelling (N. A.) wordt lid, N. 34.
*Schevichaven (H. J. L. M. van) wordt lid, N. 34.
Schietkatoen als vernielingsmiddel, T. 148.
*Schill (Th. G.) wordt lid, N. 4.
Schipbreukelingen, Toestel tot redding van —, N. 75.
Schlierholz (J.), Over het gebruik van beton boven den grond, voornamelijk bij geheele gebouwen, T. 193.
*Schroeder van der Kolk (J.) wordt lid, N. 4.
Schutopeningen onder water, Proeven omtrent den afvoer door —, T. 180.
Scott, Uitvinder van den selenitischen mortel, T. 330.
Seelheim (F.), Rapport omtrent het zoutgehalte der verschillende wateren in Zeeland, N. 18.
Seintoestel, T. 8.
Selenitische mortel, T. 330.
*Siccama (H. T. Hora), Brief ten geleide van een model van een vlot, Catamaran genaamd, N. 98, 109.
*Simons (Dr. G.), Portret van wijlen —, N. 9.
Sloe, Afdamming van het —, N. 20. T. 209.
*Sougiyama (K.) wordt lid, N. 98.
Spezzia, Maritieme werken te —, T. 51.
Spoorwegen. — Statistieke opgaven omtrent de spoorwegen in Frankrijk, T. 82. — Mededeelingen betreffende spoorwegen in de Vereenigde Staten van Amerika, T. 322. — IJzeren bovenbouw van spoorwegen in Pruissen, T. 69. — Zie Afstandseinen, Assen, *Bruggen*, Fell, Förderreuther, Locomotieven, Remblokken, *Sandberg, Verbindingsbogen, Wissel.
Spoorwegrijtuigen. Zie Assen.
Staaf, Theorie der in de rigting van de lengte gedrukte en getrokken —, T. 157.
„Stad Gorinchem", Schroefboot, Springen van den ketel in de —. Zie *Piepers.

SPANNINGEN IN EEN BALK VAN DE TWEEDE ORDE MET GEBOGEN BOVENRAND.

FIG. 1 §5.

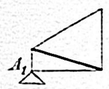


FIG. 2 §6.

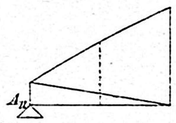


FIG. 4 §9.

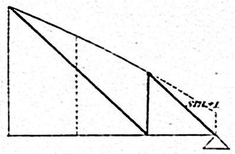


FIG. 5 §12.

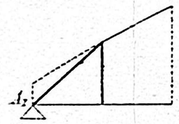


FIG. 6 §13.

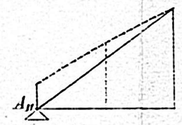


FIG. 3 §2 en 8.

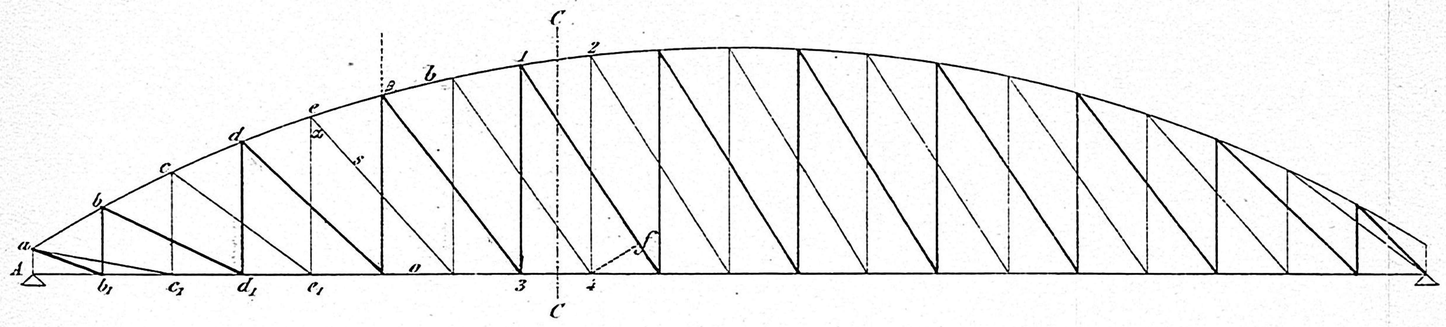


FIG. 7 §15.

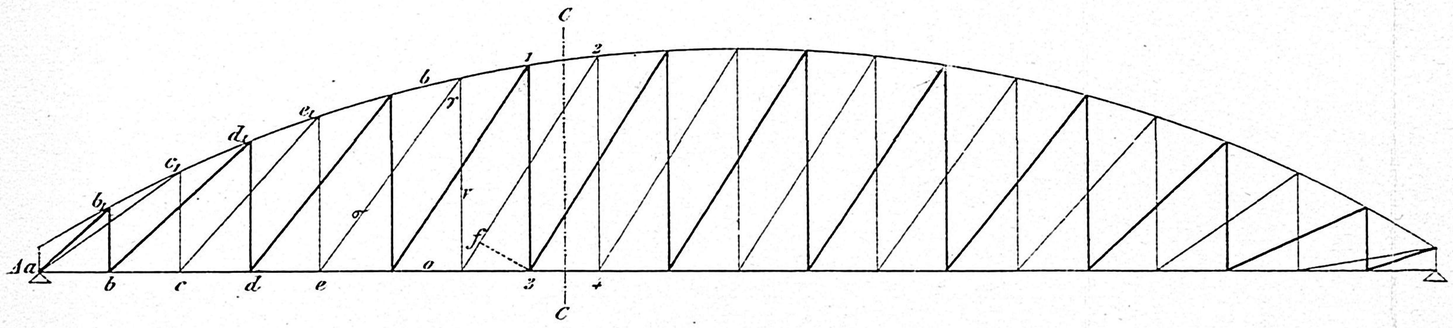
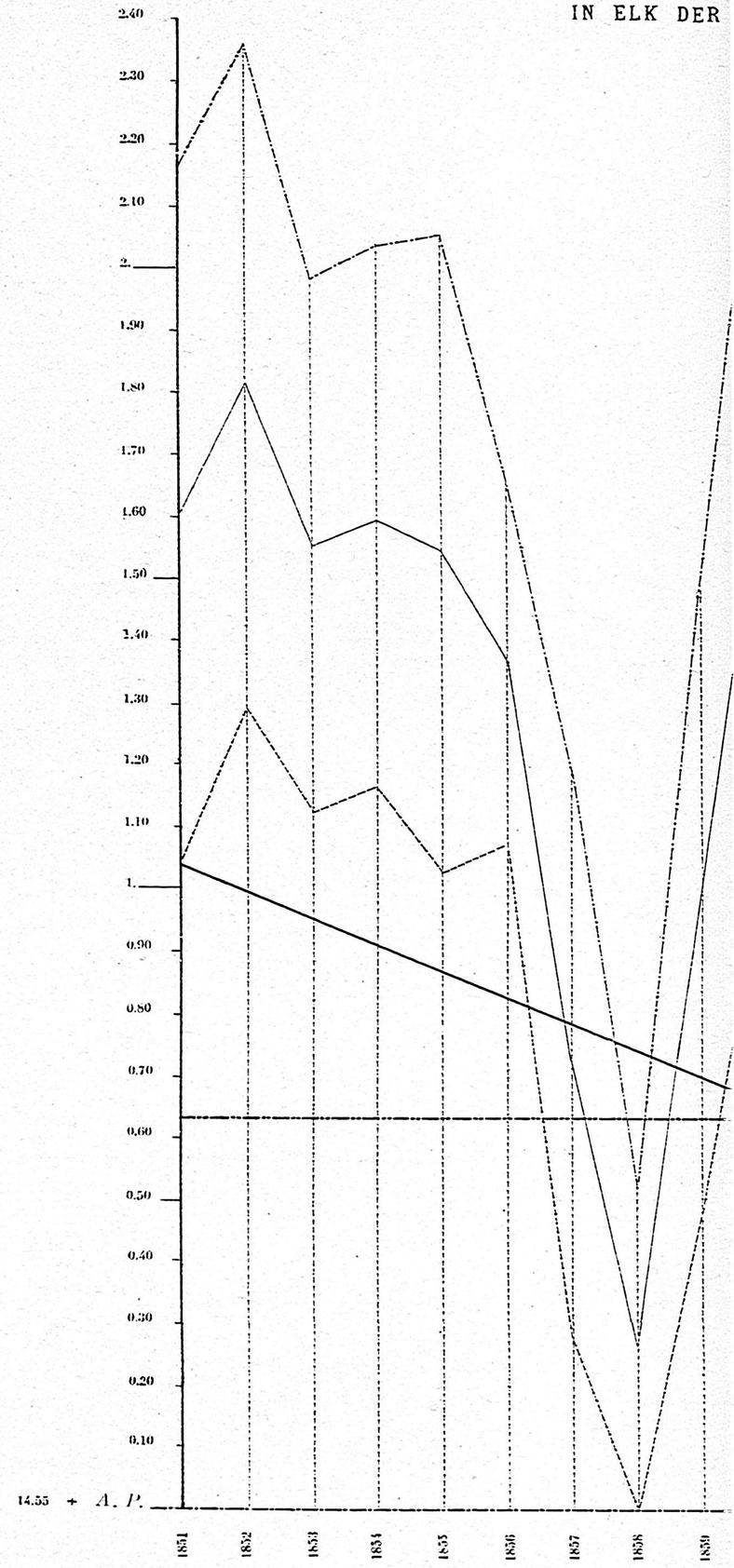


FIG. 8. VOORSTELLING VAN DE GEMIDDE

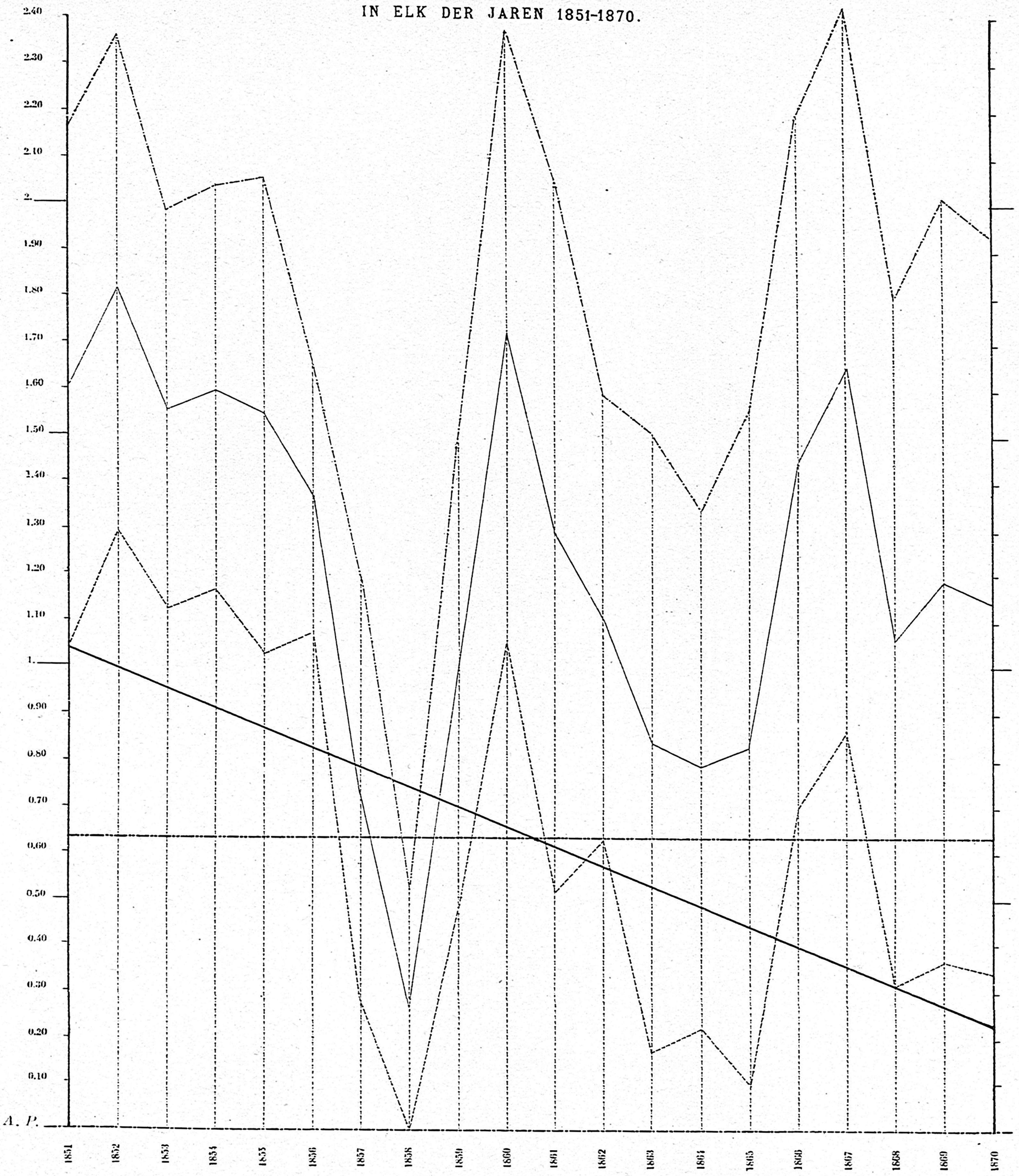
IN ELK DER



Typo-Autographie.

FIG. 8. VOORSTELLING VAN DE GEMIDDELDE WATERSTANDEN TE ROERMOND.

IN ELK DER JAREN 1851-1870.



Gedrukt bij Coenraads.

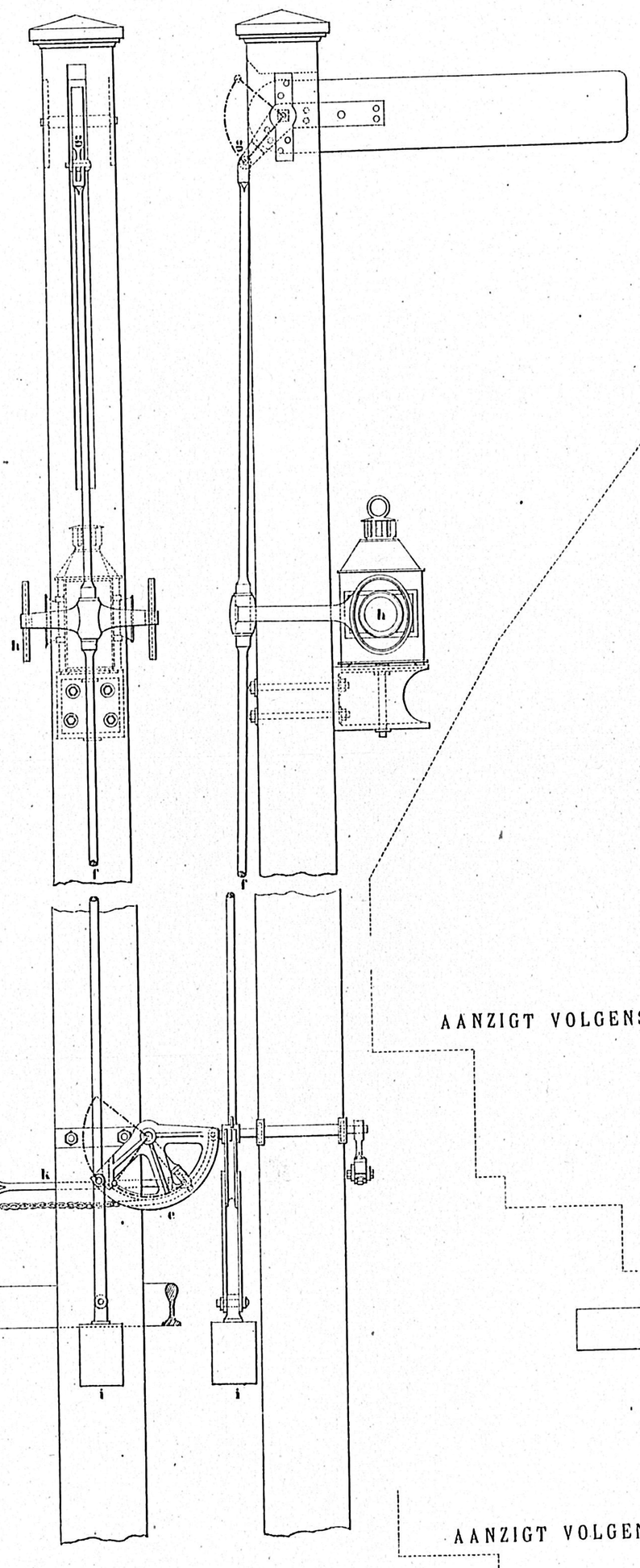
Typo-Autographie.

KON. INST. V. ING. TIJDSCHRIFT 1872-1873.

SEIN-TOESTEL.

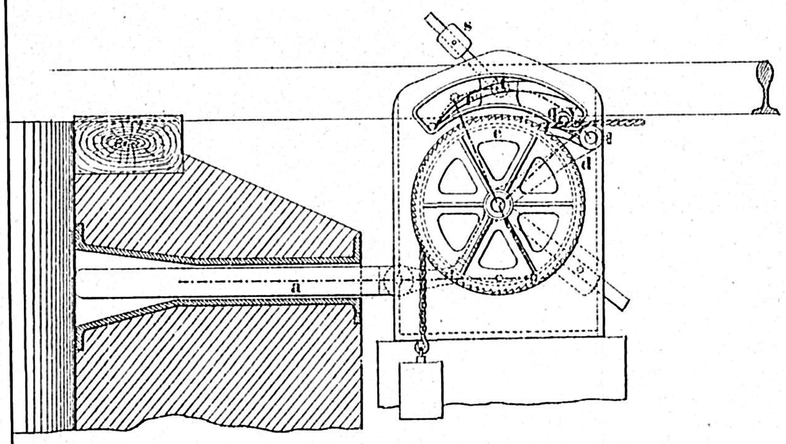
MET

KNALBALLEN.



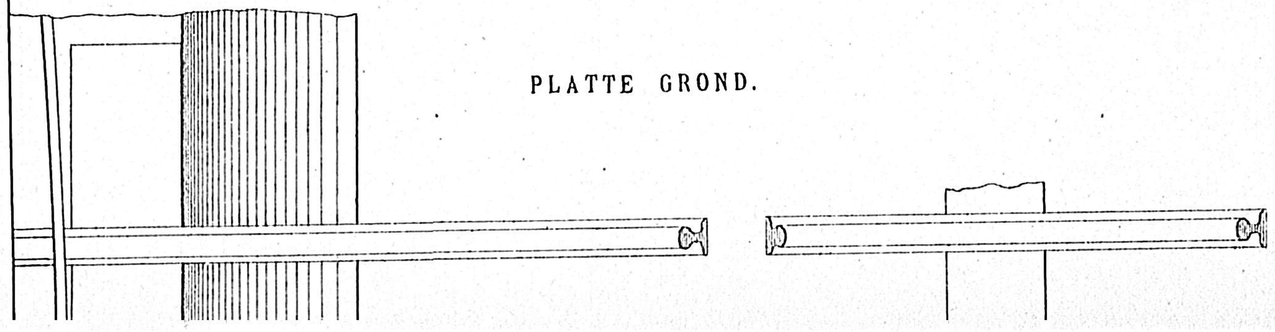
AANZIGT VOLGENS A. B.

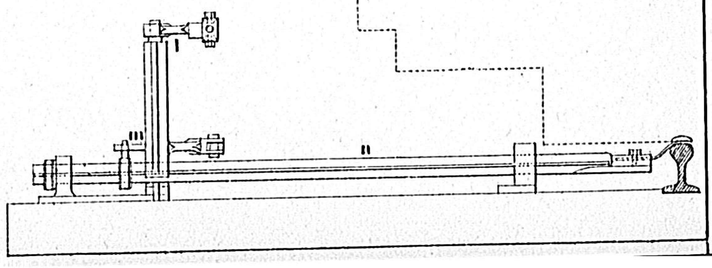
OPSTAND.



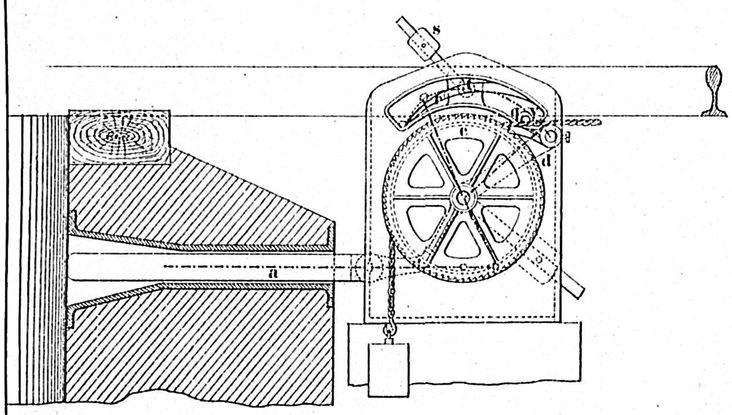
AANZIGT VOLGENS C. D.

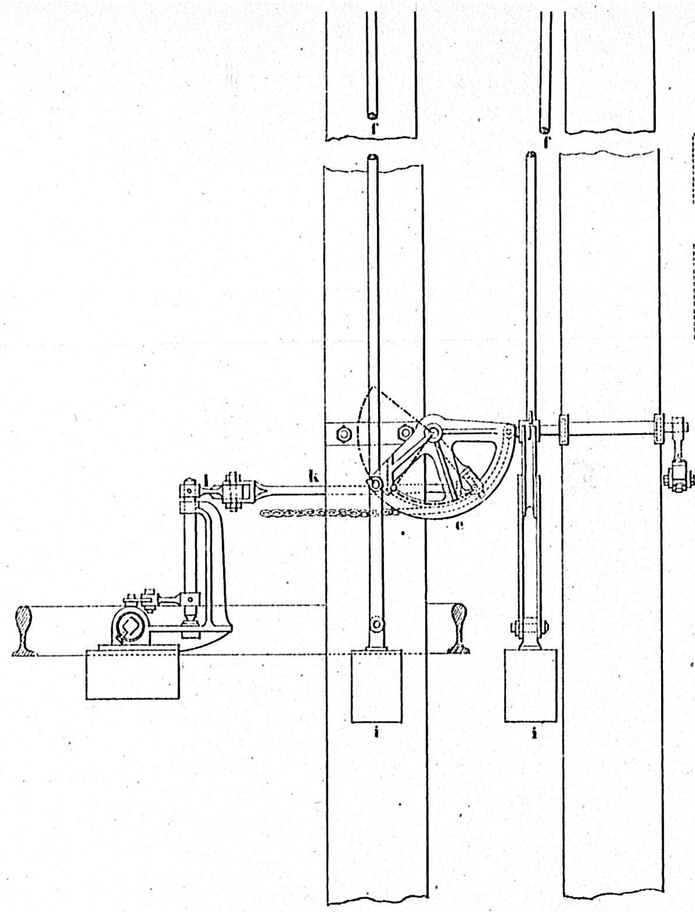
PLATTE GROND.





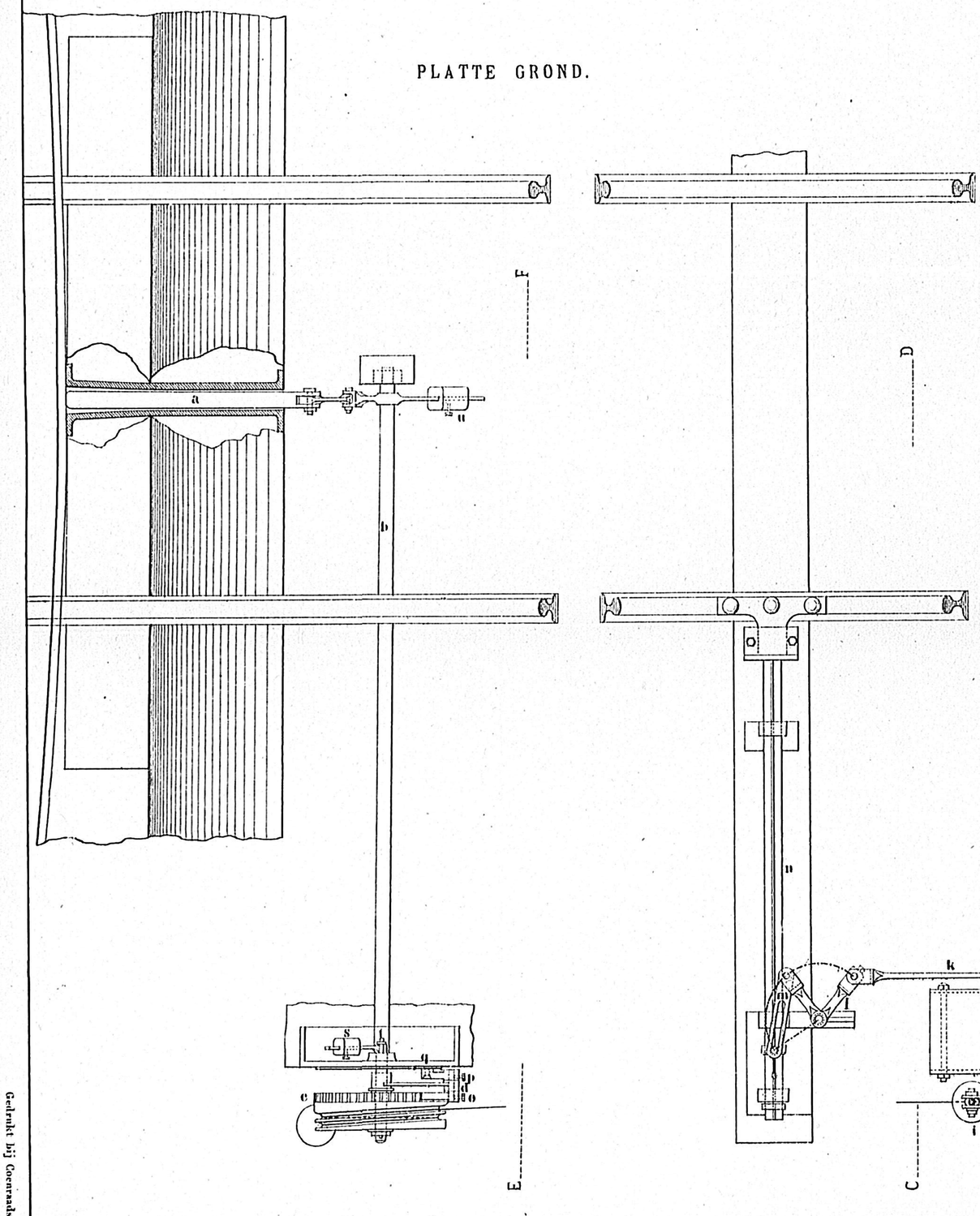
OPSTAND.



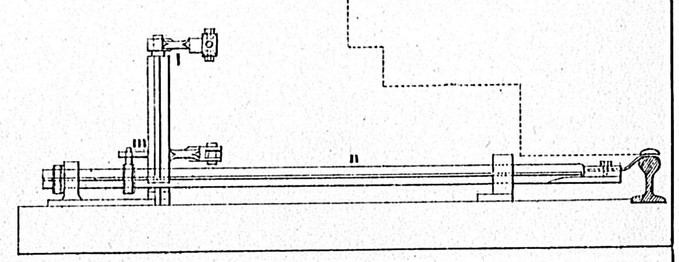


AANZIGT VOLGENS A. B.

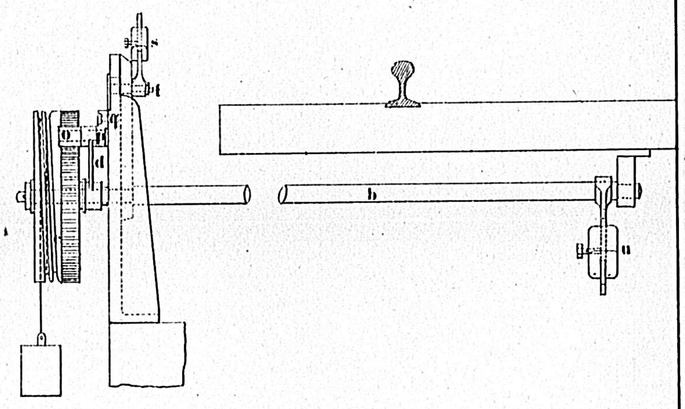
PLATTE GROND.



AANZIGT VOLGENS C. D.



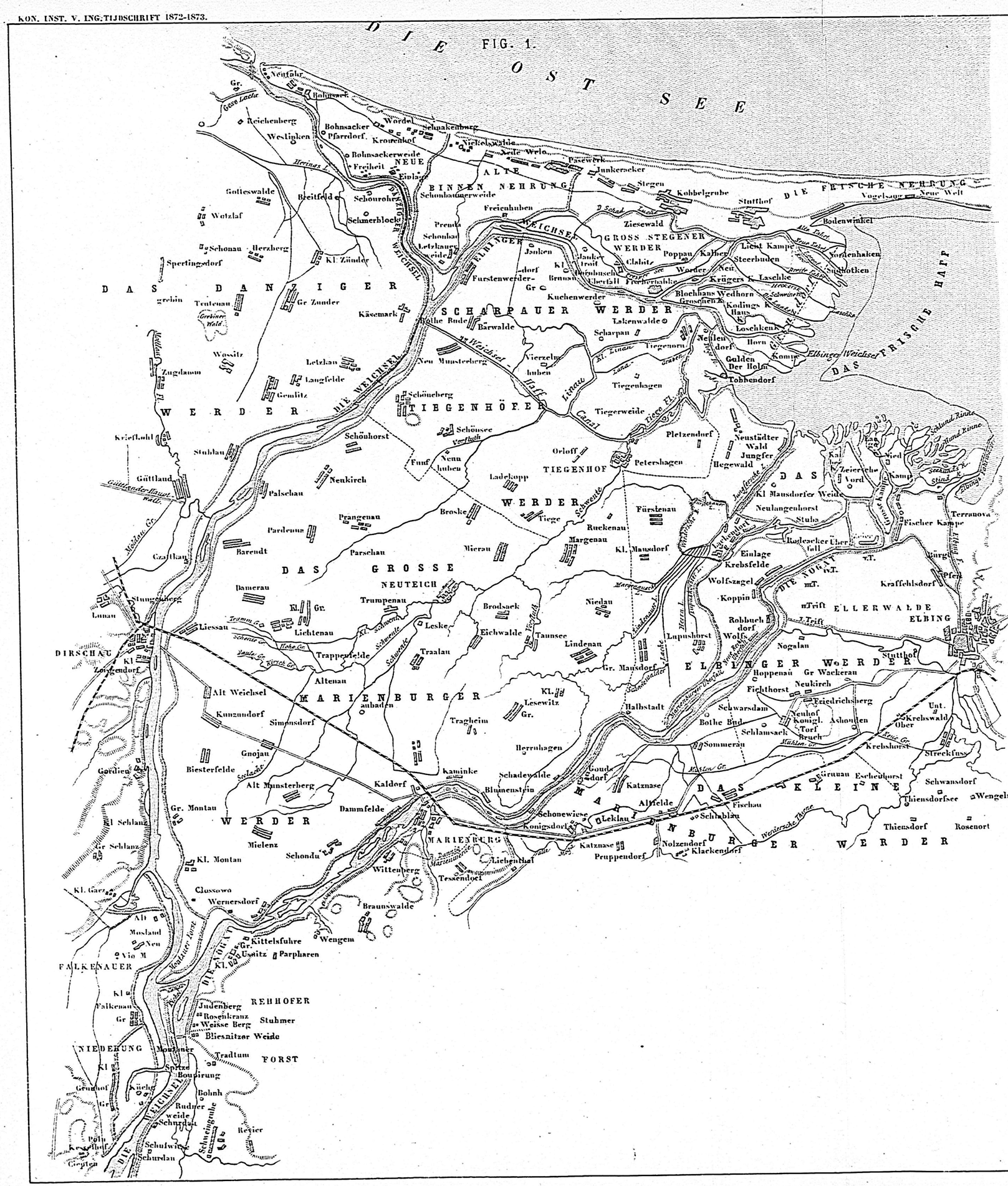
AANZIGT VOLGENS E. F.



SCHAAL I A. 20.

Gedrukt bij Coenraads.

FIG. 1.



IJSMIJNEN.

FIG. 2.

WATERSTAND IN DE WEICHSEL.

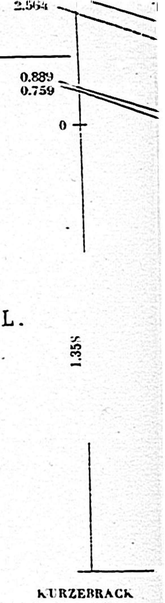
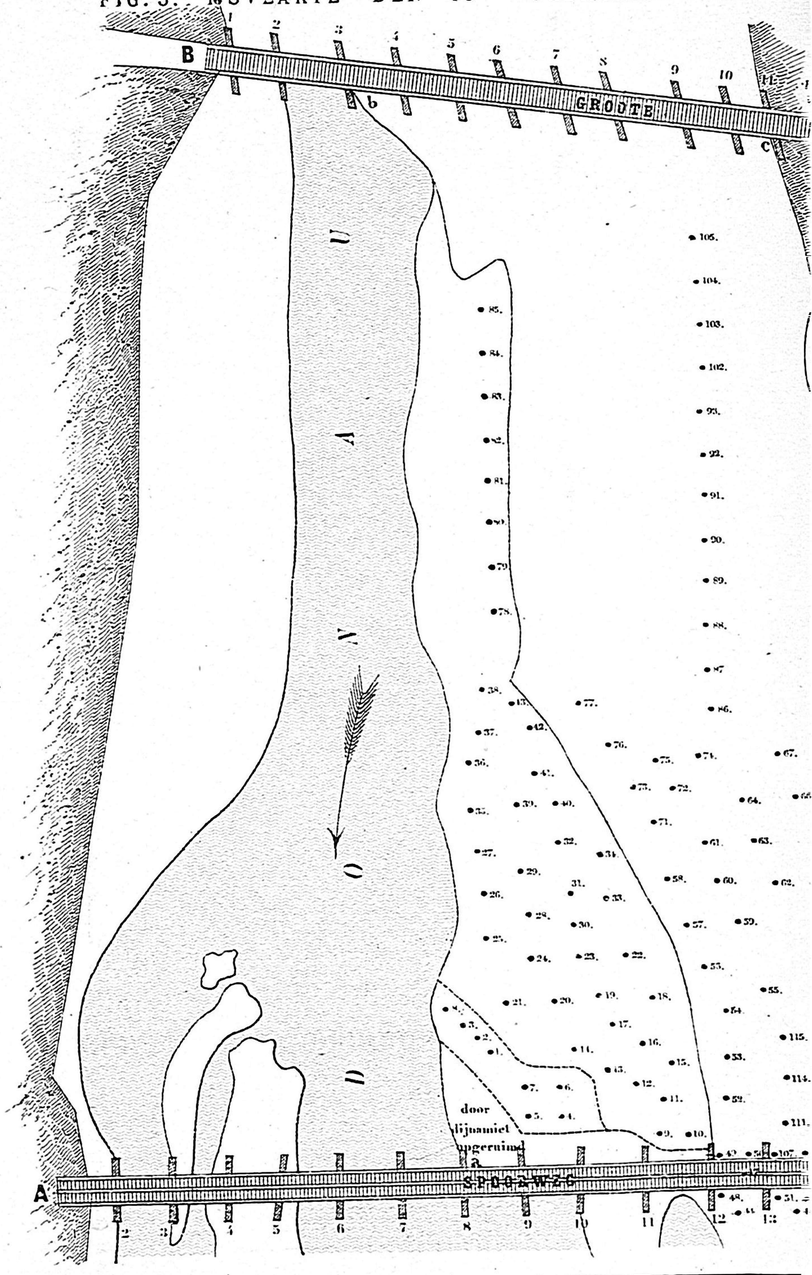


FIG. 3. IJSVLAKTE DEN 16 DEN FEBRUARIJ 1870.



Typo-Autographie.

IJSMIJNEN.

FIG. 2.

WATERSTAND IN DE WEICHSEL.

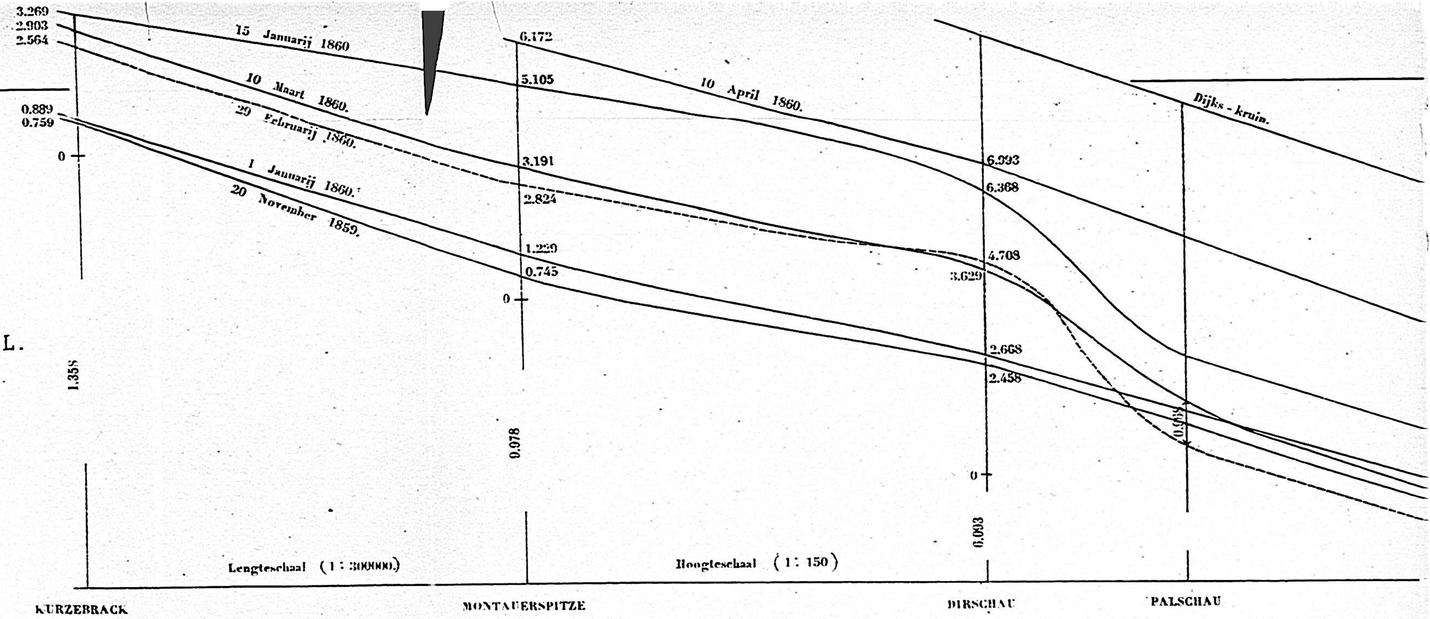


FIG. 3. IJSVLAKTE DEN 16 DEN FEBRUARIJ 1870. EN AANWIJZING DER MIJNGROEPERING.

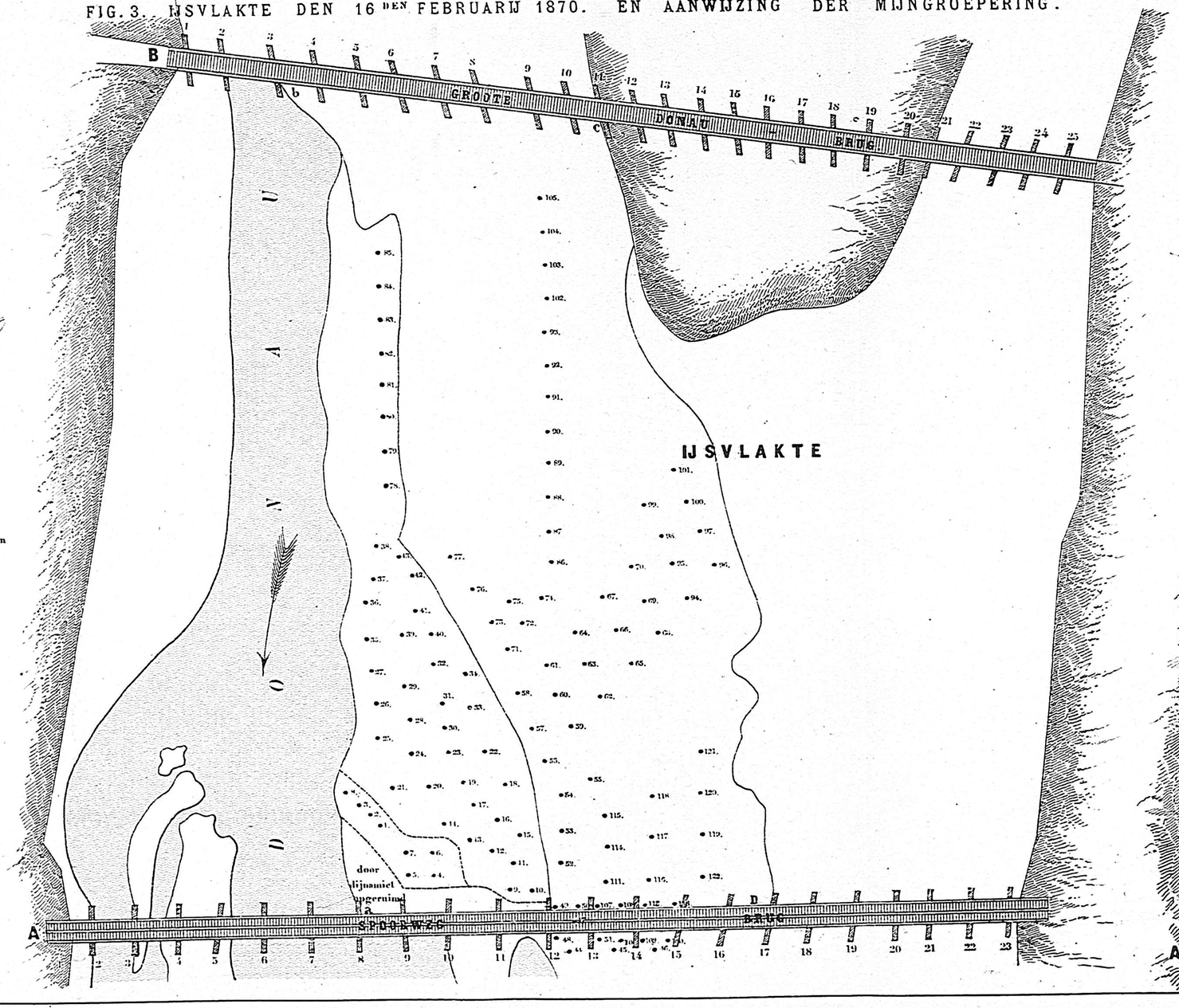
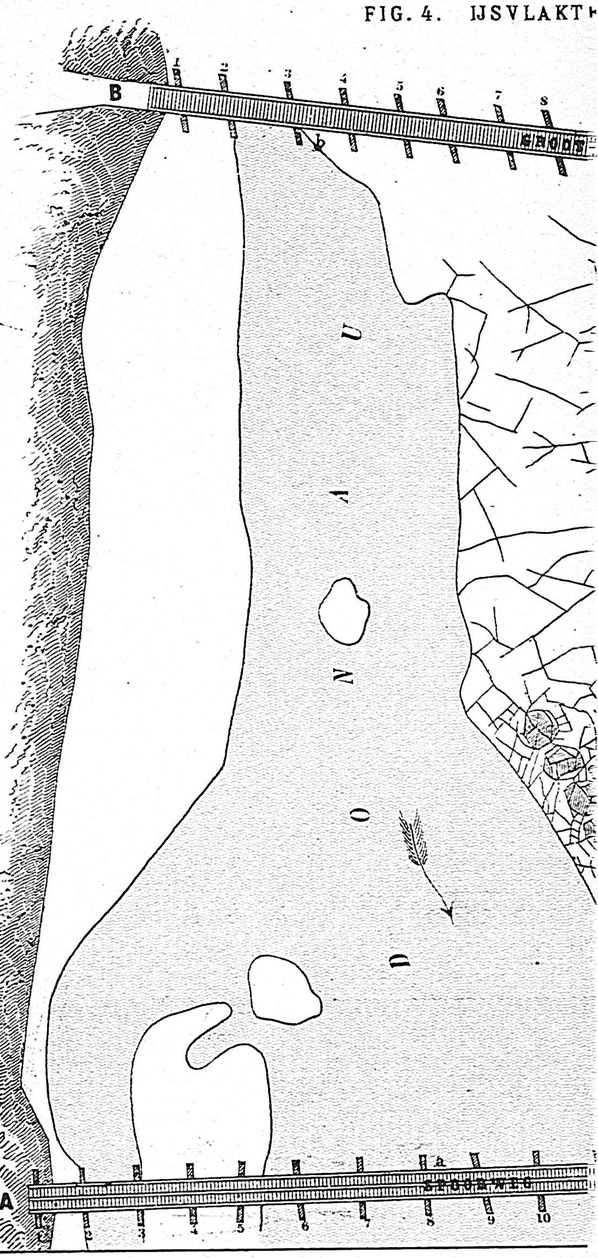
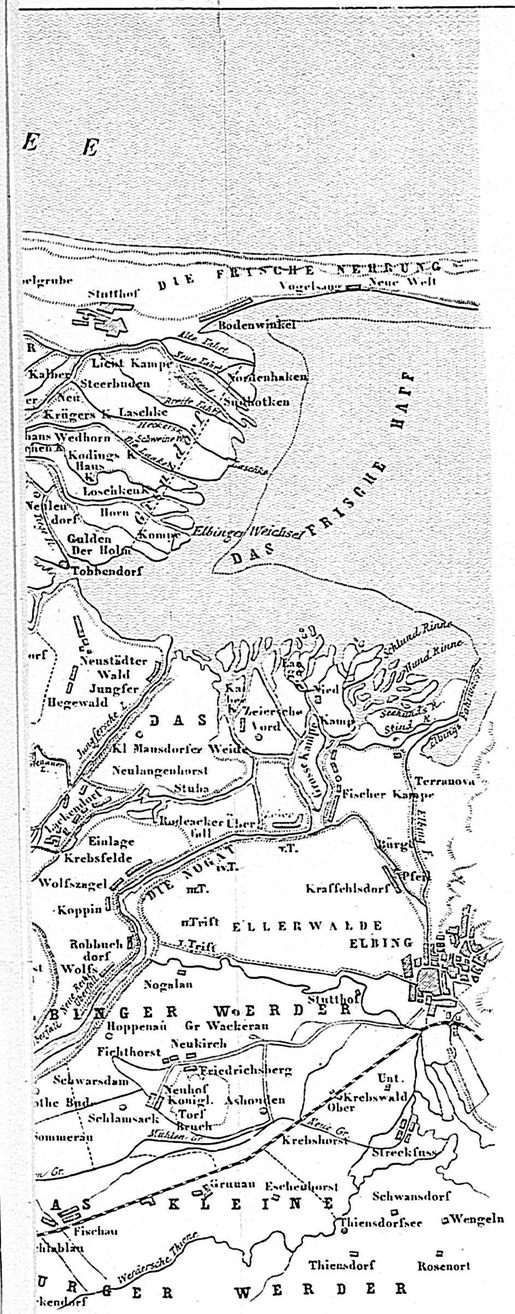
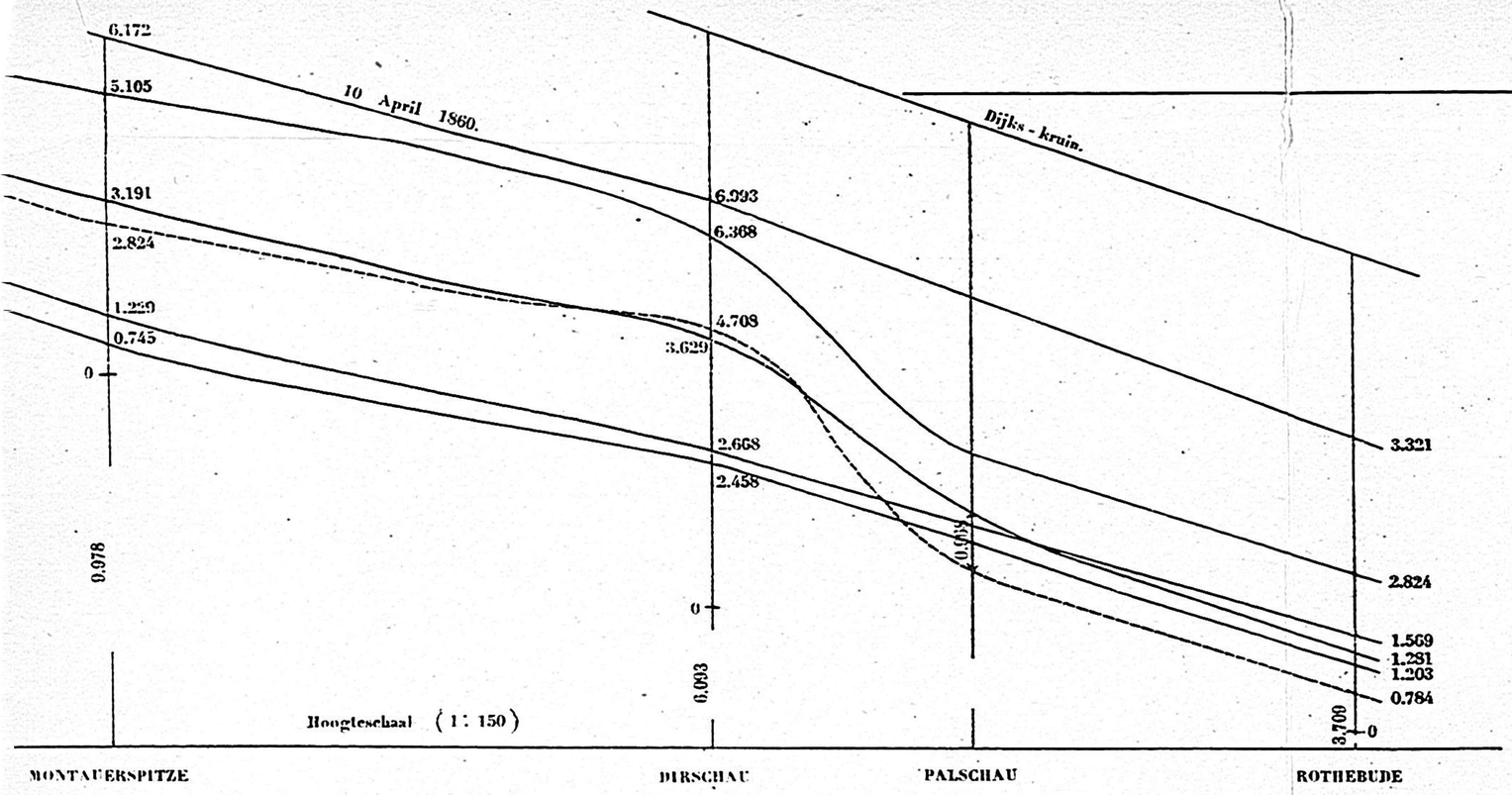


FIG. 4. IJSVLAKTE







MIJNGROEPERING.

FIG. 4. IJSVLAKTE DEN 18 DEN FEBRUARIJ 1870.

Gedrukt bij Coenraads.

GEREEDSCHAPPEN.

FIG. 1. MEETLAT.

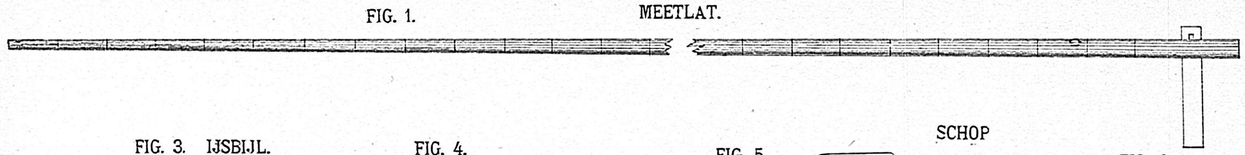


FIG. 2.



FIG. 3. IJSBIJL.

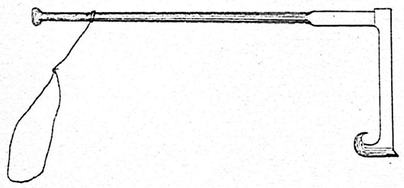


FIG. 4.



FIG. 5. SCHOP

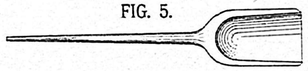


FIG. 6.



BREEKIJZER.



FIG. 8.



FIG. 7. WIG.



STOOT-BEITEL.

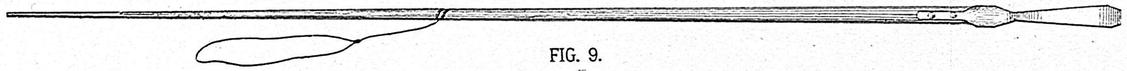


FIG. 9.

STOK MET HAAK.

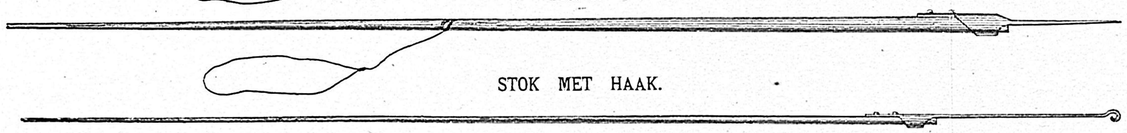


FIG. 10.a

DWARSLAT.

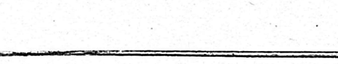
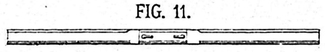


FIG. 11.



BOOTSHAAK.



FIG. 12.

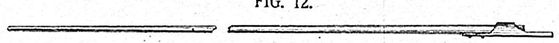


FIG. 10.b



SCHAAL 1:24.

PLAATIJZEREN MOORDSLAGEN VOOR LADINGEN VAN

FIG. 13 (0.467 K.G.)

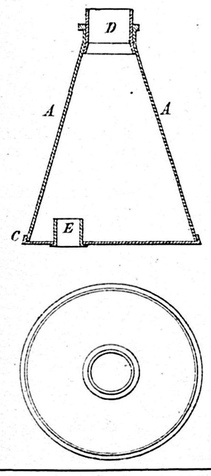


FIG. 14 (0.935 K.G.)

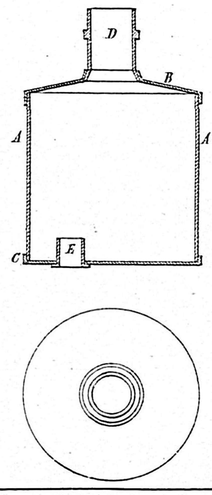


FIG. 15 (1.403 K.G.)

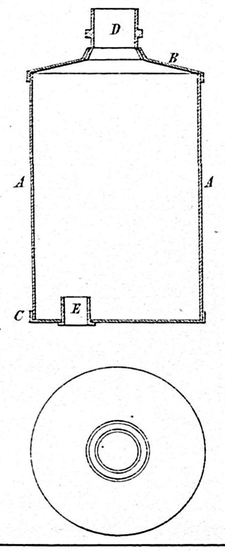
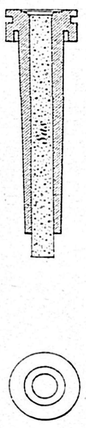


FIG. 16.

BUIS.



IJSMIJNEN.

FIG. 21.

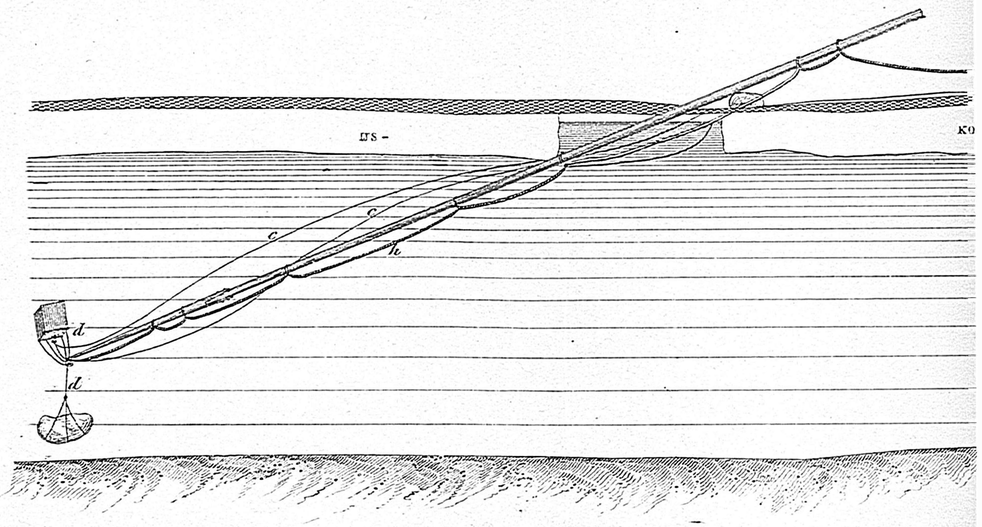


FIG. 17. BUSKRUIDKIST MET GRANAATBUIS.

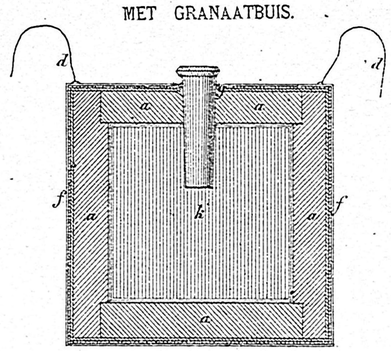


FIG. 19. BUSKRUIDKIST MET BICKFORDSCH KOORD.

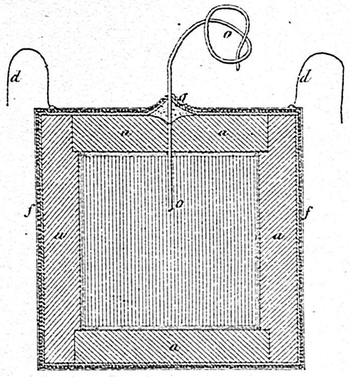


FIG. 18. BUSKRUIDKIST MET PATROON VOOR GALVANISCHE ONTSTEKING.

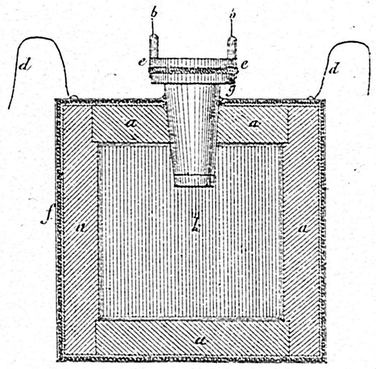
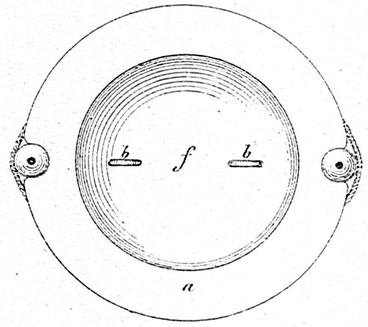


FIG. 23. PATROON VAN BOVEN GEZIEN.



Typo-Autographie.

FIG. 21.

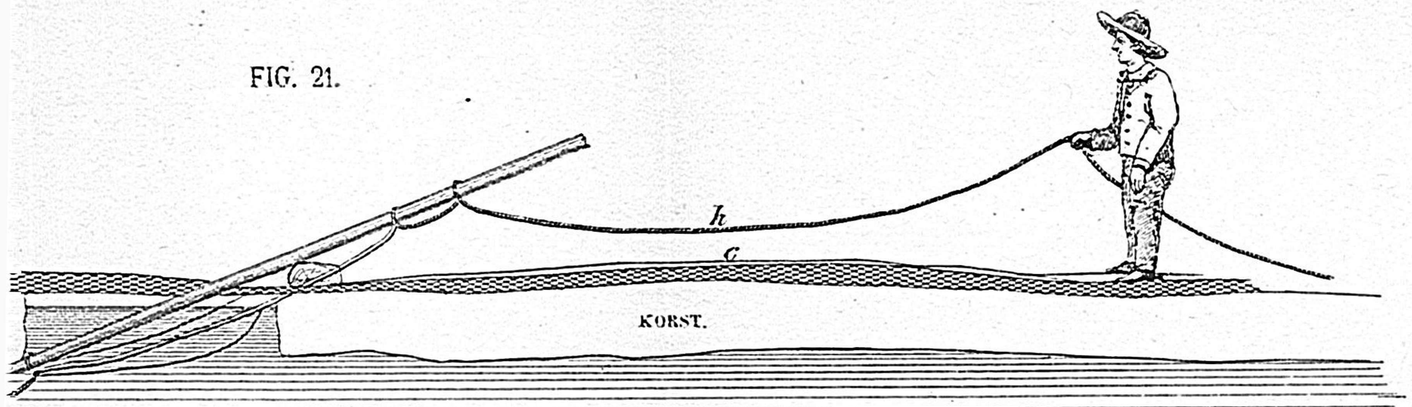


FIG. 19. BUSKRUIDKIST
MET BICKFORDSCH KOORD.

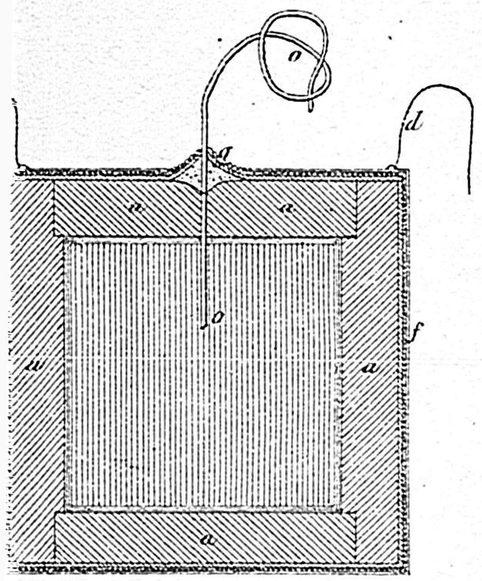


FIG. 23. PATROON
VAN BOVEN GEZIEN.

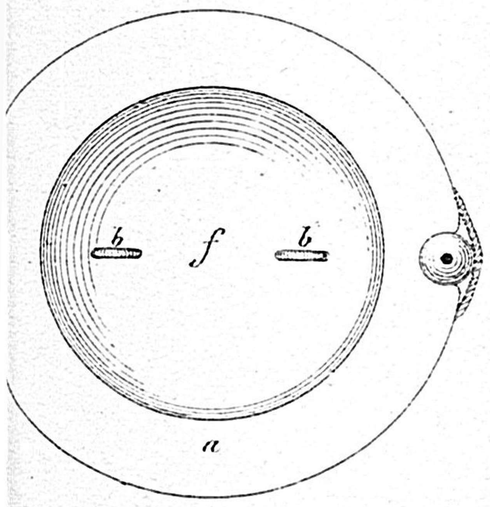
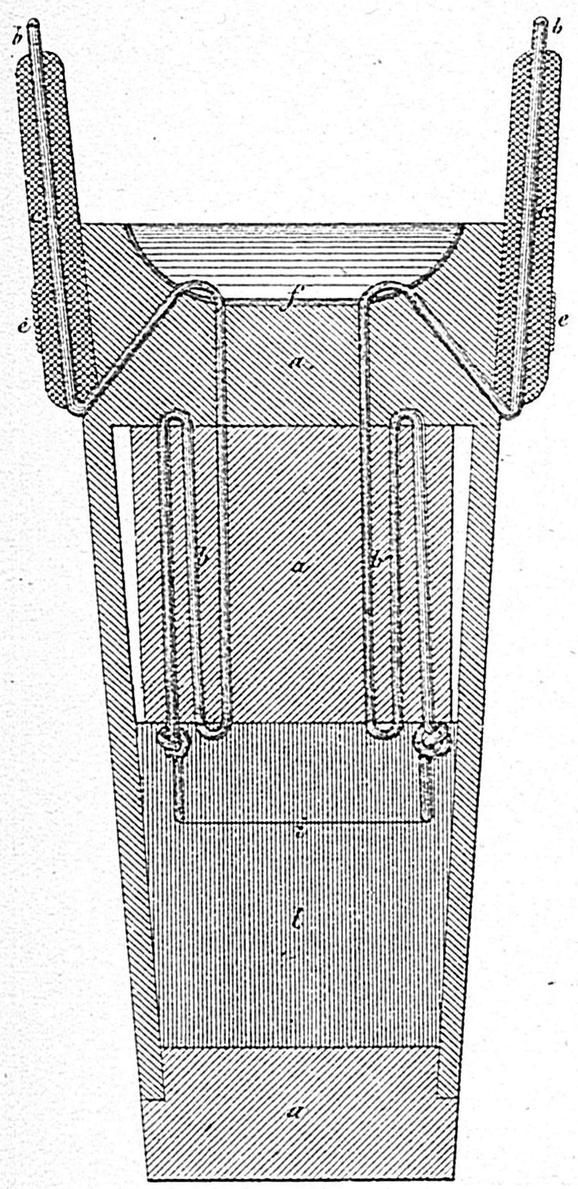


FIG. 13-16 SCHAAL (1.4.)
» 17-20 » (1.5.)
» 21 » (1.60.)
» 22-25 » (1.1.)

FIG. 22. PATROON.



GRANAATBUIS.

FIG. 24. OPSTAND.

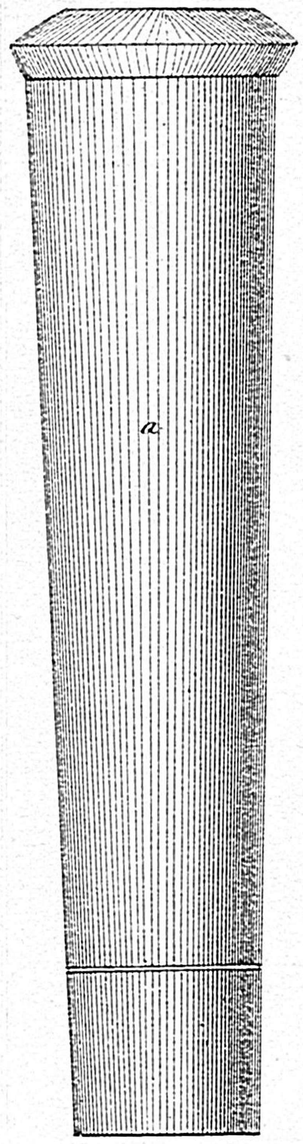


FIG. 25. DOORSNEDE.

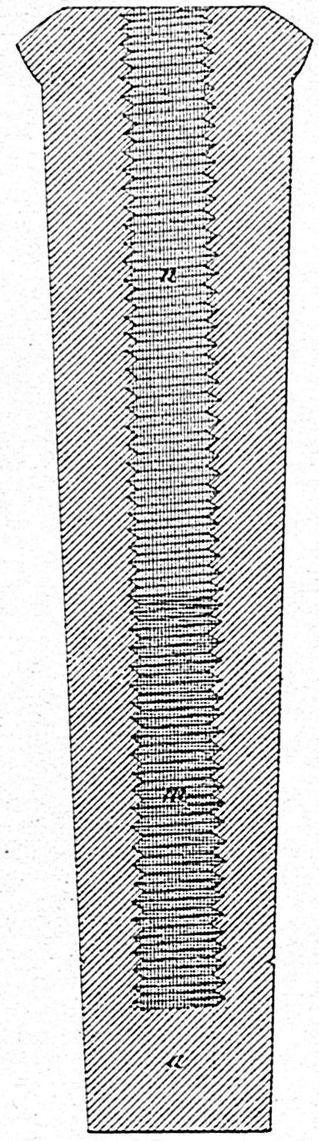
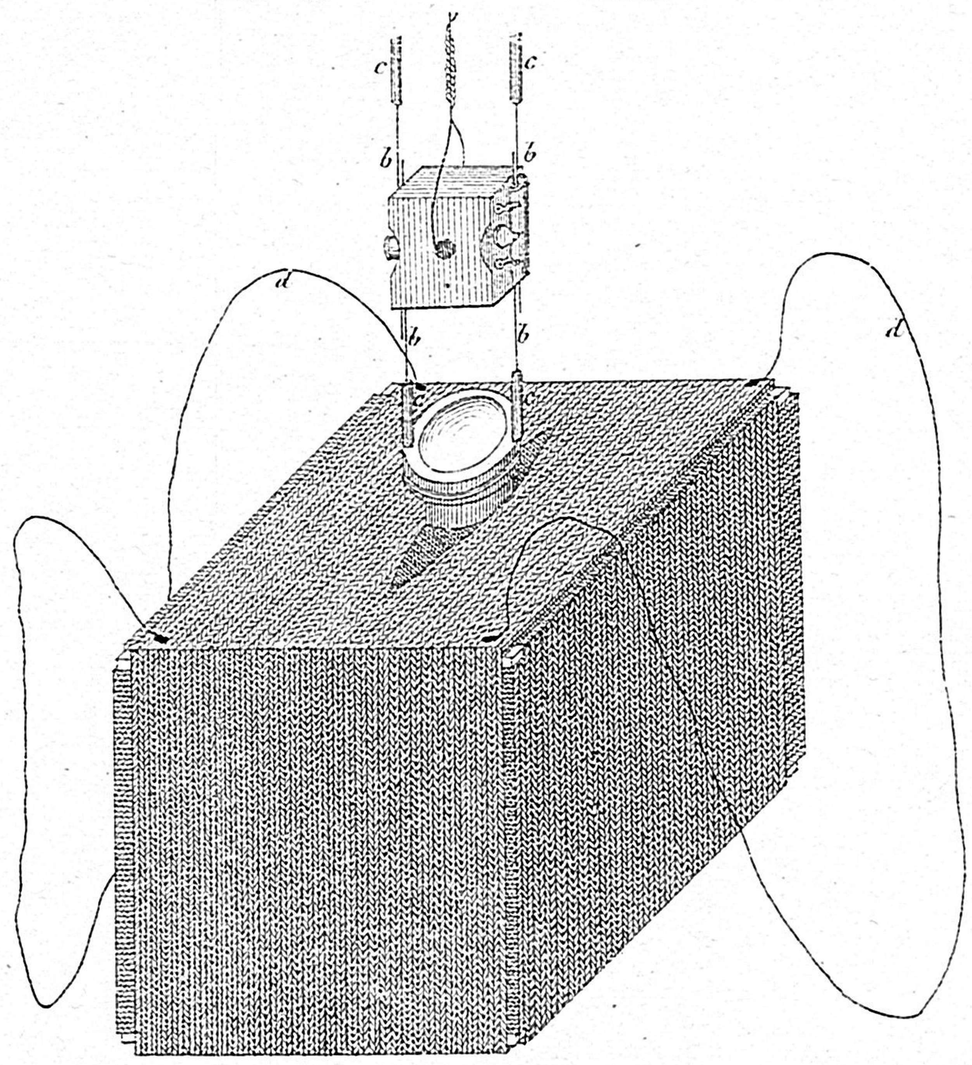


FIG. 20. BUSKRUIDKIST
MET PATROON EN SLUITING
VOOR GALVANISCHE ONTSTEKING.



Gedrukt bij Gebroeders.

NIEUWE

FIG. 1.

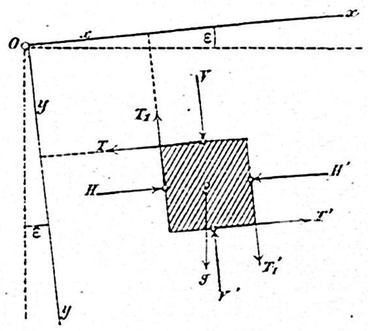


FIG. 2.

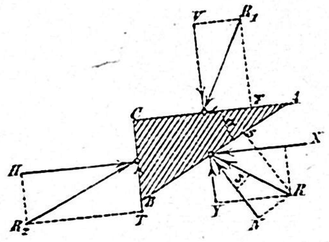


FIG. 3.

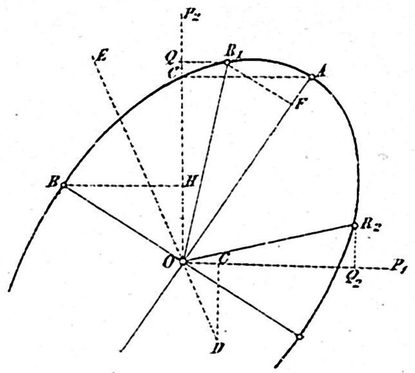


FIG. 4.

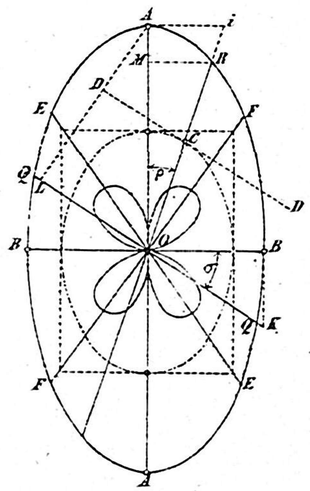


FIG. 5.

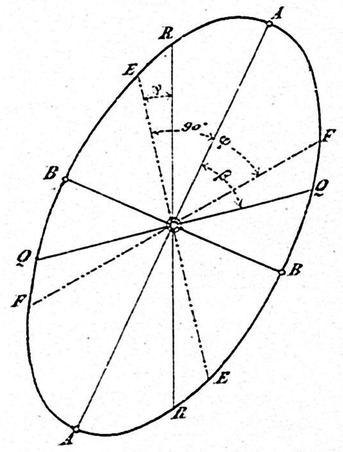


FIG. 6.

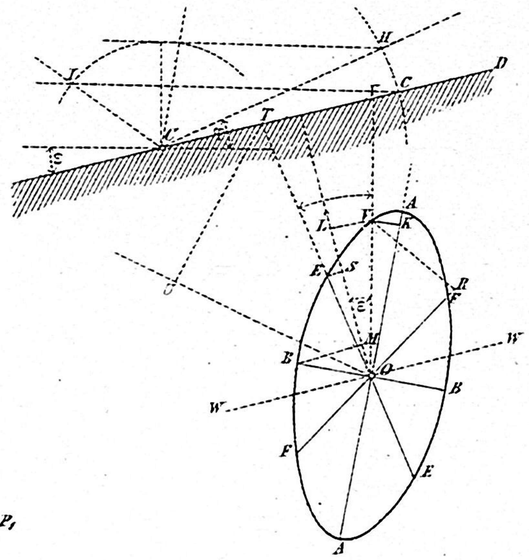


FIG. 8.

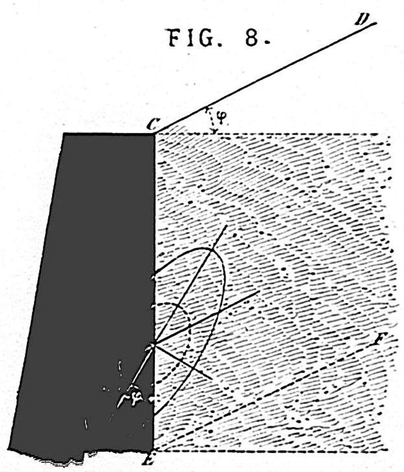


FIG. 10.

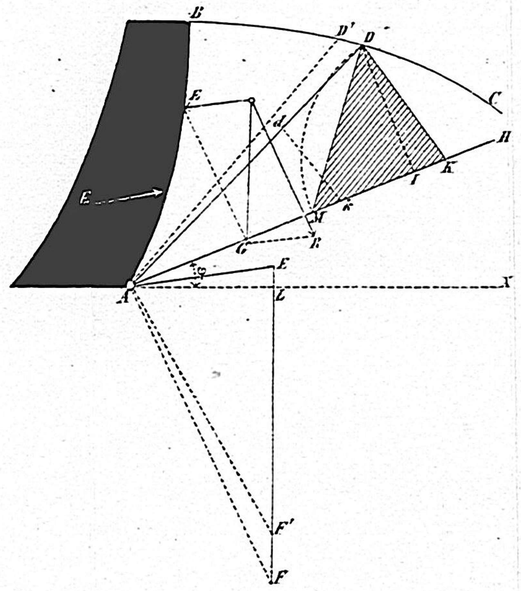


FIG. 11.

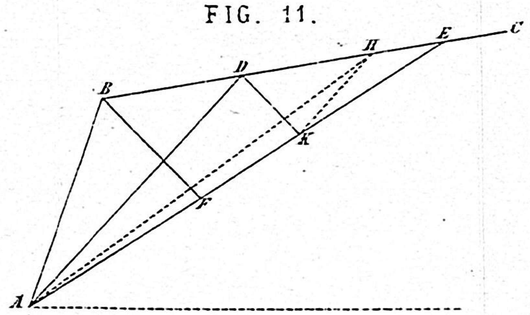


FIG. 7.

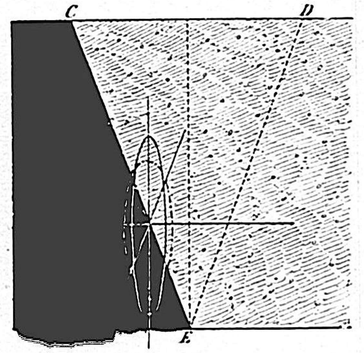


FIG. 9.

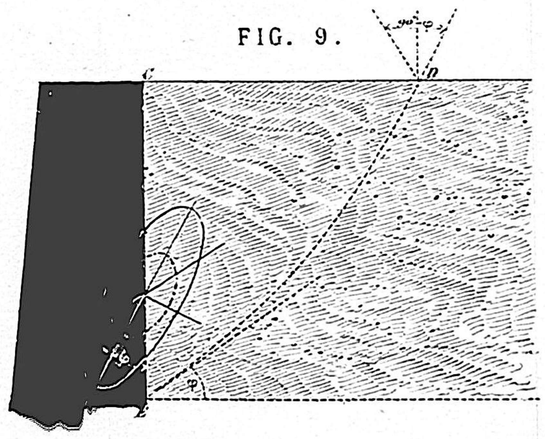


FIG. 12.

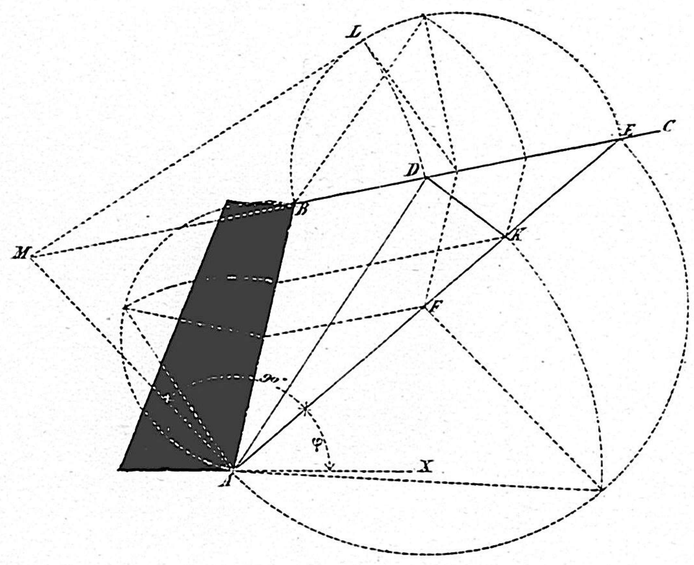


FIG. 14.

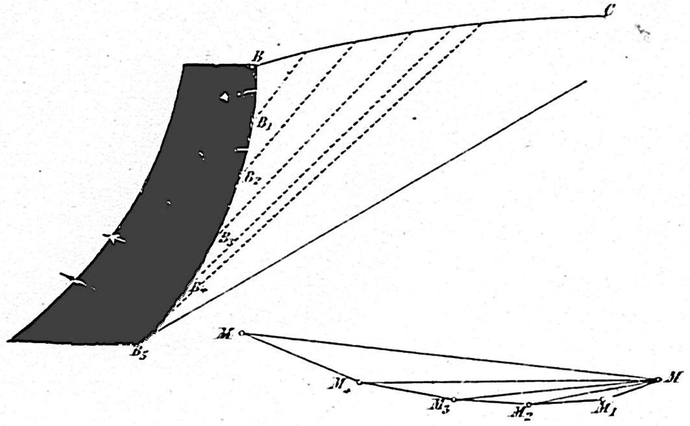


FIG. 13.

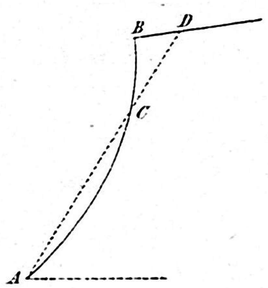


FIG. 15.

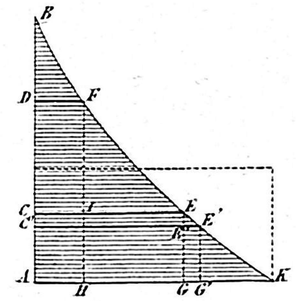
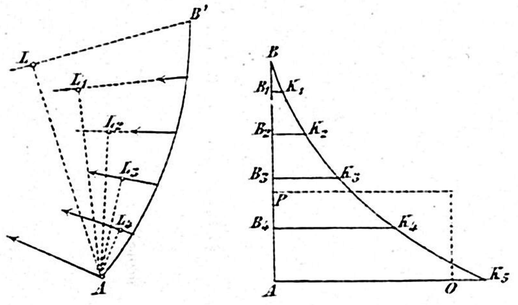


FIG. 16



THEORIE DER AARDDRUKKING.

FIG. 17.

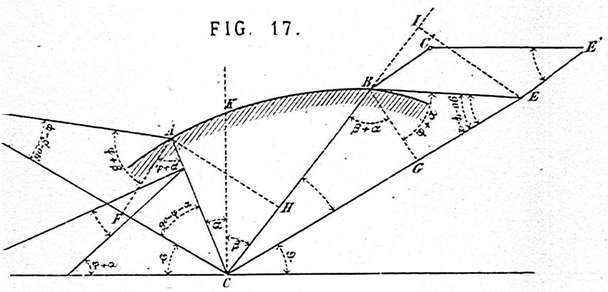


FIG. 18.

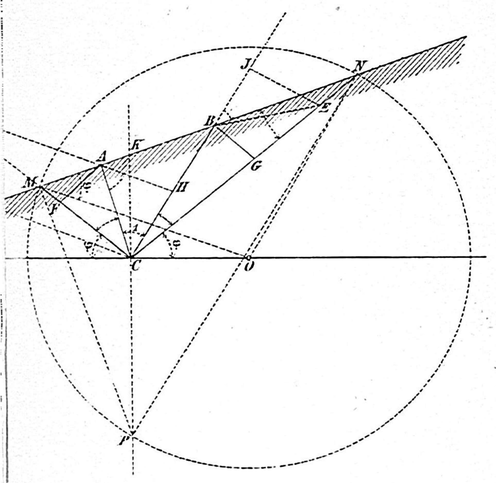


FIG. 19.

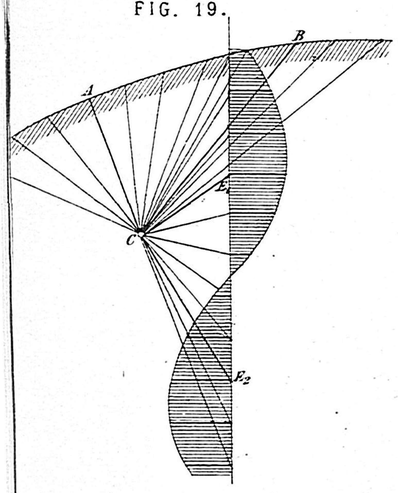
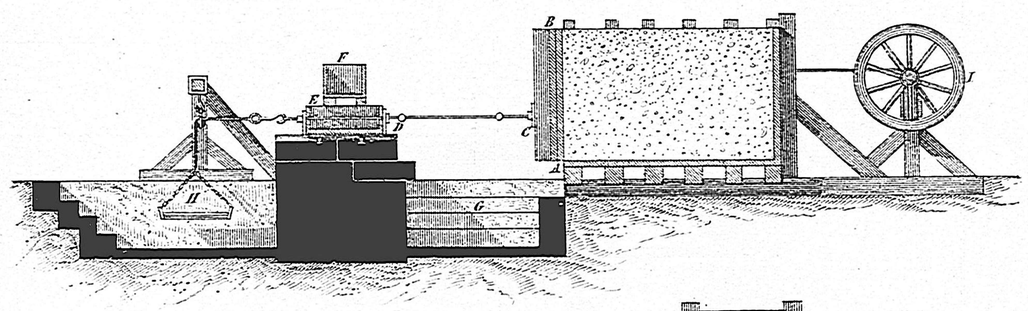
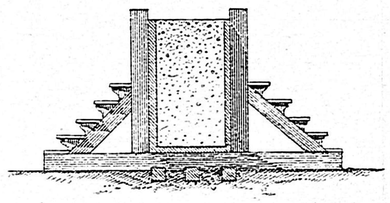


FIG. 20.





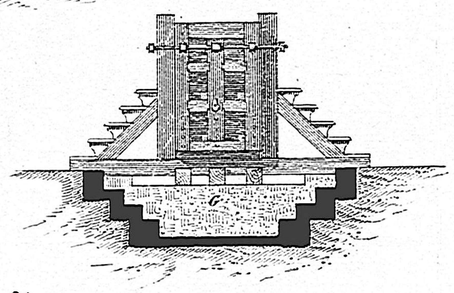


FIG. 26.

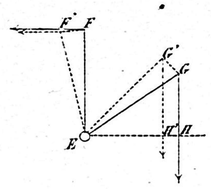


FIG. 21.

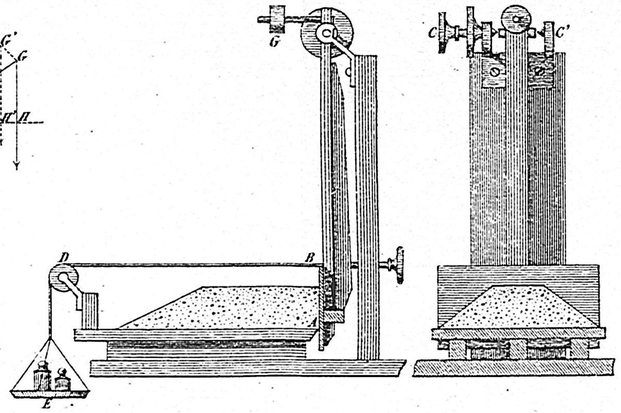


FIG. 27.

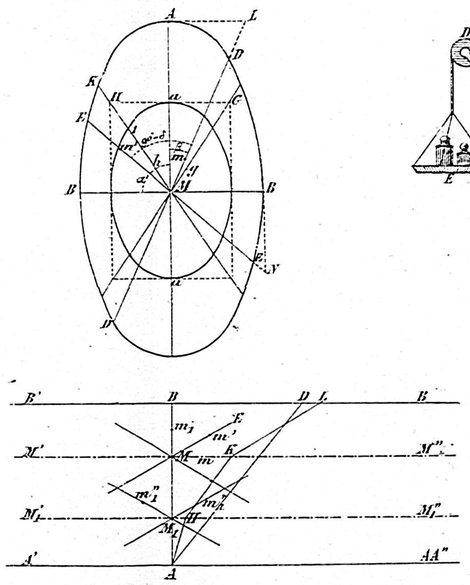


FIG. 22.

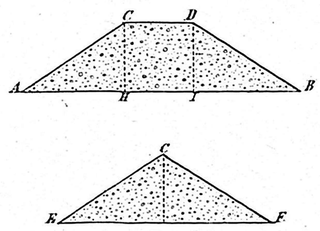


FIG. 23.
$\frac{1}{40}$.

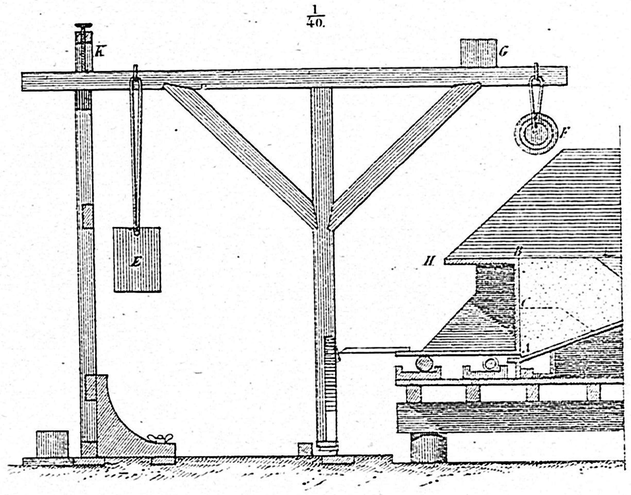


FIG. 24.
$\frac{1}{20}$.

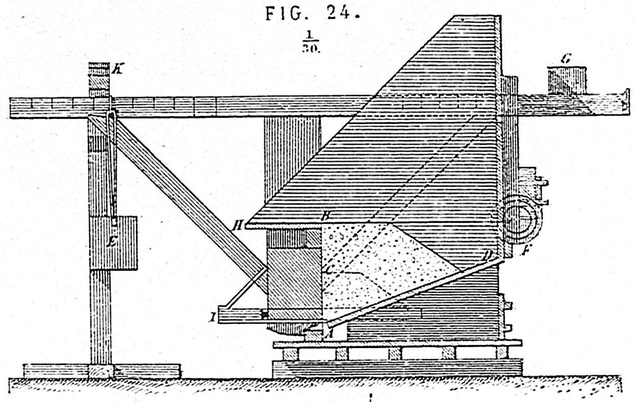
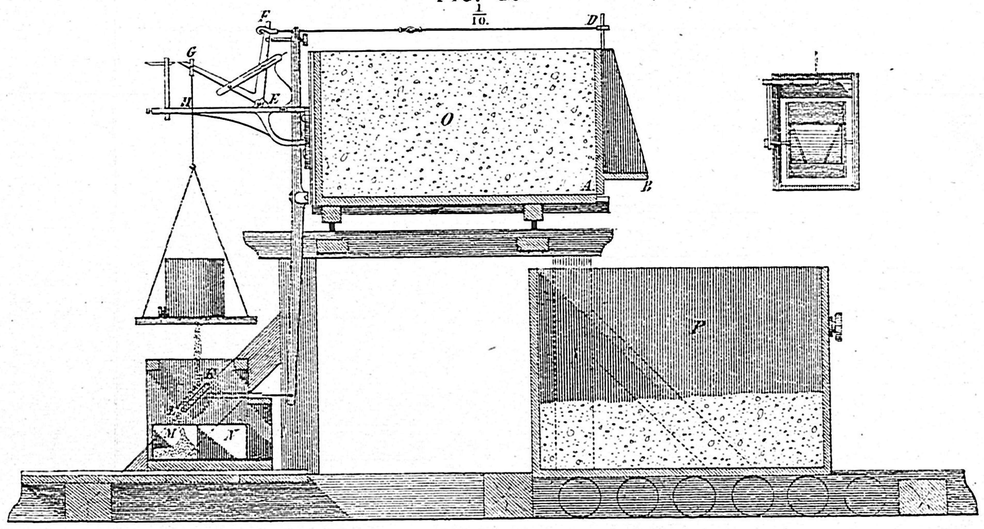


FIG. 25.
$\frac{1}{10}$.



Gedrukt bij Gorinchem.

HAVENS DER MIDDELLANDSCHE ZEE.

FIG. 1. FIG. 1. LAGUNEN VAN VENETIE.

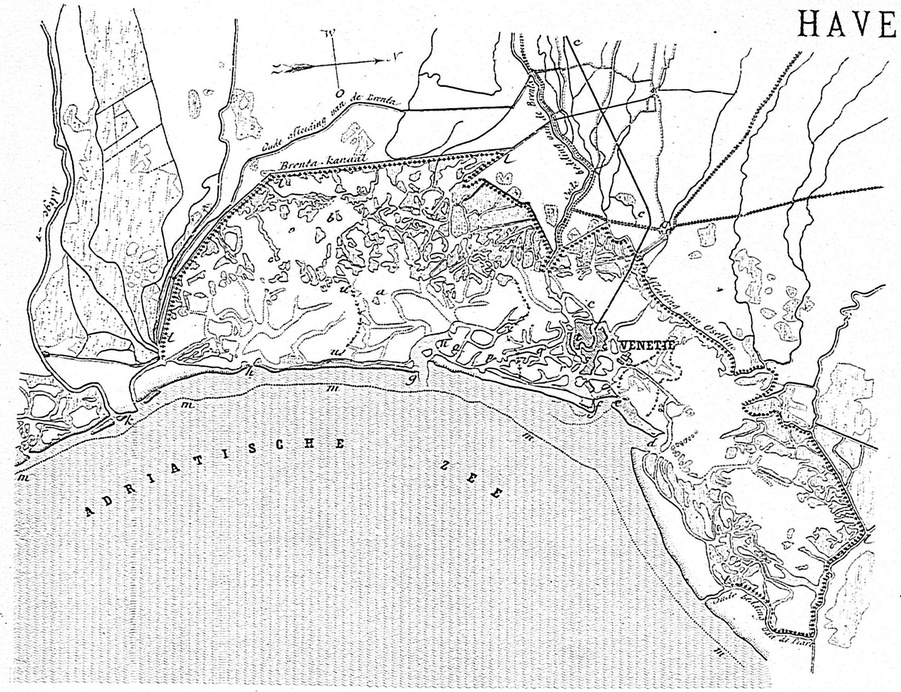


FIG. 2. ZEEGAT VAN MALAMOCCO.

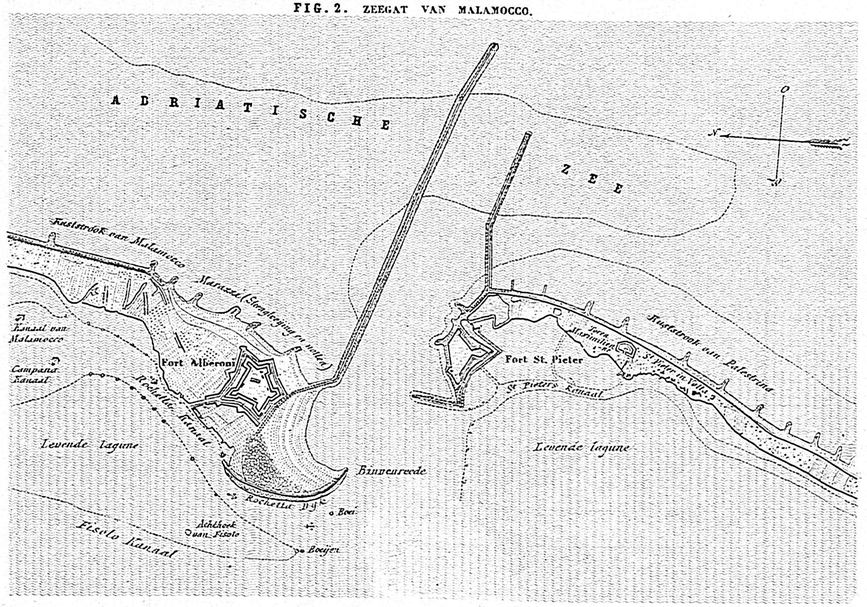


FIG. 5. HAVEN VAN LIVORNO.

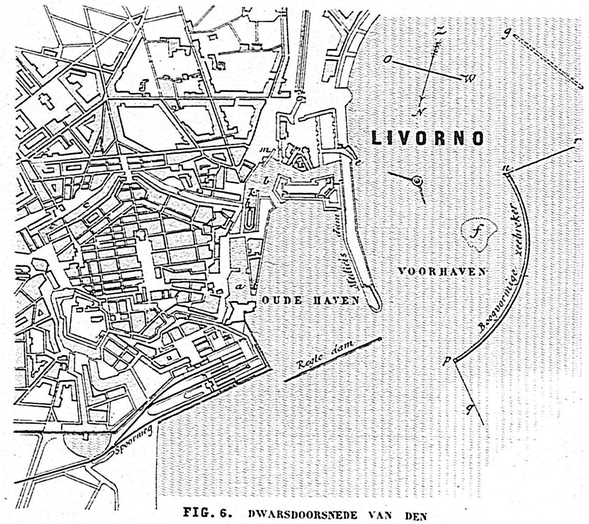


FIG. 6. DWARSDOORSNEDE VAN DEN ZEEBREKER TE LIVORNO.

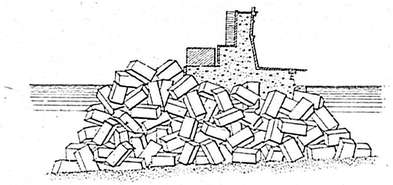


FIG. 7. GOLF VAN SPEZZIA.

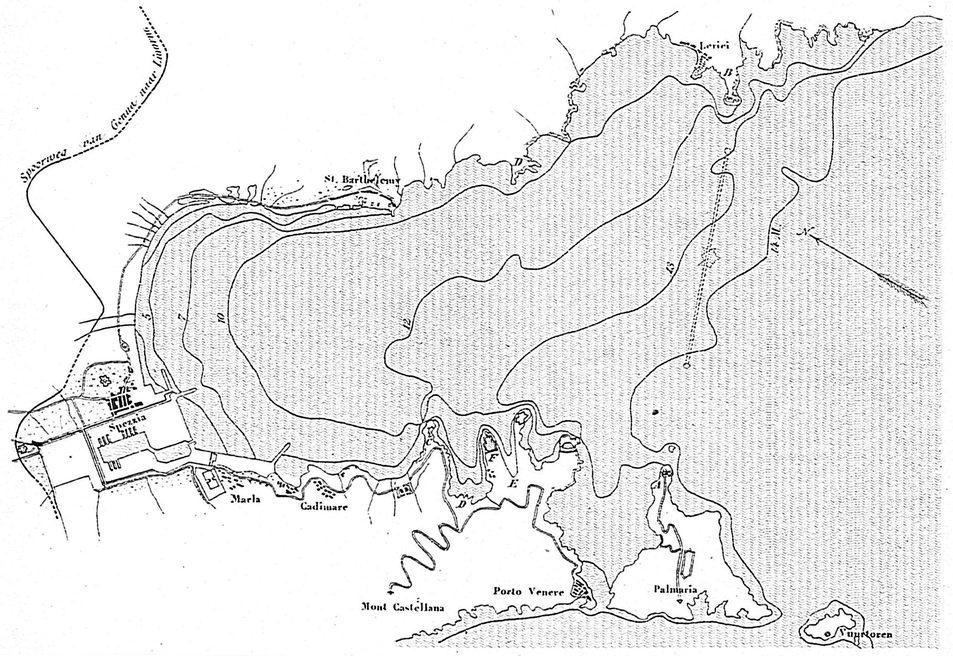


FIG. 3. NOORDELIJKE DIJK VAN MALAMOCCO.

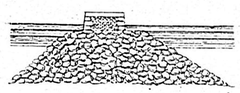


FIG. 4. NORMAAL PROFIL DER KANALEN IN DE LAGUNEN VAN VENETIE.



Schaal voor fig. 7 van 0.015 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 8 van 0.05 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 1 van 2.7 m. M. voor 1 k. M.

Schaal voor fig. 2 van 3 d. M. voor 1 k. M.

Schaal voor fig. 3 van 1.7 m. M. voor 1 M.

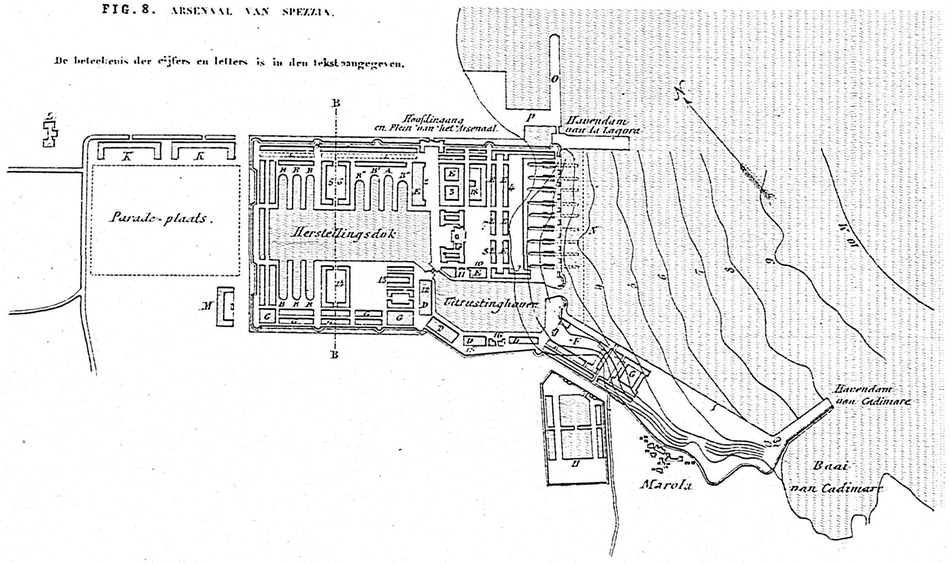
Schaal voor fig. 4 van 0.05 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 5 van 0.037 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 6 van 1.5 m. M. voor 1 M.

FIG. 8. ARSENAAL VAN SPEZZIA.

De beteekenis der cijfers en letters is in den tekst aangegeven.



Typo Autographie

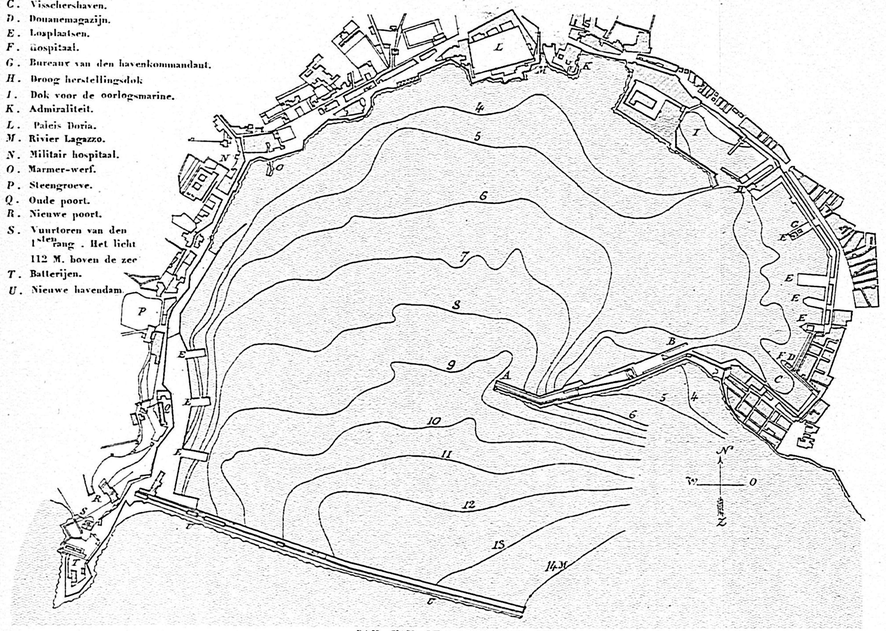
Gedrukt bij Coenraads.

HAVENS DER MIDDELLANDSCHE ZEE.

VERKLARING.

A. Oud havenhoofd en havenlicht van den 4den rang.
B. Helling voor het herstellen van schepen.
C. Visschershaven.
D. Douanemagazijn.
E. Losplaatsen.
F. Hospitaal.
G. Bureaux van den havenkommandant.
H. Droog herstellingsdok.
I. Dok voor de oorlogsmarine.
K. Admiraliteit.
L. Paleis Doria.
M. Rivier Lagazzo.
N. Militair hospitaal.
O. Marmer-werf.
P. Steengroeve.
Q. Oude poort.
R. Nieuwe poort.
S. Vuurtoren van den 1sten rang. Het licht 112 M. boven de zee.
T. Batterijen.
U. Nieuwe havendam.

FIG. 1. HAVEN VAN GENUA.



DAM VAN DE HAVEN VAN GENUA.

FIG. 2. OPSTAND VAN DE HAVENZIJDE.

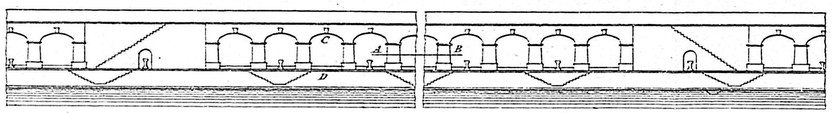


FIG. 3. HORIZONTALE DOORSNEDE OVER DE LIJN *AB*.

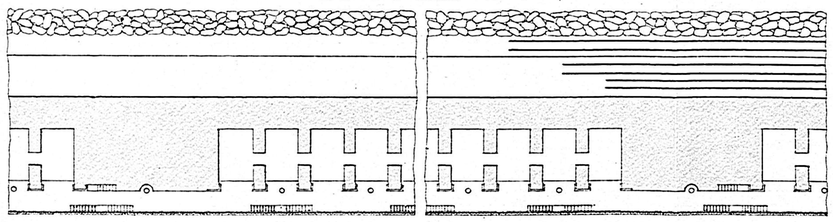


FIG. 4. DWARSDOORSNEDE VOLGENS DE LIJN *CD*.

E. Groote blokken zinksteen van de 1ste 2de 3de 4de 5de en 6de soort.
Kleine blokken zinksteen van de *F* 7de 8ste 9de 10de en 11de soort.

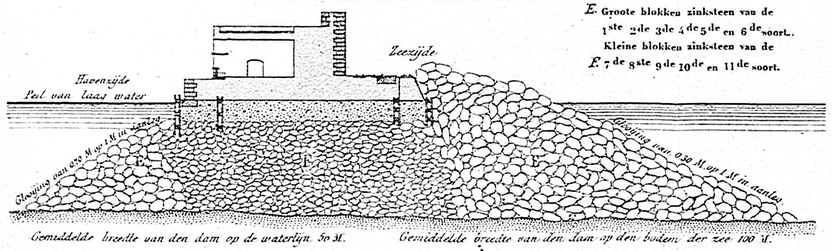


FIG. 5. HAVEN VAN TRIEST.

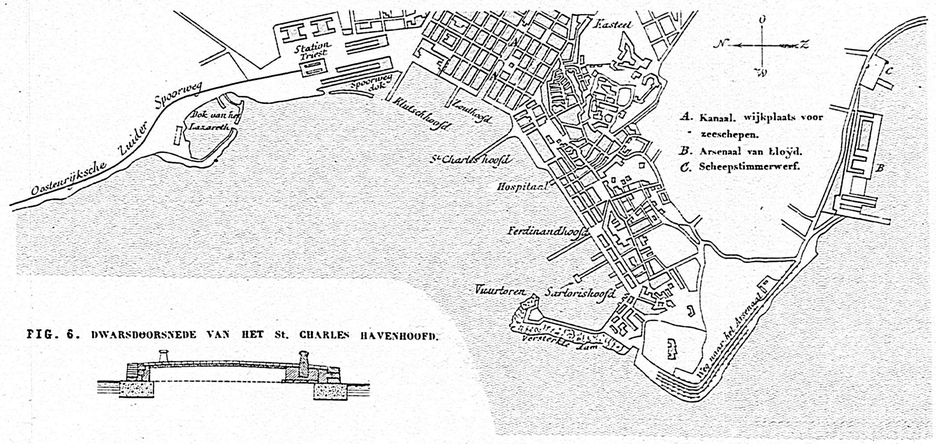


FIG. 6. DWARSDOORSNEDE VAN HET St. CHARLES HAVENHOOFD.

FIG. 7. PLATTE GROND VAN HET ARSENAAL VAN LLOYD BIJ TRIEST.

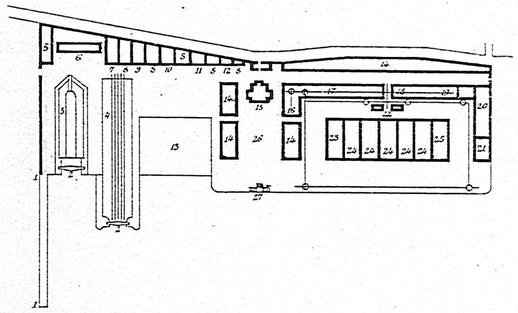


FIG. 8. HAVEN VAN ILE-ROUSSE.

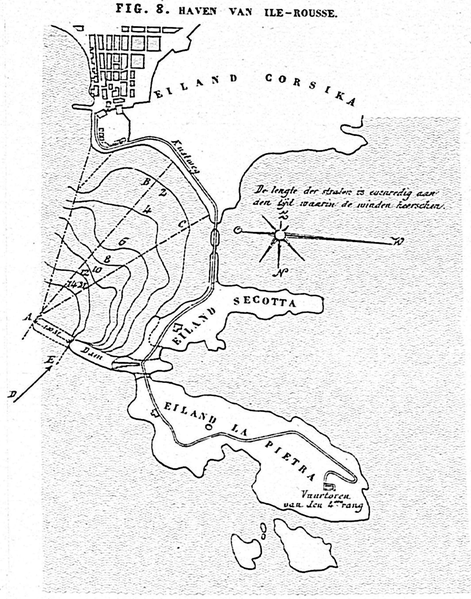


FIG. 9. DWARSPROFIL VAN DEN DAM VAN ILE-ROUSSE.

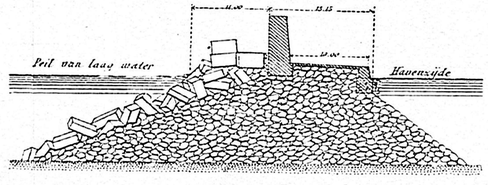
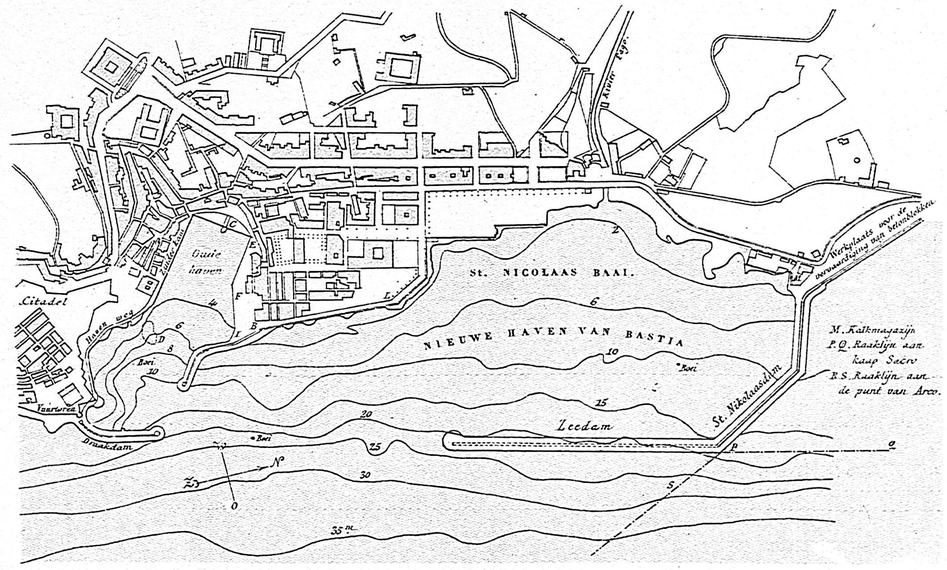


FIG. 10. HAVEN VAN BASTIA.



Schaal voor fig. 1 van 0,075 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 2 en 3 van 1,25 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 4 en 9 van 1,5 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 5 van 0,04 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 6 van 2 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 7 van 0,16 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 8 van 0,08 m. M. voor 1 M.
Schaal voor fig. 10 van 0,11 m. M. voor 1 M.

Typo-Autographie.
Gedrukt bij Coenraads.

HAVENS DER MIDDELLANDSCHE ZEE.

FIG. 1. DWARSPROFIL VAN DEN DRAAKDAM.

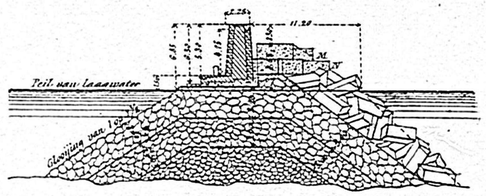


FIG. 2. OPSTAND VAN DEN SCHUTMUUR VAN DEN DRAAKDAM.

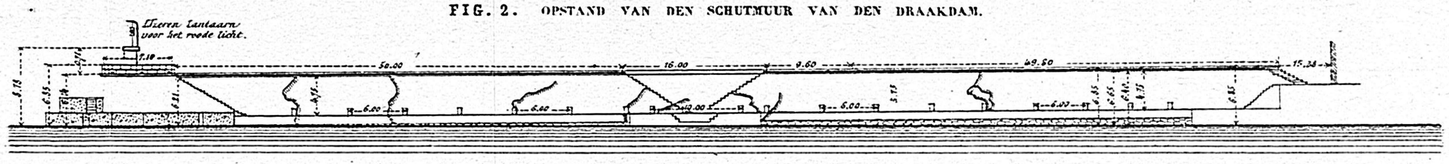


FIG. 3. PLATTE GROND VAN DEN DRAAKDAM.

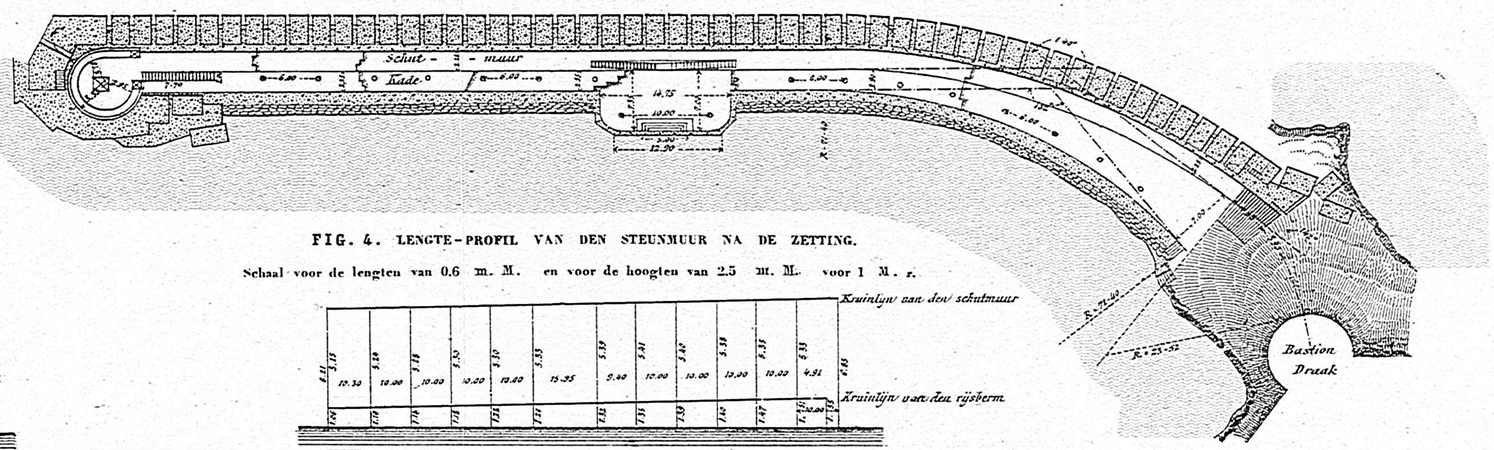
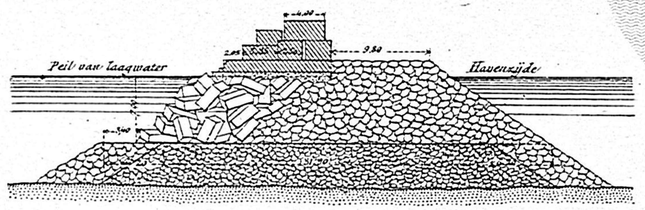


FIG. 4. LENGTE-PROFIL VAN DEN STEUNMUUR NA DE ZETTING.

Schaal voor de lengten van 0.6 m. M. en voor de hoogten van 2.5 m. M. voor 1 M. r.

FIG. 5. DWARSPROFIL VAN DEN St. NICOLAASDAM.



OPSTAND VAN DEN St. NICOLAASDAM.

FIG. 6. HAVENZIJDE.

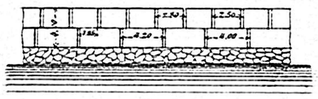
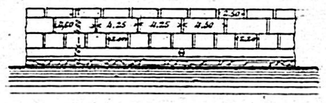


FIG. 7. ZEEZIJDE.



SCHEEPBRENGEN DER BETONBLOKKEN.

FIG. 8. LENGTE-DOORSNEDE VAN DEN WAGON.

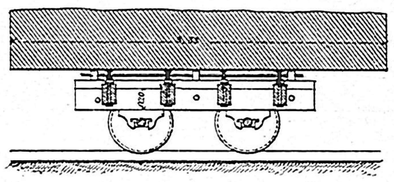


FIG. 9. OPSTAND VAN DEN WAGON.

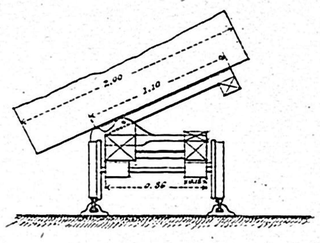


FIG. 10. OPSTAND VAN DE ACHTERZIJDE VAN DEN LEDIGEN PONTON.

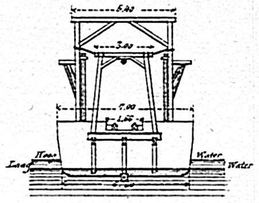
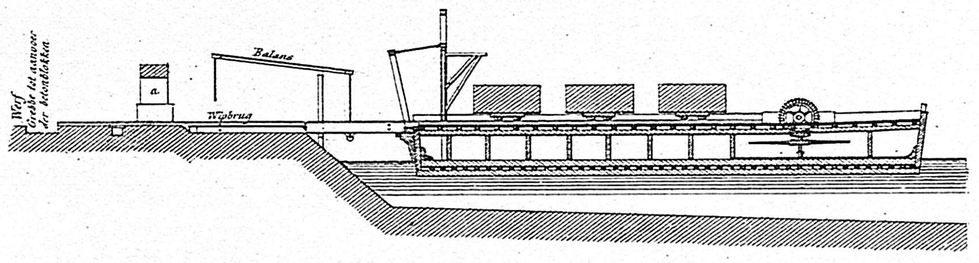


FIG. 11. LENGTE-DOORSNEDE VAN DEN BELADEN PONTON.



Schaal voor fig. 1 van 1.43 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 2 en 3 van 1.33 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 5. 6 en 7 van 1.5 m. M. voor 1 M.

Schaal voor fig. 8 en 9 van 2 d. M. voor 1 M..

Schaal voor fig. 10 en 11 van 3 m. M. voor 1 M.

IJZEREN BOVENBOUW VOOR SPOORWEGEN IN PRUISSEN.

FIG. 12. EENLEDIG STELSEL. (HARTWICH.)

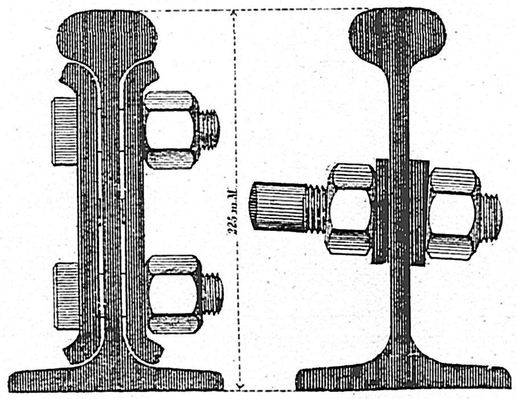


FIG. 13. TWEELEDIG STELSEL. (HILF.)

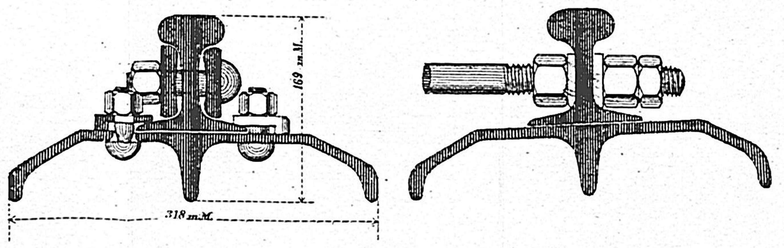
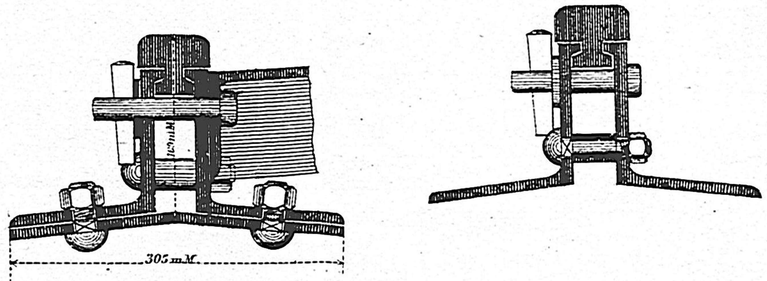


FIG. 14. DRIELEDIG STELSEL. (ROCHUSSEN.)



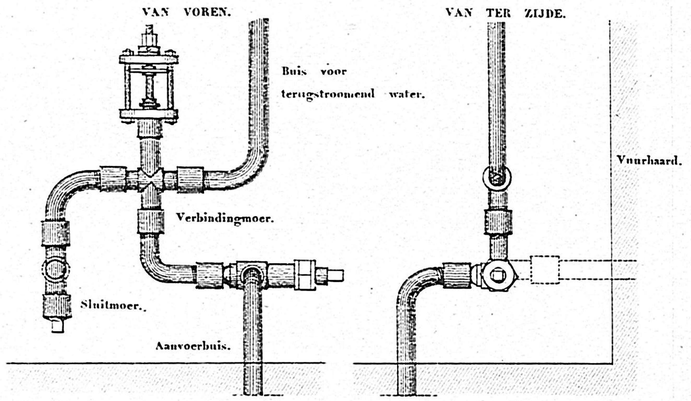
Typo-Autographie.

Gedrukt bij Coenraads.

GYMNASIUM ANDREANUM TE HILDESHEIM.

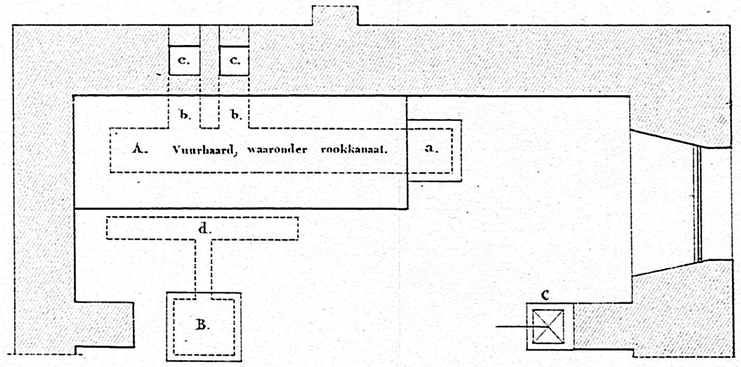
VUURHAARD VAN DEN VERWARMINGTOESTEL.

FIG. 2 EN 3.
AFSLUITKLEP.



Schaal voor de fig. 2 3 en 4.
0 2 4 6 8 10 dM.

FIG. 1.
PLATTE GROND VAN HET STOOKVERTREK.



Schaal voor fig. 1.
0 1 2 3 4 5M.

FIG. 4.
AFSLUITKLEP.
VAN TER ZIJDE.

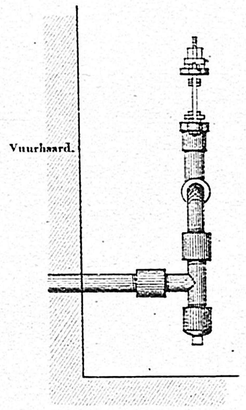
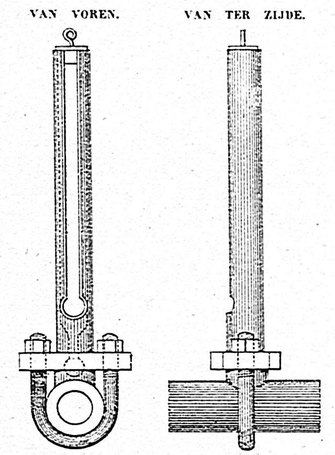


FIG. 12.
PYROMETER.



Schaal voor fig. 12.
0 1 2 3cM.

FIG. 6.
DOORSNEDE VAN DEN VUURHAARD VOLGENS AB.

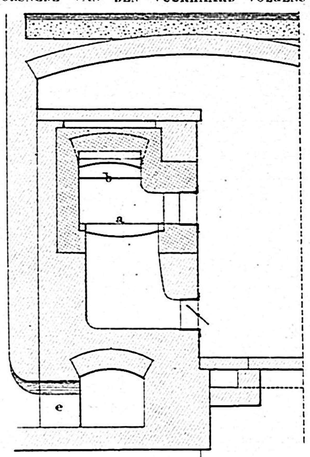


FIG. 7.
OPSTAND VAN DEN VUURHAARD.

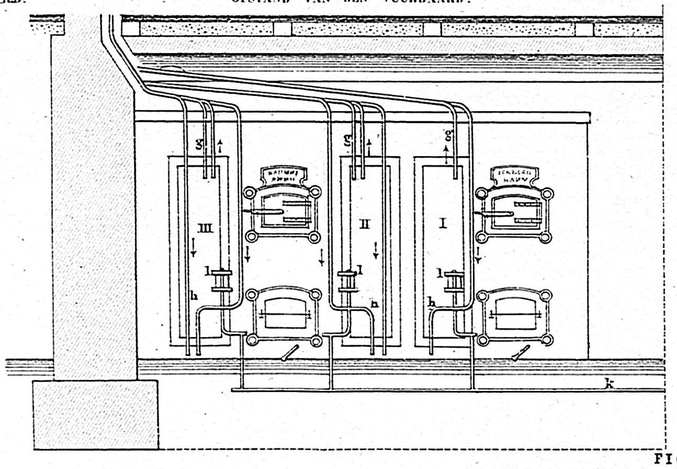


FIG. 8.
DOORSNEDE VAN DEN VUURHAARD VOLGENS CD.

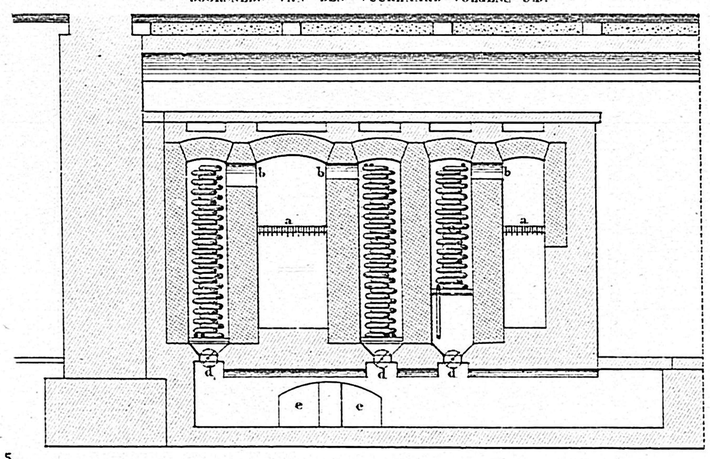


FIG. 9.
DOORSNEDE VAN DEN VUURHAARD VOLGENS EF.

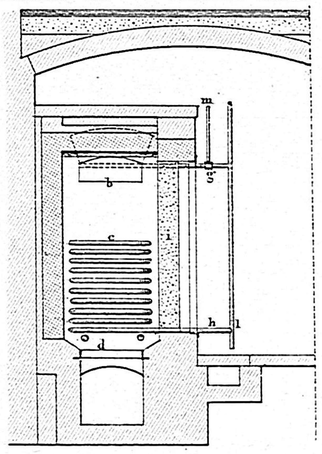
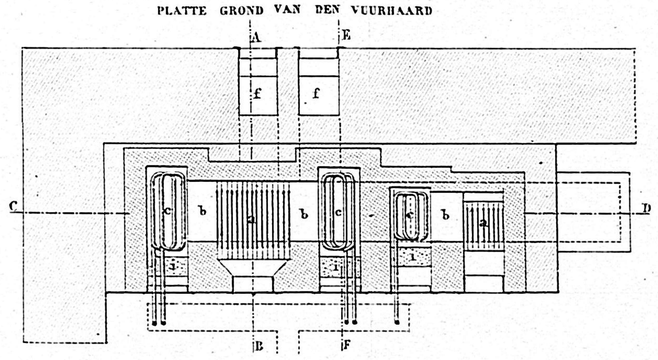


FIG. 5.
PLATTE GROND VAN DEN VUURHAARD



Schaal voor de fig. 5 — 9.
0 1 2 3 4 5M.

FIG. 10.
SLUITMOER.
DWARS- EN LENGTEDOORSNEDE OP DE HALVE GROOTTE.

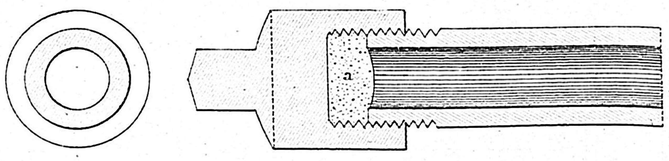
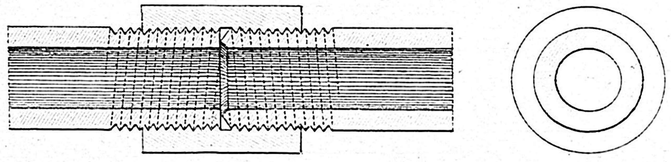


FIG. 11.
VERBINDINGMOER.
LENGTE- EN DWARSDOORSNEDE OP DE HALVE GROOTTE.



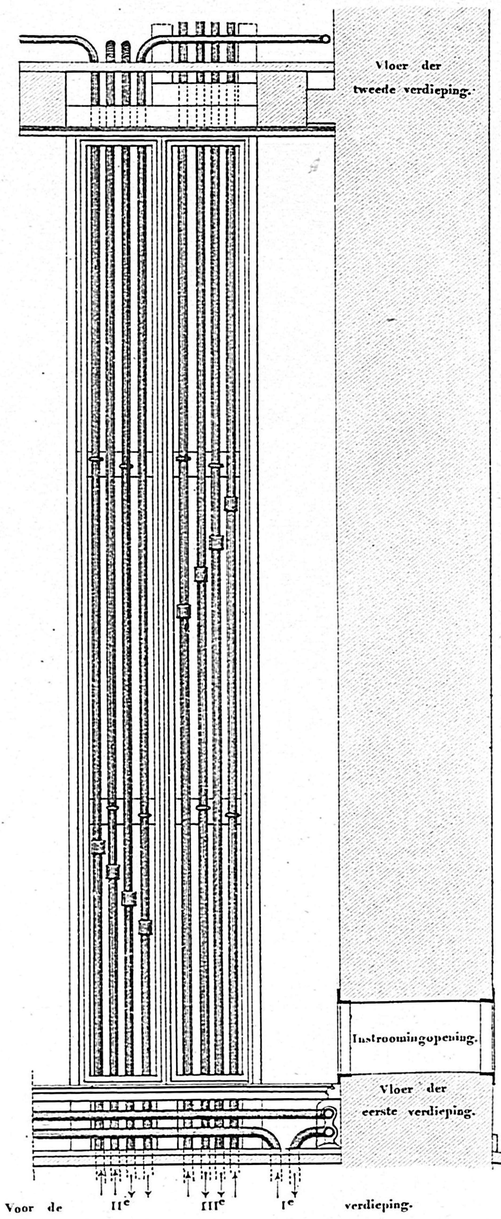
Typo-Autographie. Gedrukt bij Coenraads.

GYMNASIUM ANDREANUM TE HILDESHEIM.

BUISLEIDINGEN VOOR DEN VERWARMINGTOESTEL.

FIG.1.

STIJGBUISKANALEN. OPSTAND.



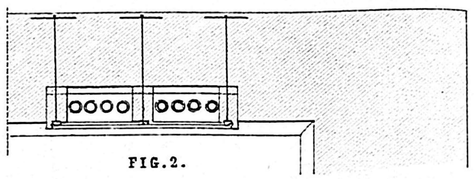


FIG.2.

STIJGBUISKANALEN. PLATTE GROND.

BEVESTIGING DER VERWARMINGBUIZEN.

FIG.3.

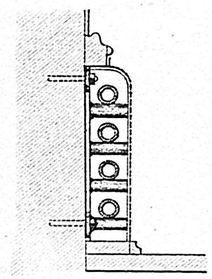


FIG.4.

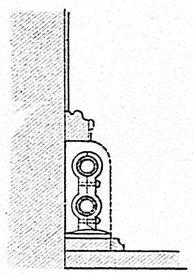


FIG.5. KASTEN.

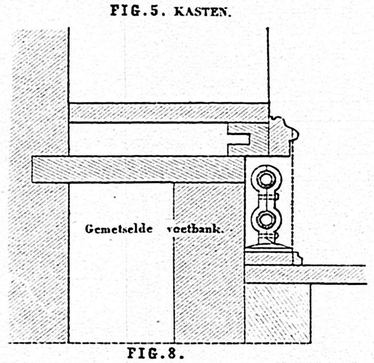


FIG.6.

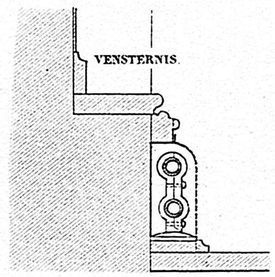
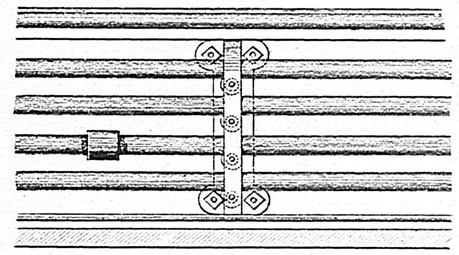


FIG.7.

VERWARMINGBUIZEN IN DE GEHOORZAAL. OPSTAND.



EXPANSIEBUIZEN.

FIG.8.

AFSLUITTOESTEL IN DE GEHOORZAAL. OPSTAND.

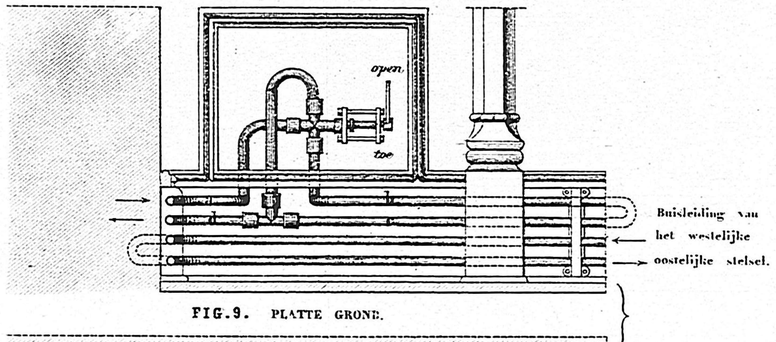


FIG.9. PLATTE GROND.

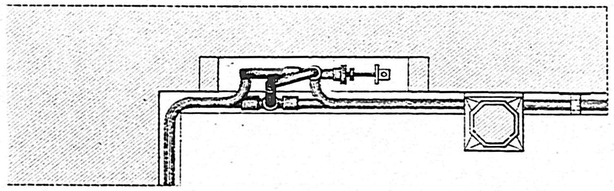


FIG.10.

VAN VOREN.

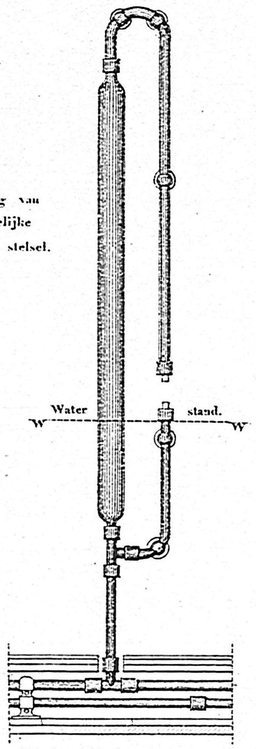


FIG.11.

VAN VOREN.

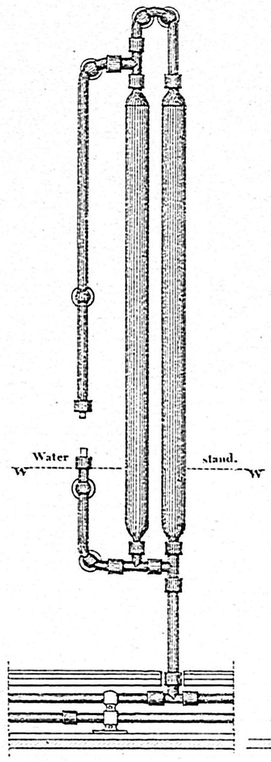
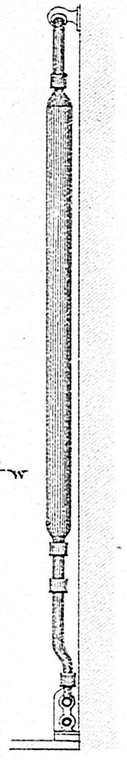


FIG.12.

VAN TER ZIJDE

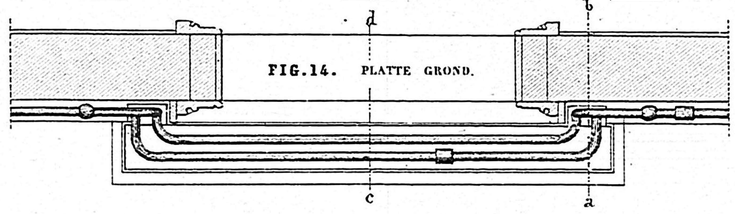


DEUROVERGANGEN.

FIG.13. OPSTAND.



FIG.14. PLATTE GROND.



DEUROVERGANGEN.

FIG.15.

DOORSNEDE VOLGENS A. B.

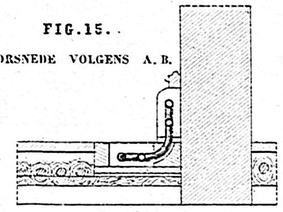
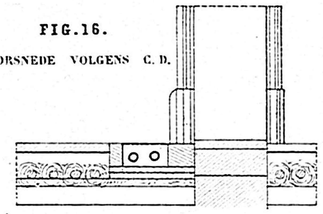
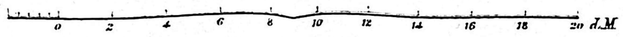


FIG.16.

DOORSNEDE VOLGENS C. D.



Schaal voor de fig. 1, 2 en 8–16.



Schaal voor de fig. 3–7.



Typo-Autographie. Gedrukt bij Coenraads.

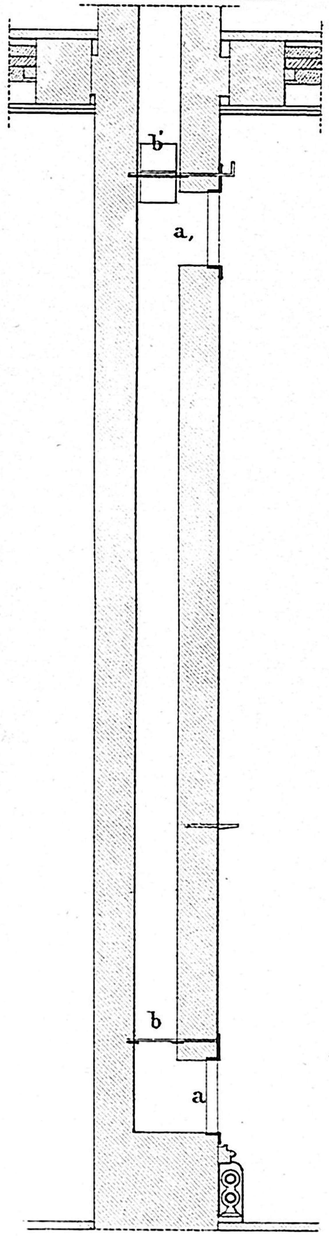
GYMNASIUM ANDREANUM TE HILDESHEIM.

VENTILATIETOESTELLEN.

Schaal voor de fig. 1-4 en 10-14.

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20dM

FIG. 2. DWARSDOORSNEDE.



AFVOERBUIZEN.

FIG. 3 OPSTAND.

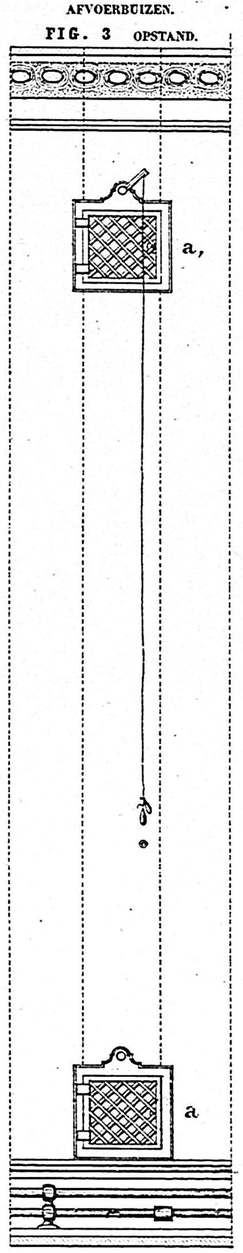


FIG. 4. LENGTEDOORSNEDE.

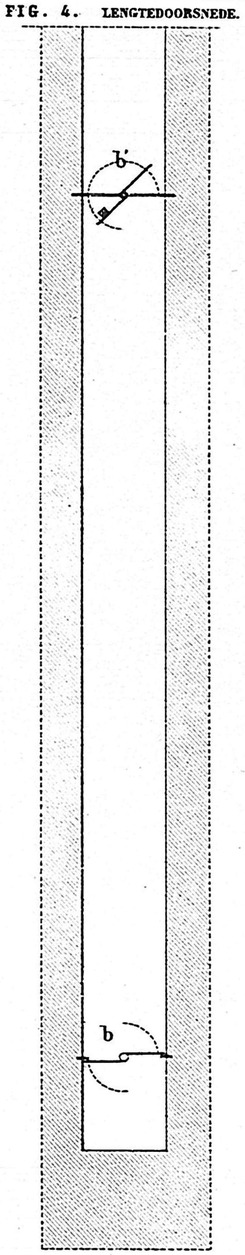


FIG. 1.

PLATTE GROND.

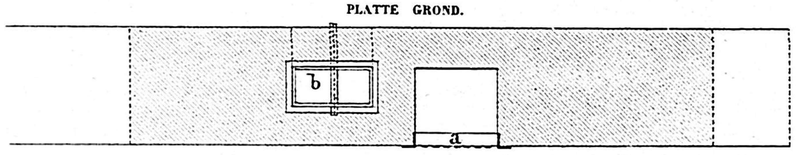


FIG. 9.

LENGTEDOORSNEDE. DER BOVENSTE DRAAIKLEP IN HET AFVOERKANAAL.

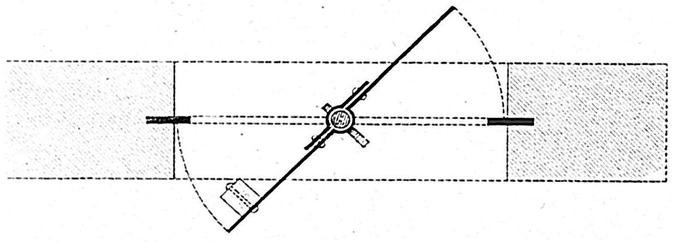


FIG. 5.

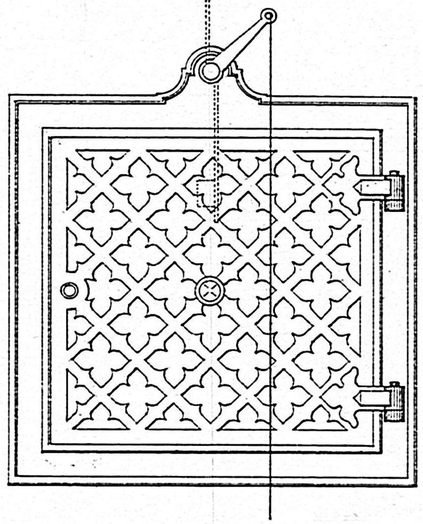


FIG. 7.

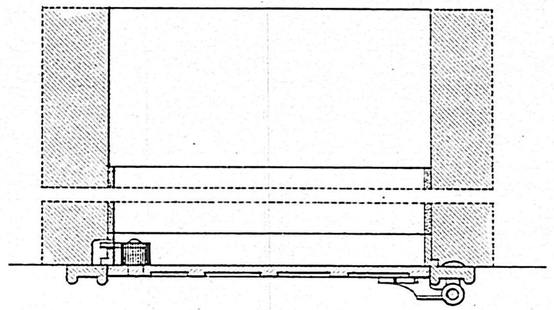


FIG. 11.

TOEVOERKANALEN.

OPSTAND DER INSTROOMING-OPENINGEN.

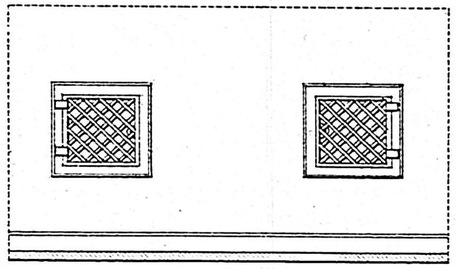
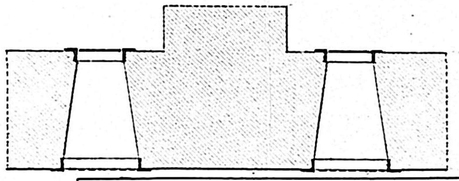


FIG. 10. PLATTE GROND.



Schaal voor de fig. 5-9.

0 1 2 3 4 5 dM.

AFVOERKANALEN. DETAILS.

FIG. 6.

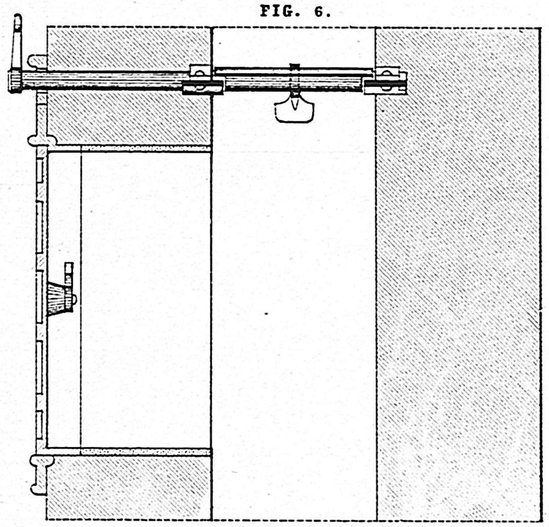


FIG. 8.

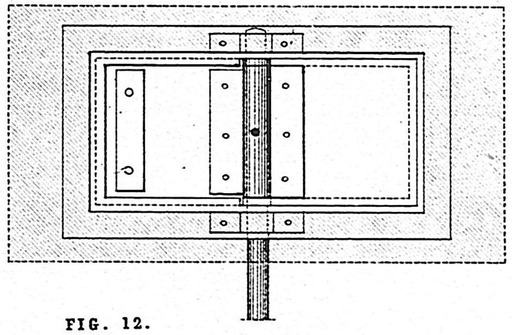


FIG. 12.

DOORSNEDE.

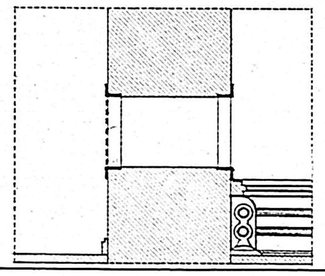


FIG. 14. AFVOERBUIS BOVEN HET DAK.

DOORSNEDE.

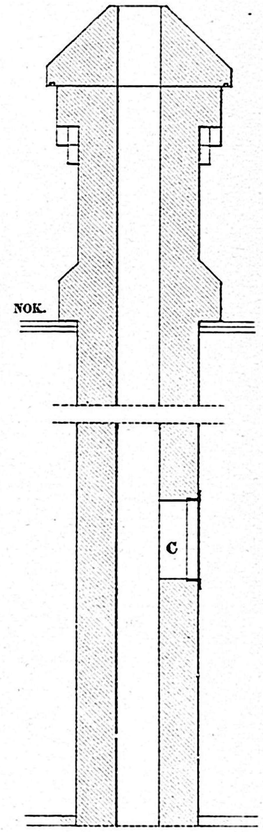
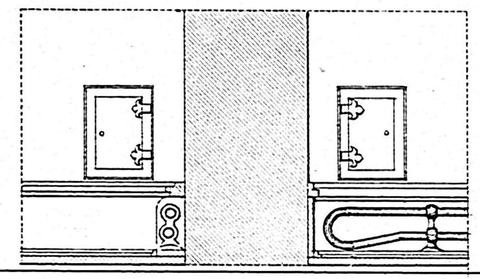


FIG. 13.

OPSTAND DER UITSTROOMING-OPENINGEN.



WERKTUIGEN

GEBRUIKT TOT DE DROOGMALING

VAN DE STADIL FJORD.

FIG.15.

Typo-Autographie.

Gedrukt bij Coenraads.

VEERENDE WIELEN VOOR STRAATLOCOMOTIEVEN.

FIG. 1.

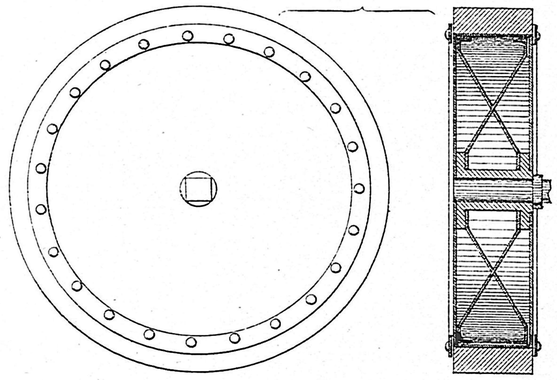


FIG. 2.

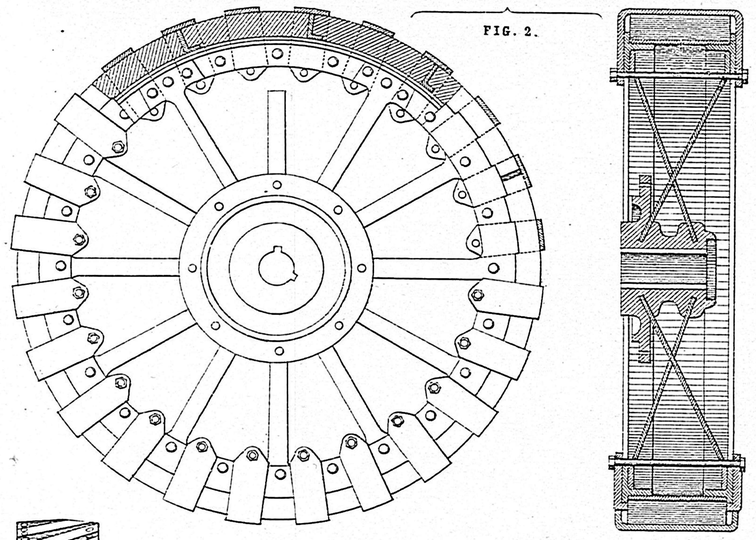


FIG. 3.

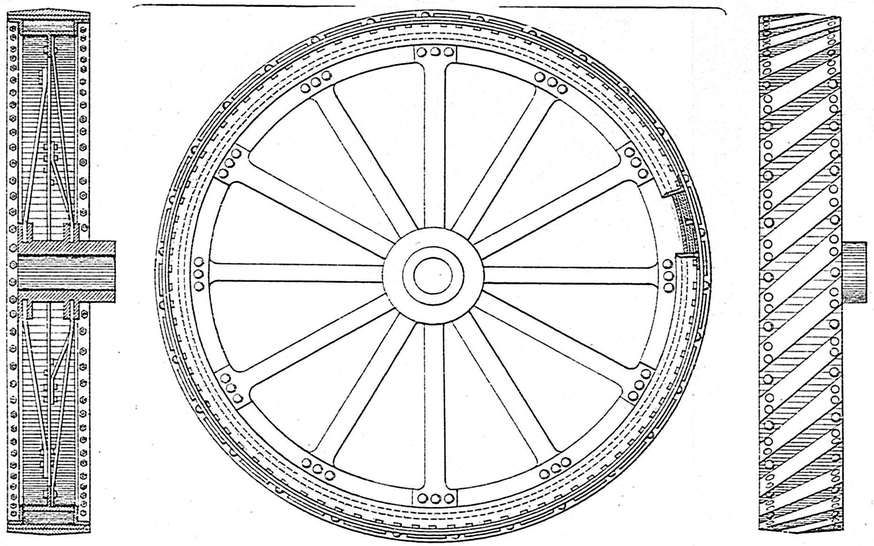


FIG. 4.

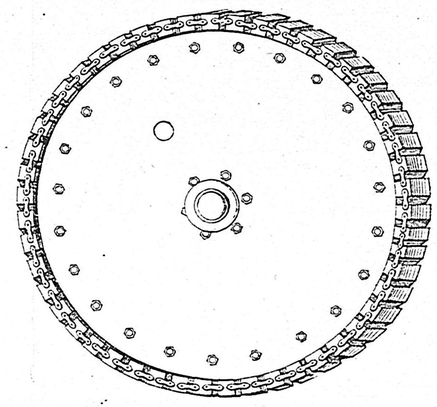


FIG. 5.

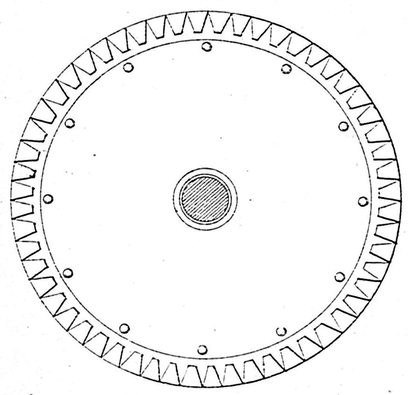


FIG. 8.

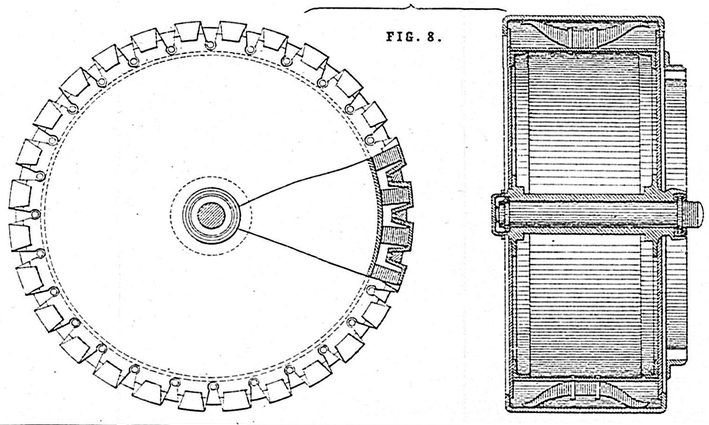


FIG. 6.

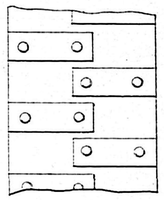


FIG. 7.

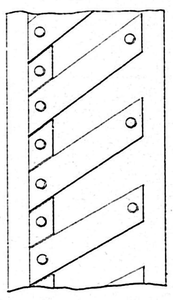
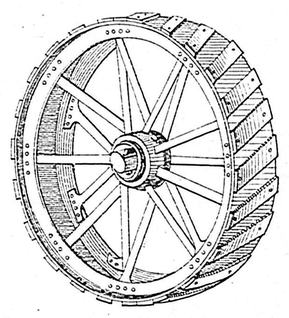


FIG. 10.

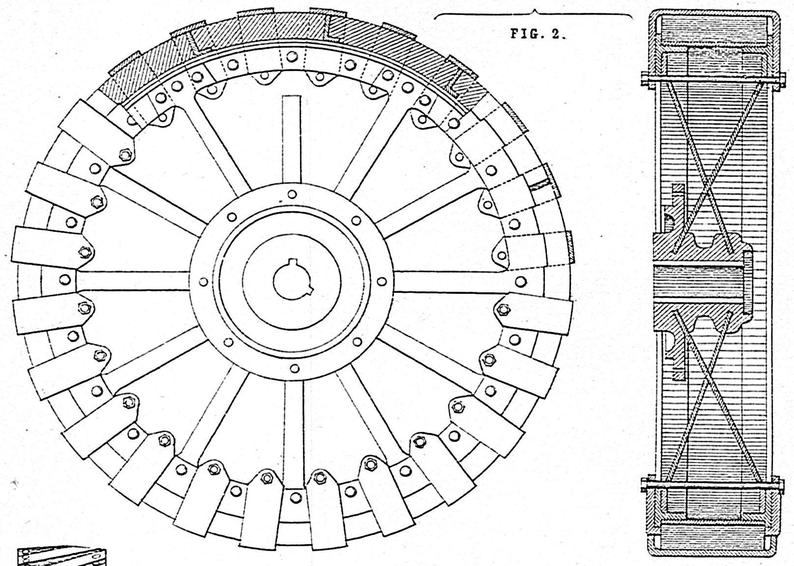




Typo - Autographie.

ERENDE WIELEN VOOR STRAATLOCOMOTIEVEN.

FIG. 2.



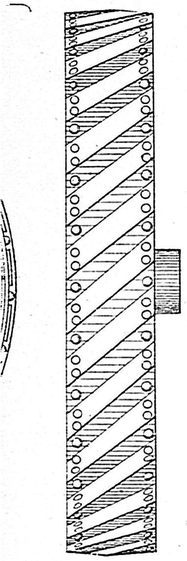


FIG. 4.

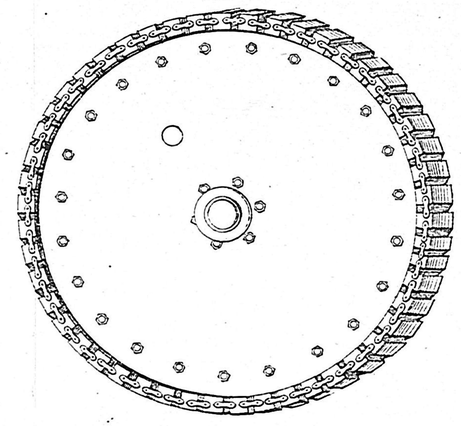
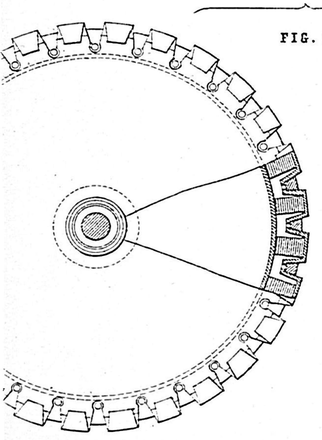


FIG. 8.



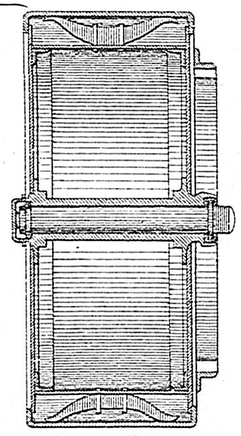


FIG. 6.

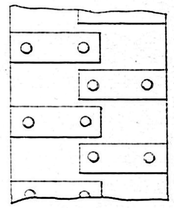


FIG. 7.

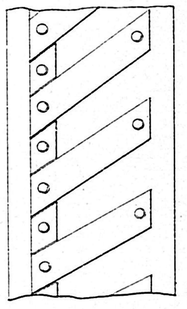
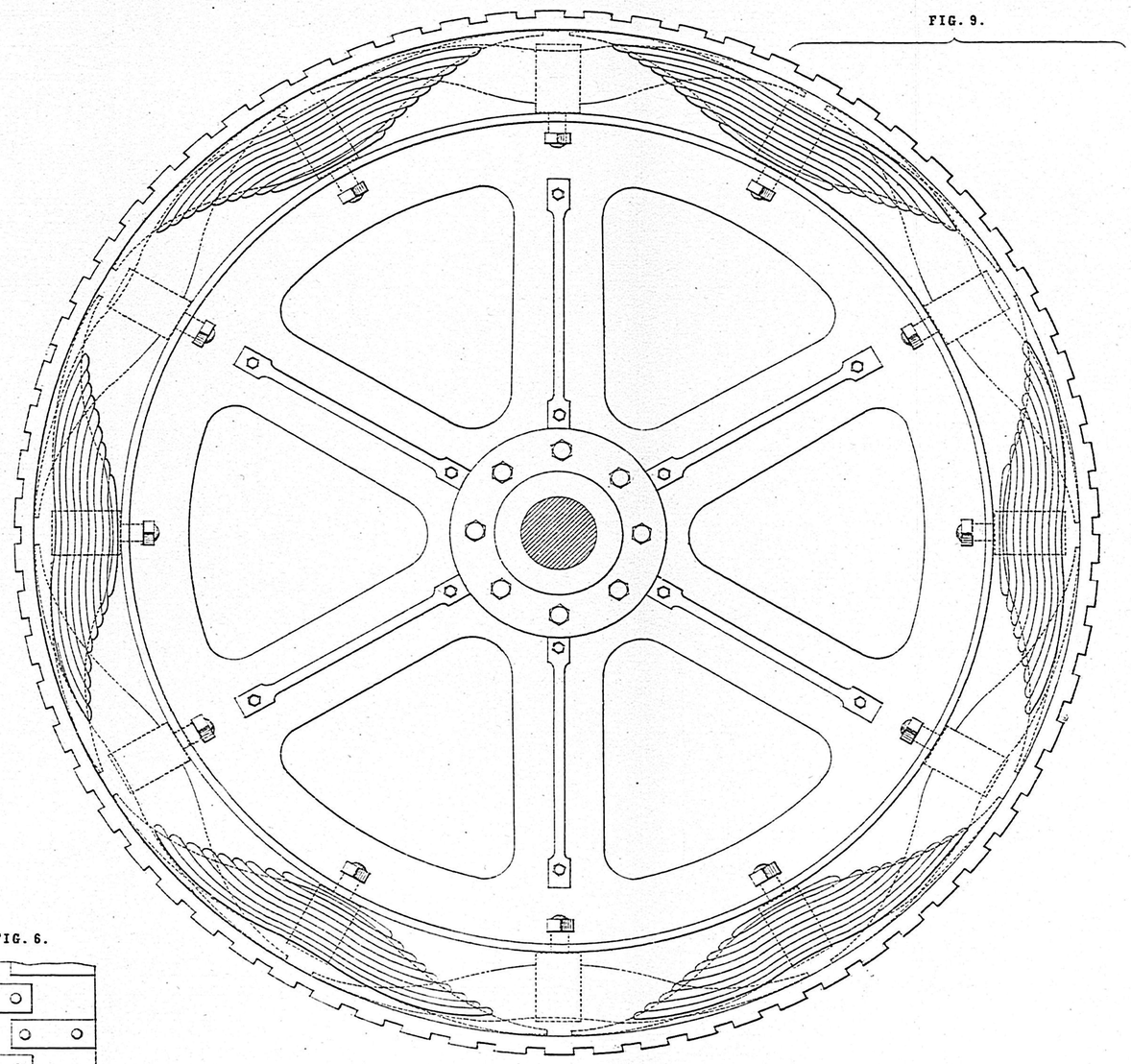


FIG. 9.



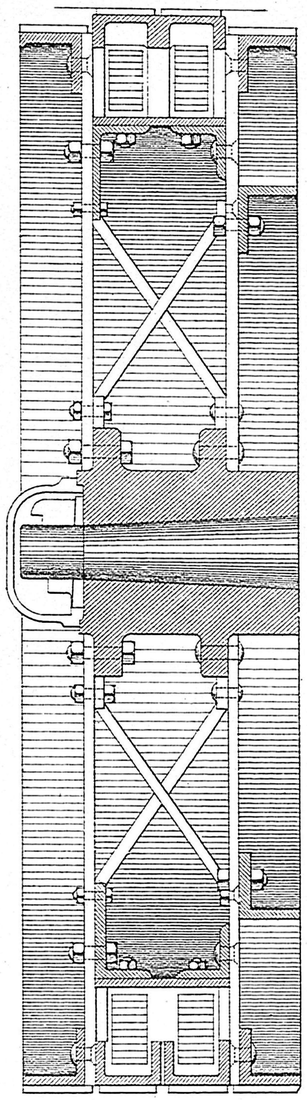


FIG. 10.

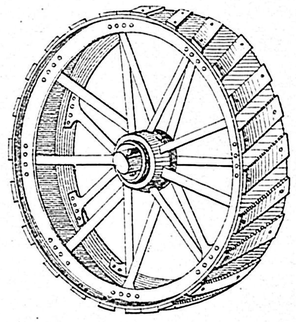
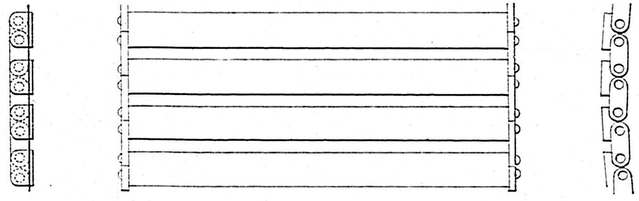


FIG. 11



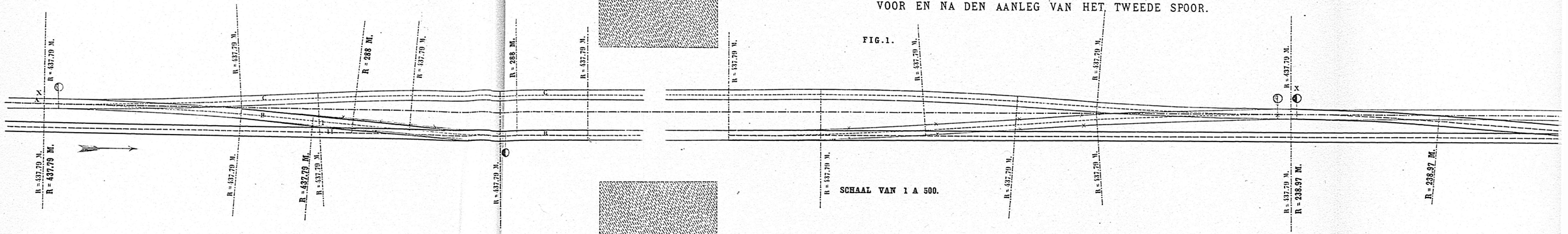
Gedrukt bij Coenraads.

AANLEG VAN WISSELS VOLGENS FOERDERREUTHER.

AANLEG VAN DE VERBINDINGSBOGEN TUSSCHEN WISSEL EN PUNTSTUK VOLGENS HET NIEUWE STELSEL.

VOOR EN NA DEN AANLEG VAN HET TWEEDE SPOOR.

FIG.1.

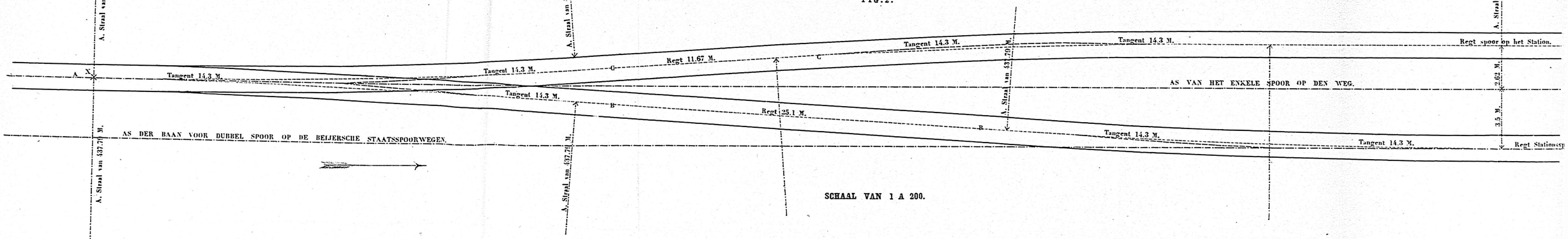


SCHAAL VAN 1 A 500.

AANLEG VAN DE VERBINDINGSPOREN TUSSCHEN WISSEL

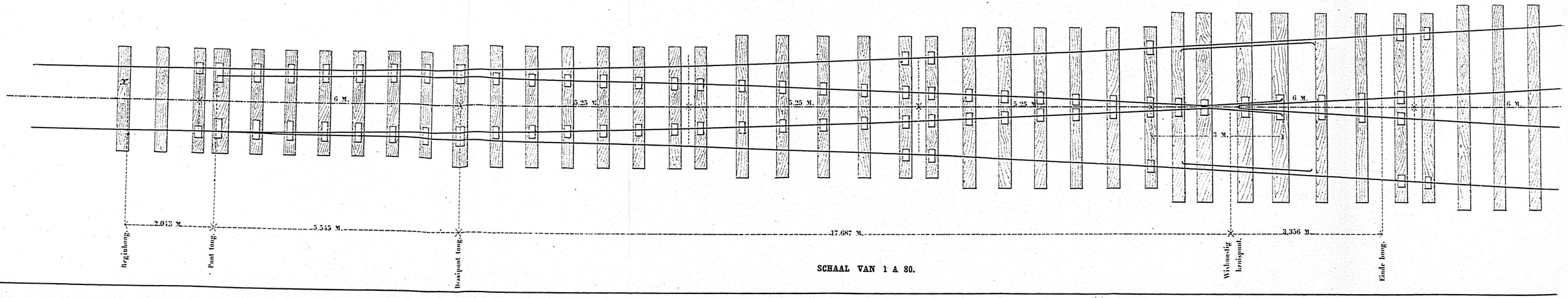
EN PUNTSTUK VOLGENS HET NIEUWE STELSEL.

FIG.2.



SCHAAL VAN 1 A 200.

FIG.3.



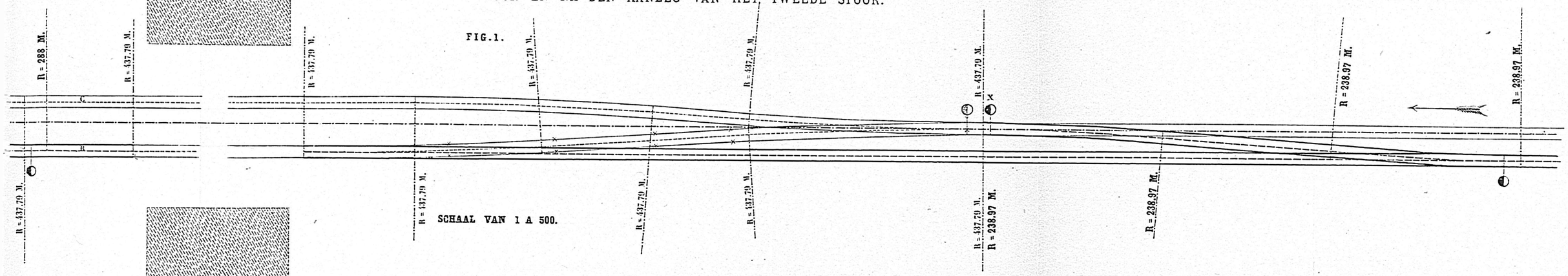
SCHAAL VAN 1 A 80.

Typo-Autographie.

AANLEG VAN WISSELS VOLGENS FOERDERREUTHER.

AANLEG VAN DE VERBINDINGSBOGEN TUSSCHEN WISSEL EN PUNTSTUK VOLGENS HET NIEUWE STELSEL.
VOOR EN NA DEN AANLEG VAN HET TWEEDE SPOOR.

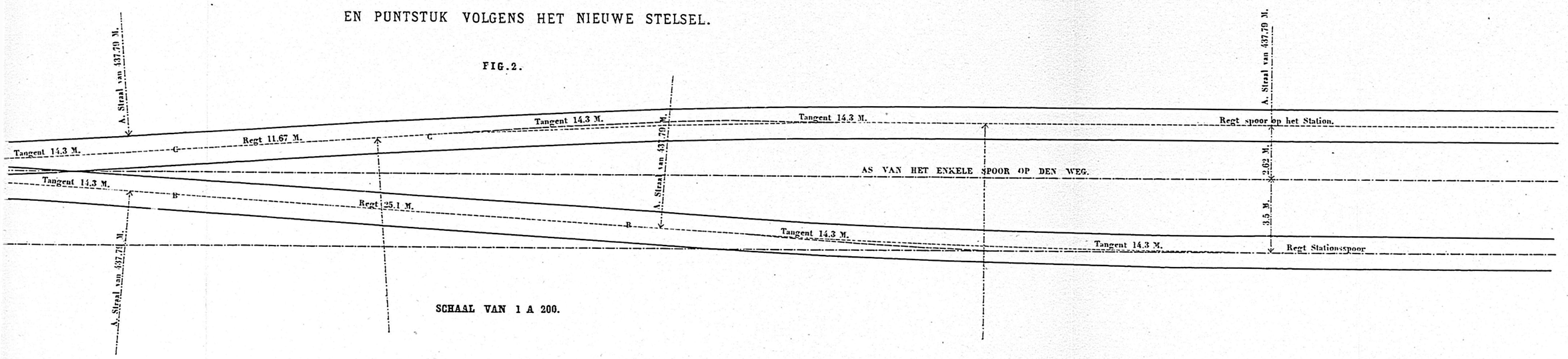
FIG.1.



SCHAAL VAN 1 A 500.

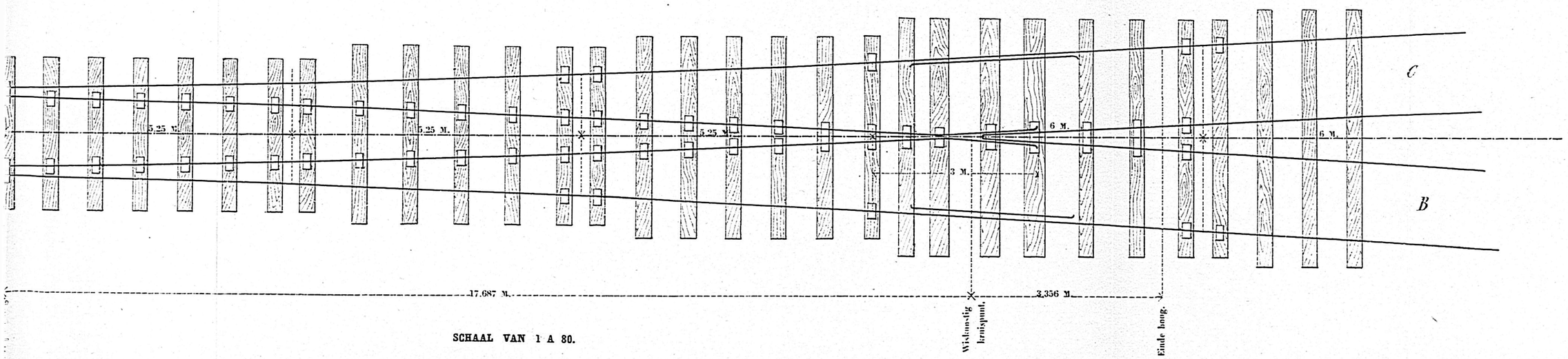
AANLEG VAN DE VERBINDINGSPOREN TUSSCHEN WISSEL
EN PUNTSTUK VOLGENS HET NIEUWE STELSEL.

FIG.2.



SCHAAL VAN 1 A 200.

FIG.3.



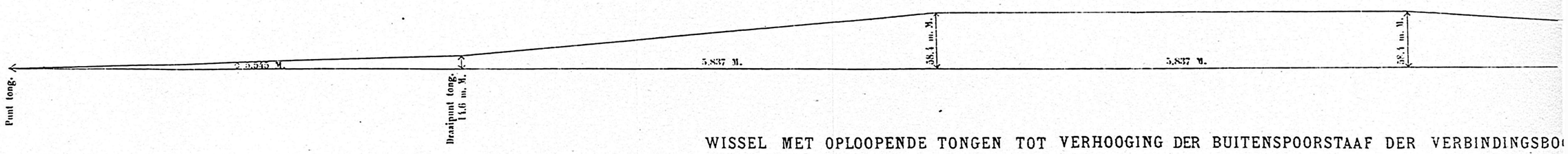
SCHAAL VAN 1 A 80.

Gedrukt bij Coenraads.

AANLEG VAN WISSELS VOLGENS FOERDERREUTH

FIG.1.

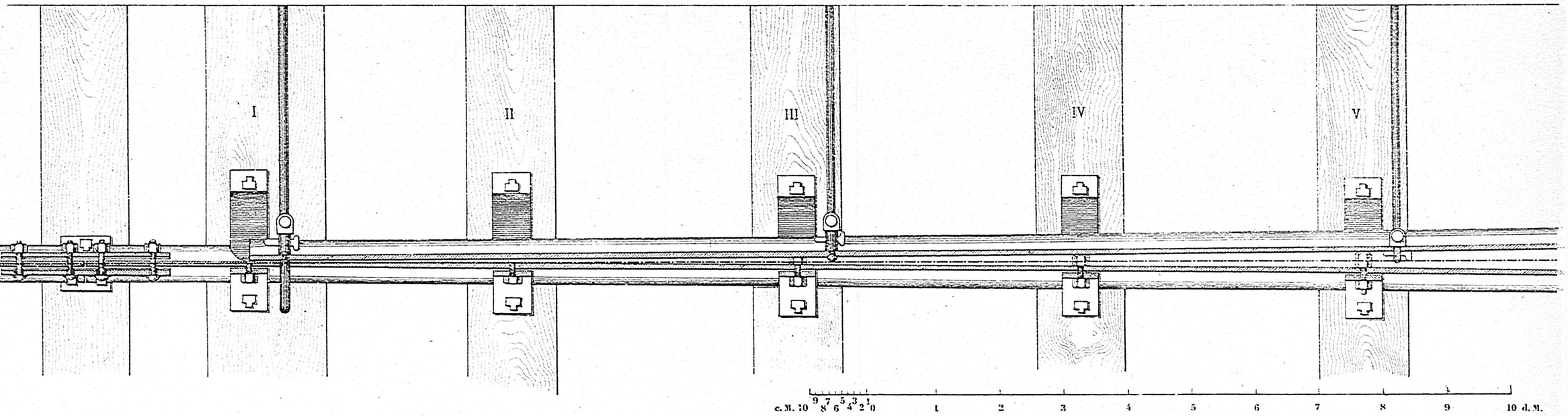
VERHOOGING VAN DE BUITENSPOORSTAAF DER VERBINDINGSBOGEN
TUSSCHEN WISSEL EN PUNTSTUK.

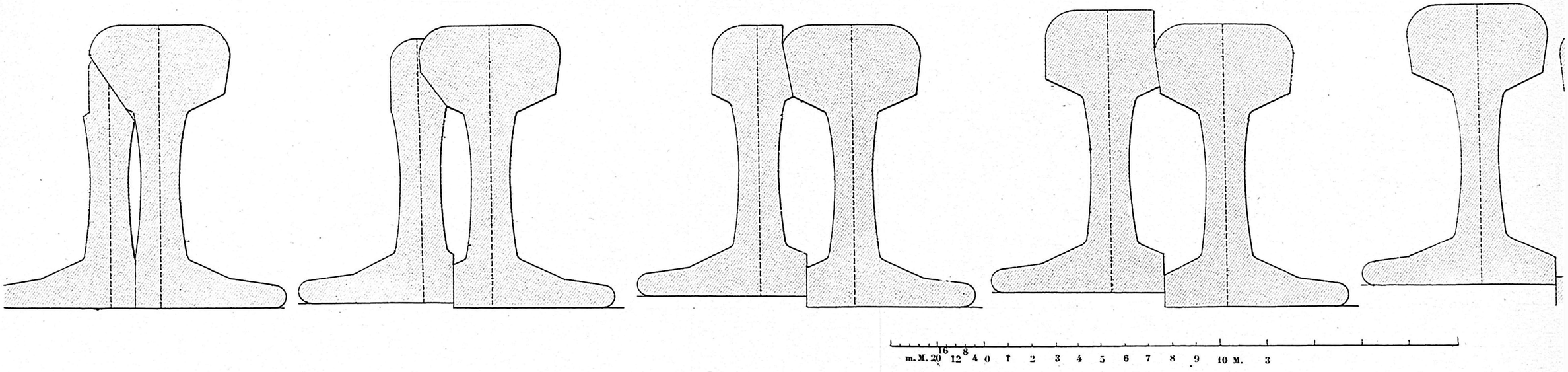


WISSEL MET OPLOOPENDE TONGEN TOT VERHOOGING DER BUITENSPOORSTAAF DER VERBINDINGSBO

FIG.2.

HORIZONTALE DOORSNEDE.



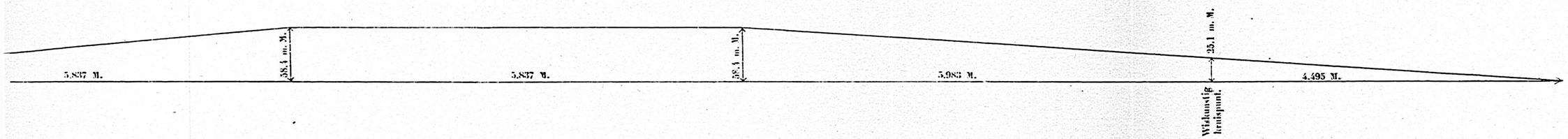


Typo-Autographie.

AANLEG VAN WISSELS VOLGENS FOERDERREUTHER.

FIG.1.

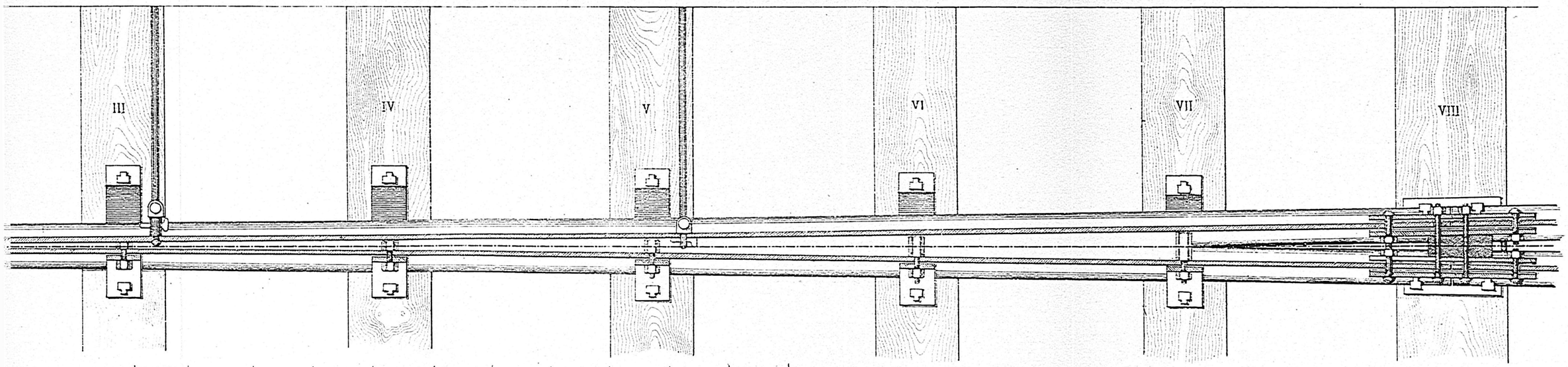
VERHOOGING VAN DE BUITENSPOORSTAAF DER VERBINDINGSBOGEN
TUSSCHEN WISSEL EN PUNTSTUK.

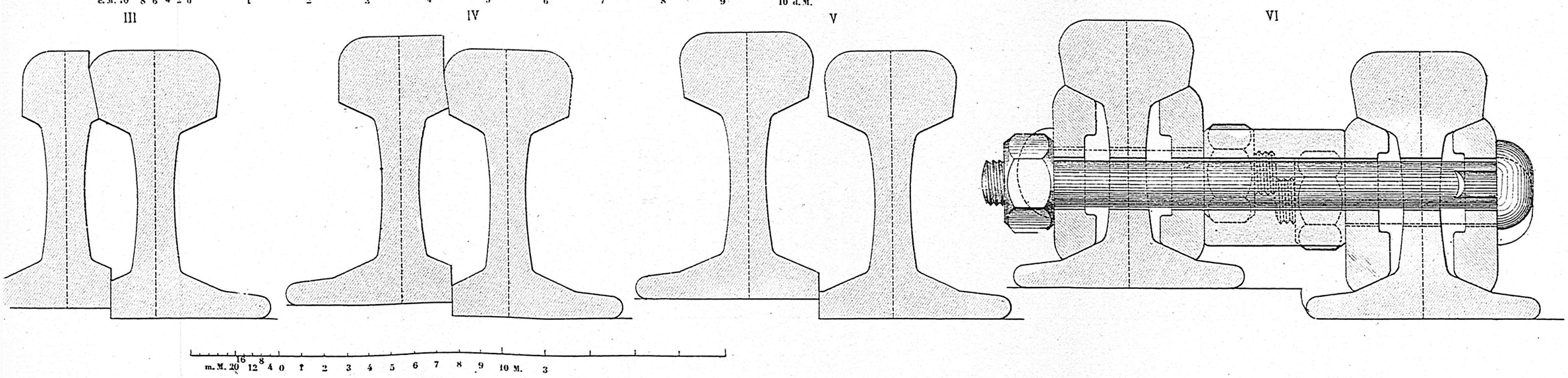


WISSEL MET OPLOOPENDE TONGEN TOT VERHOOGING DER BUITENSPOORSTAAF DER VERBINDINGSBOGEN

FIG.2.

HORIZONTALE DOORSNEDE.





ELEKTRO-MAGNETISCH AFSTANDSEIN.

FIG. 1

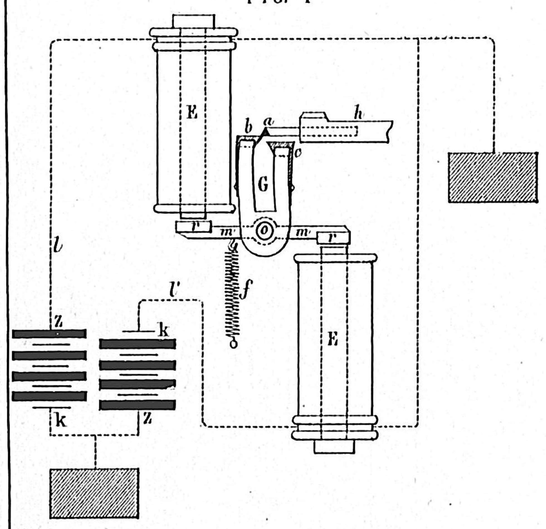
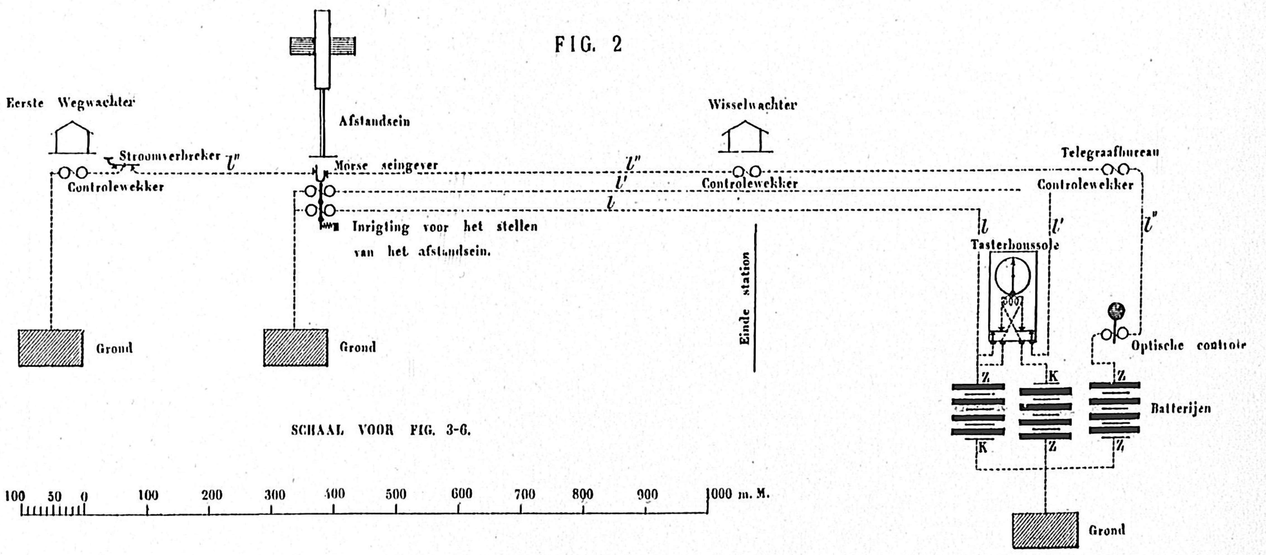


FIG. 2



SCHAAL VOOR FIG. 3-6.

FIG. 3. A

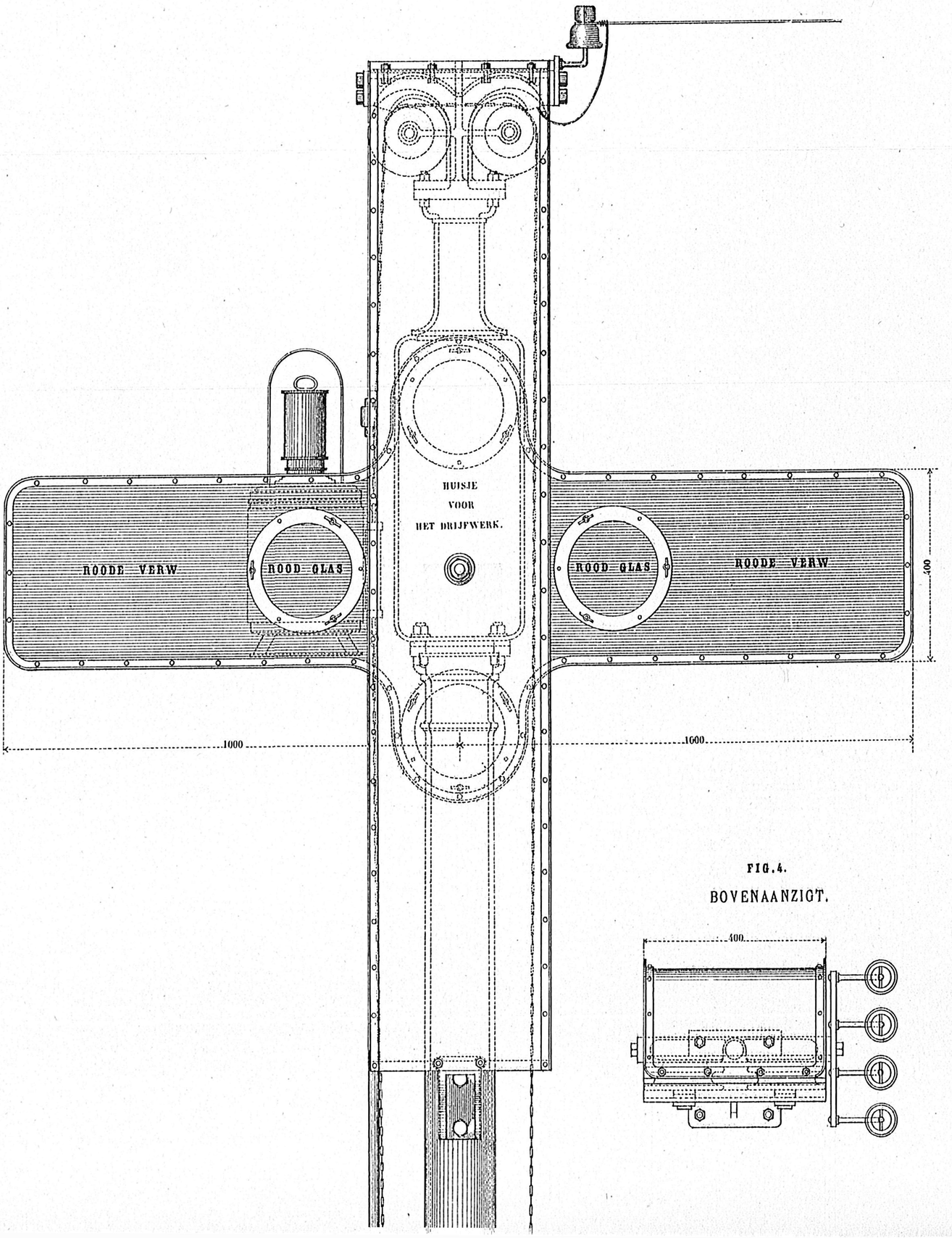


FIG. 3. B

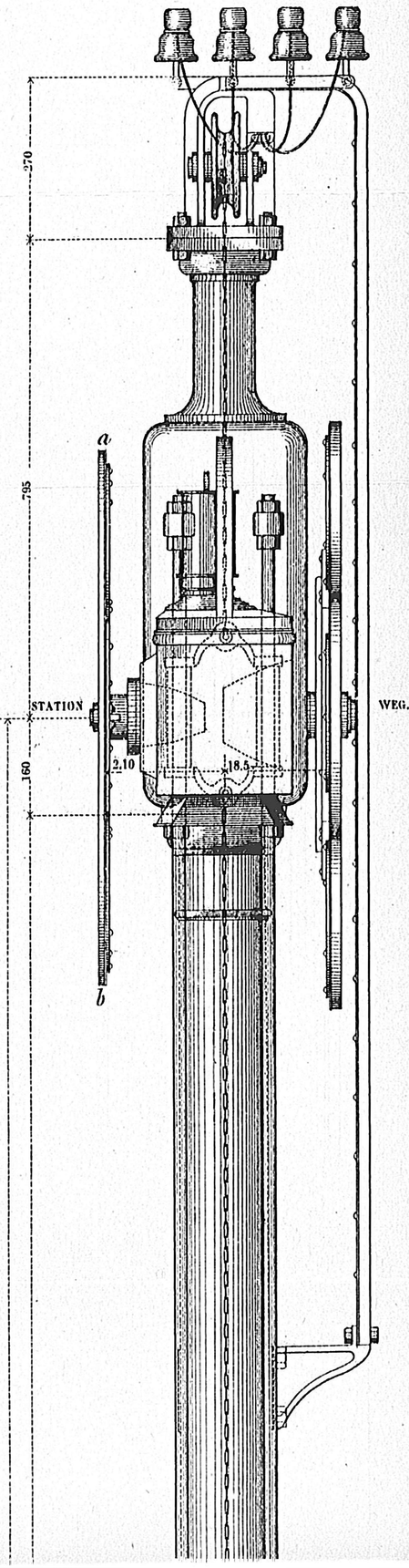


FIG. 4.

BOVENAANZICHT.

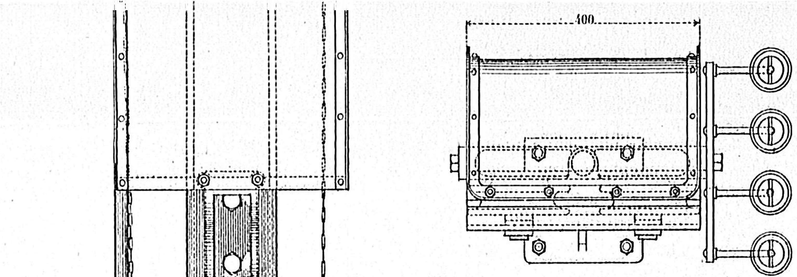


FIG.5.

KLEINE ARM a b.

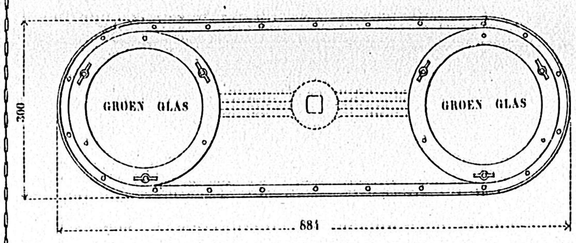


FIG.6.

DOORSNEDE OVER c d.

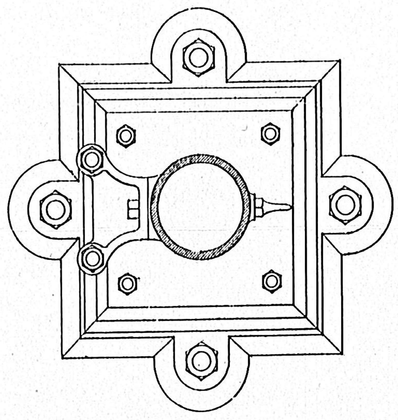


FIG.7.

FUNDERINGKRUIS.

Typo-Autographie

Gedrukt bij Goemaads.

THEORIE DER IN DE RIGTING VAN DE LEN

FIG. 4.

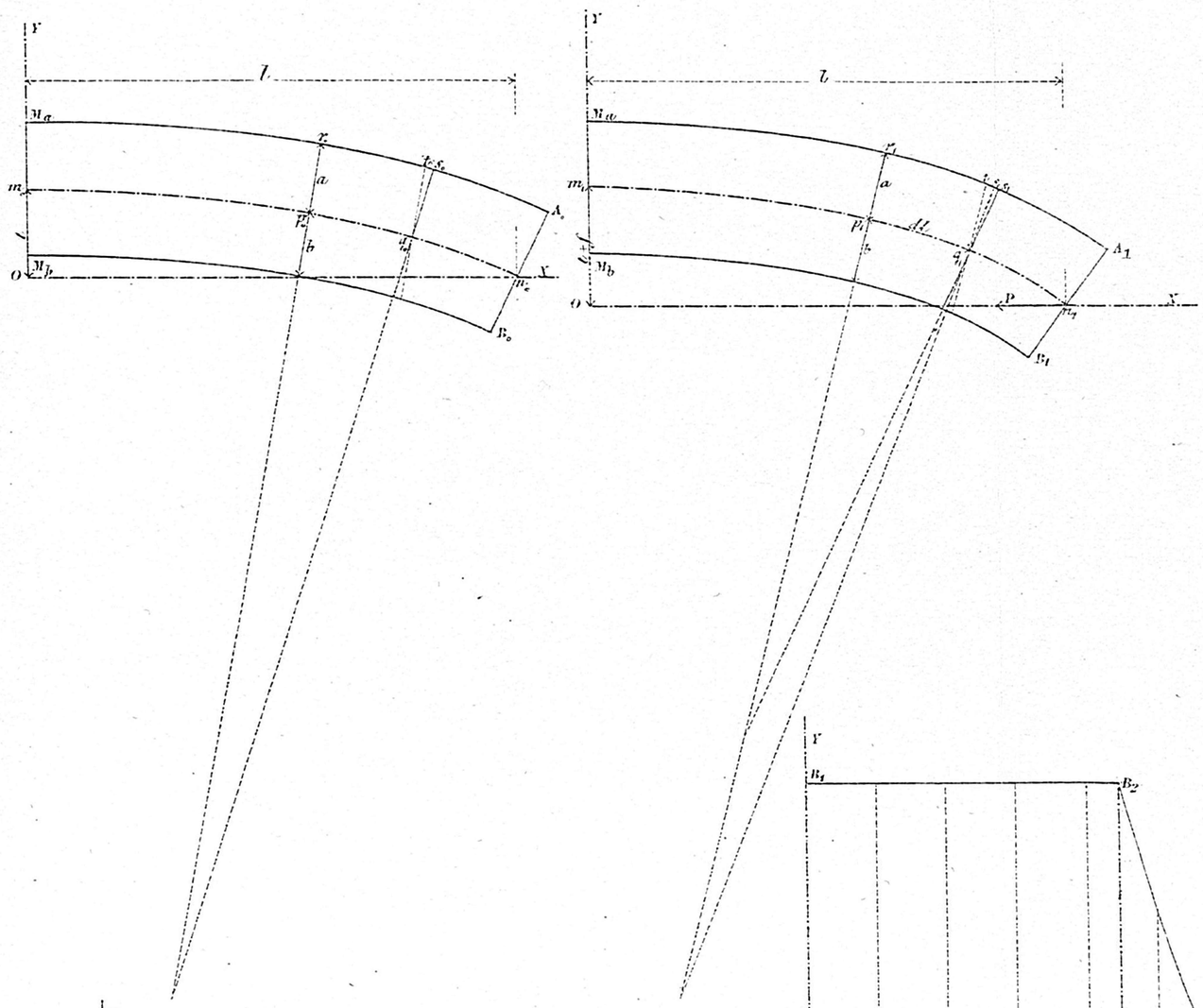


FIG. 1.

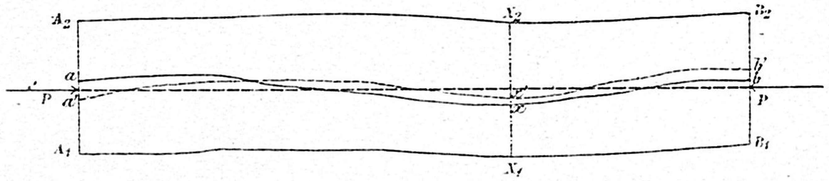


FIG. 2.

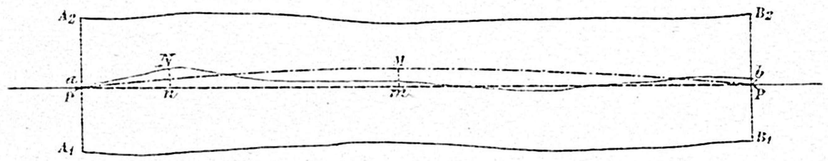


FIG. 3.

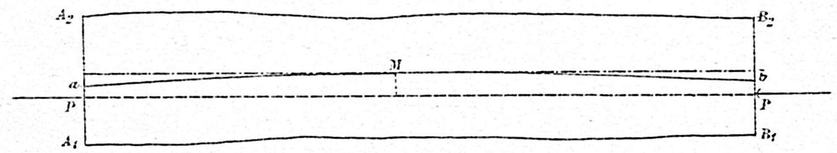


FIG. 6.

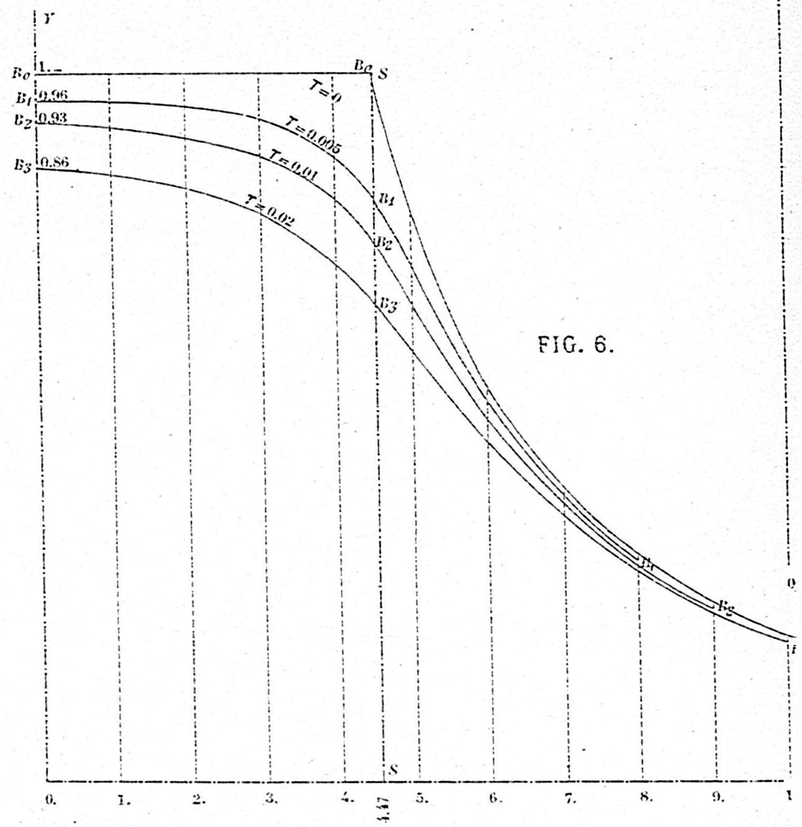


FIG. 7.

FIG. 8.

TE GEDRUKTE EN GETROKKEN STAAF.

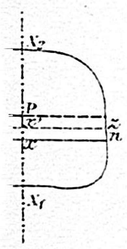


FIG. 5.

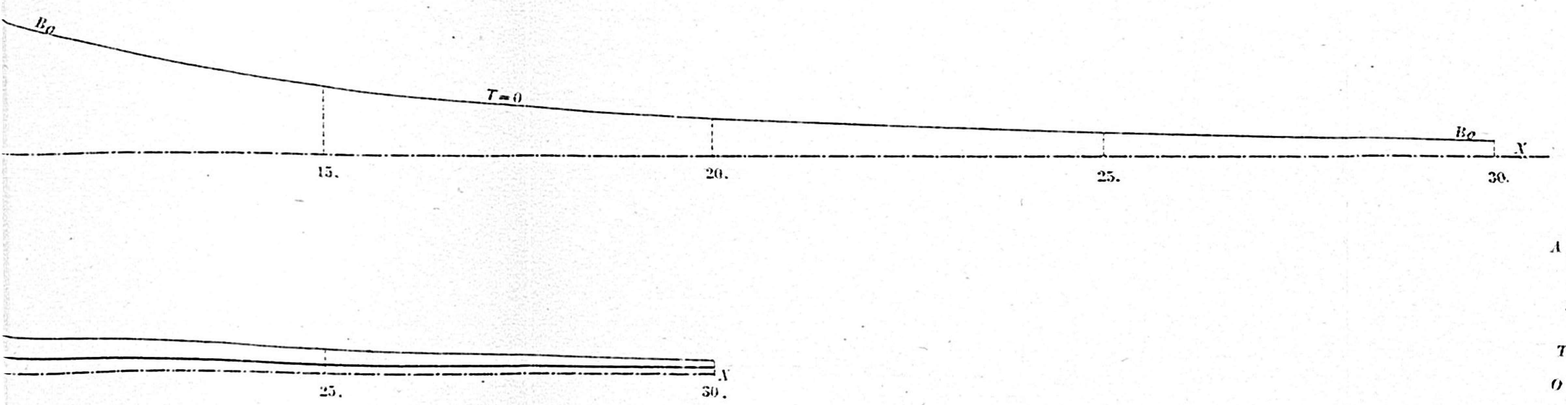


FIG. 9.

FIG. 10.

FIG. 11.

FIG. 12.

FIG. 13.

FIG. 14.

FIG. 15.

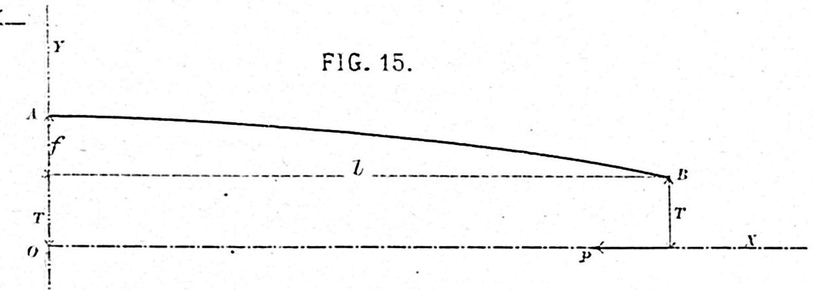
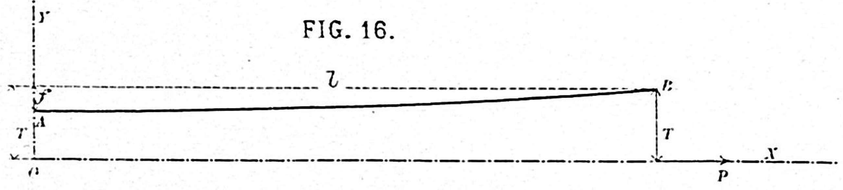


FIG. 16.



Gedrukt bij Coenraads.

AFVOER DOOR SCHUTOPENINGEN ONDER WATER.

FIG. 1.

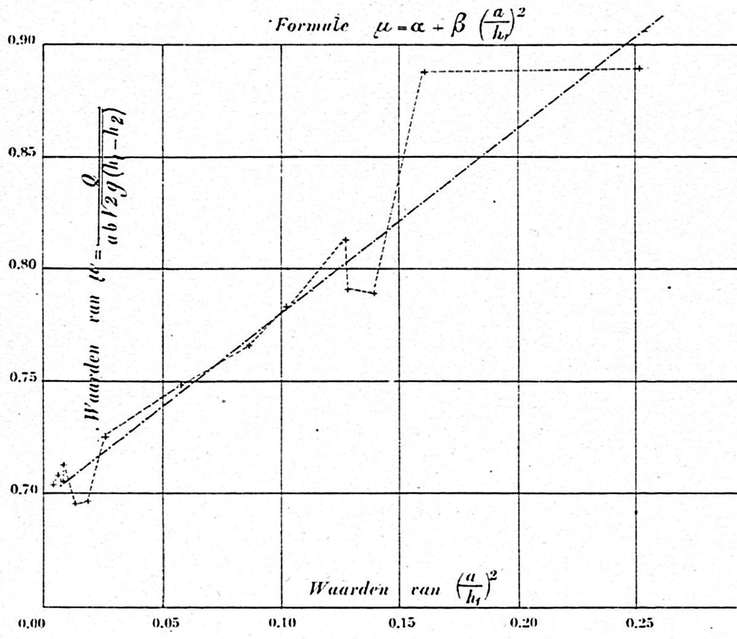


FIG. 2.

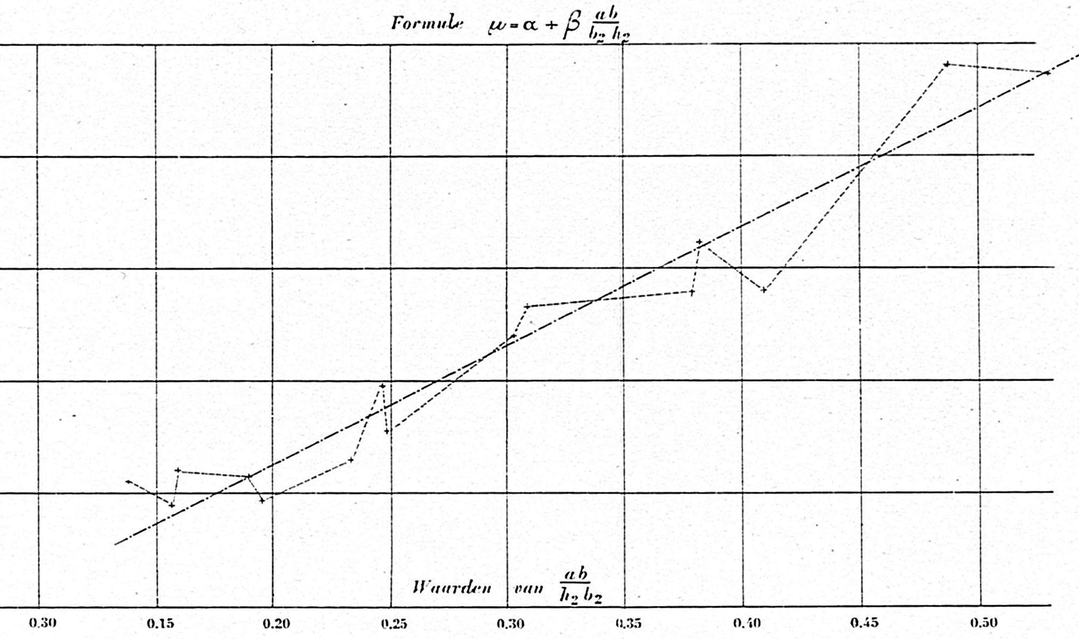


FIG. 3.

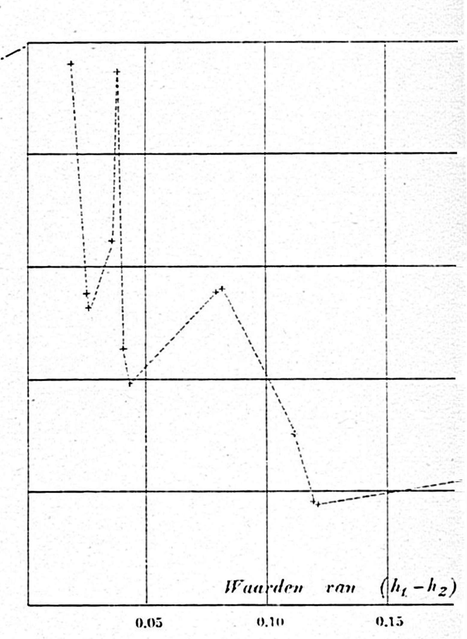


FIG. 4.

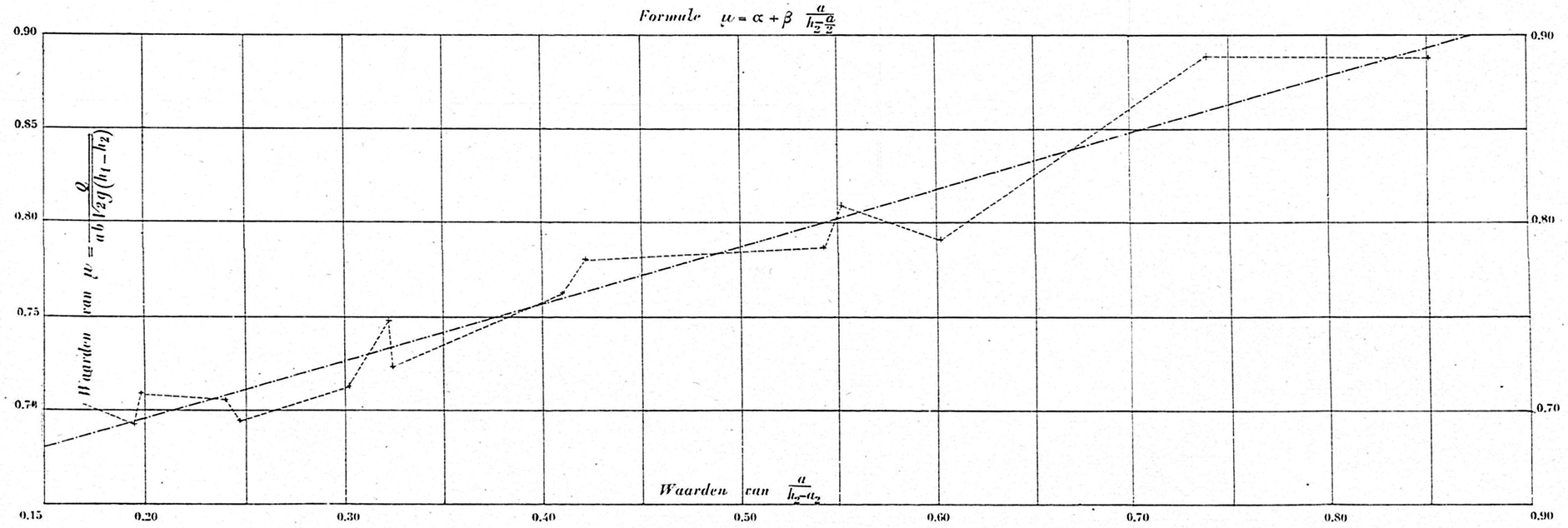
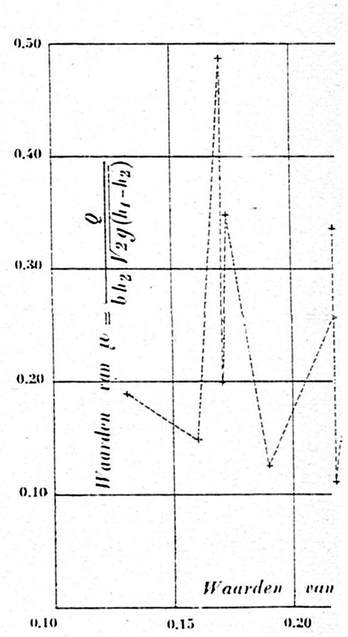


FIG. 5.



Typo-Autographie.

UITOPENINGEN ONDER WATER.

FIG. 2.

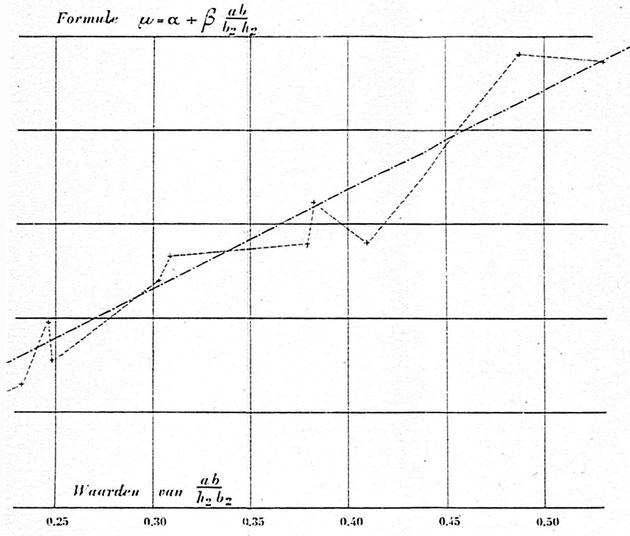


FIG. 3.

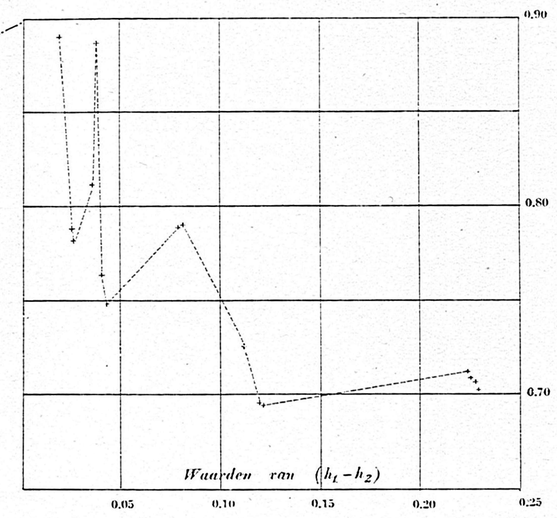
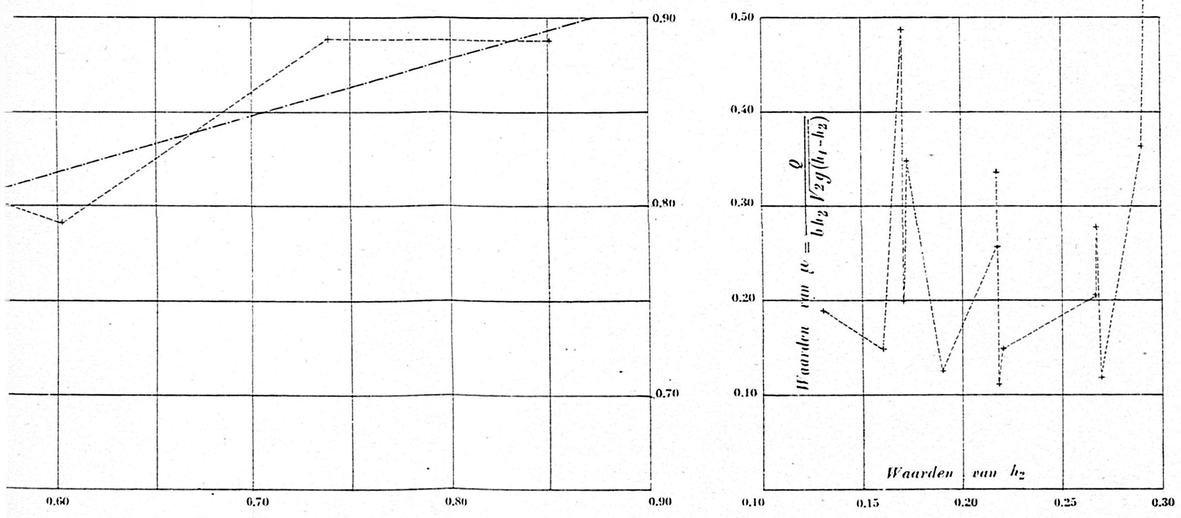


FIG. 5.



GEBRUIK VAN BETON.

WACHTHUISJE VAN BETON

OP DEN WURTEMBERGSCHEN-ALLGAU-

EN DONAU SPOORWEG.

FIG. 6. VOORGEVEL.

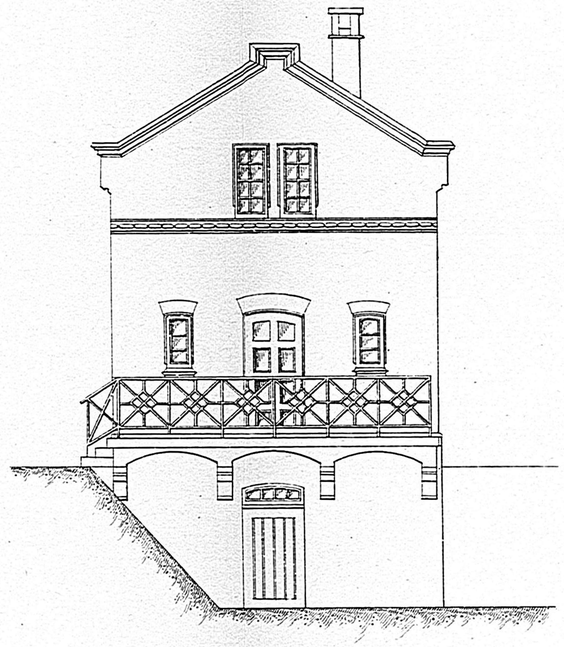


FIG. 7. DOORSNEDE.

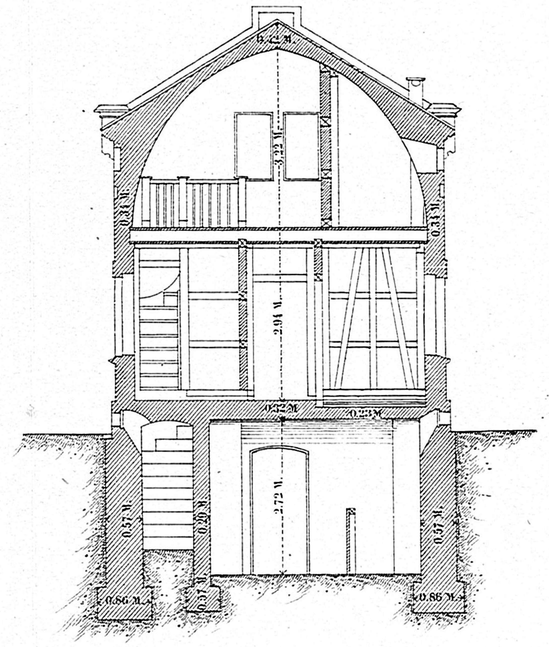


FIG. 8 KELDERVERDIEPING.

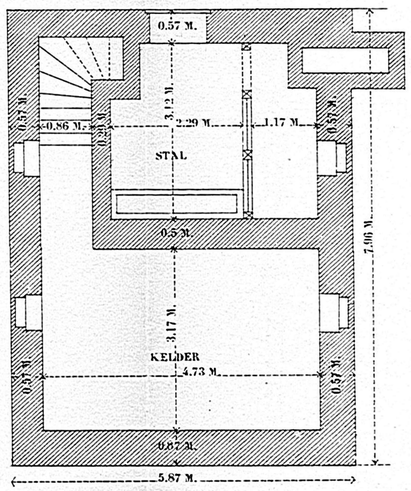
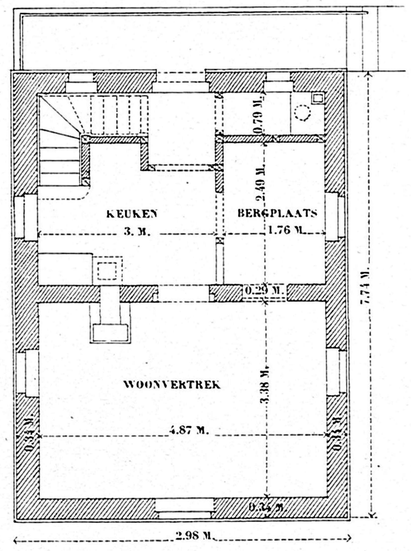
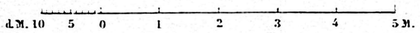


FIG. 9. EERSTE. VERDIEPING.



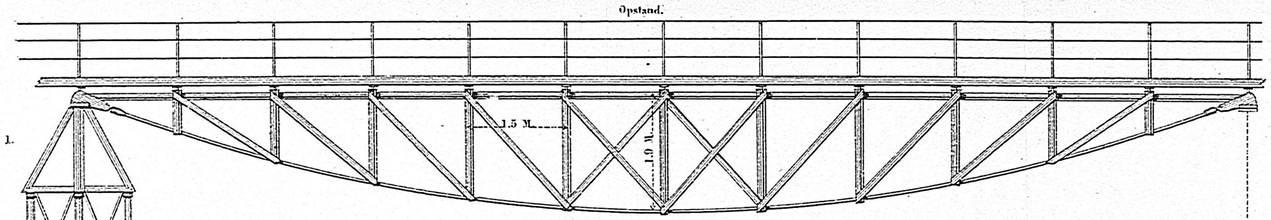


Gedrukt bij Coenraads.

MAYNARD'S DRAADKABELBRUG.

FIG. 1.

Opstand.



Platte grond.

FIG. 2.

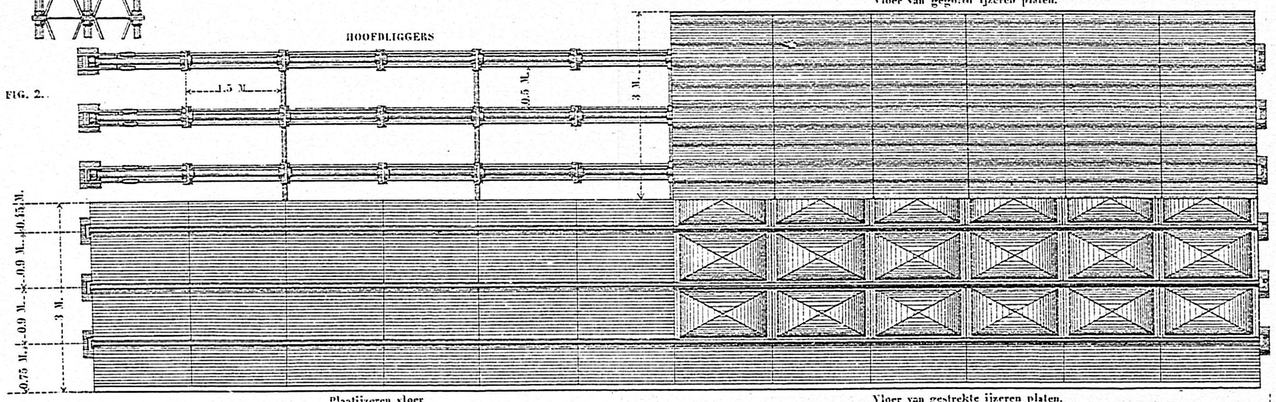
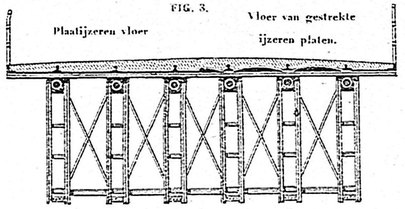


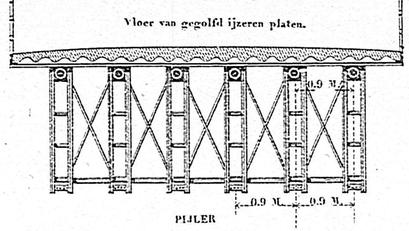
FIG. 3.



HOOFDLIGGER MET DRAADKABEL.

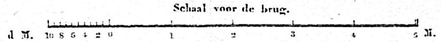
Dwarsdoorsneden.

FIG. 4



PIJLER

Schaal voor de brug.



EINDE VAN EEN HOOFDLIGGER

FIG. 5. Opstand.

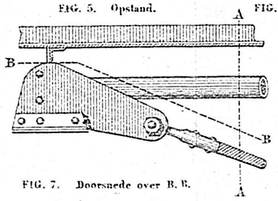


FIG. 6. Doorsnede over A. A.

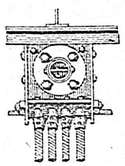
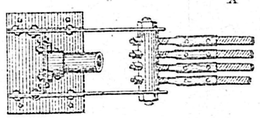


FIG. 7. Doorsnede over B. B.



Bevestiging van draadkabel.

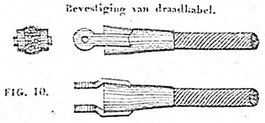


FIG. 10.

Bevestiging van bandijzer.

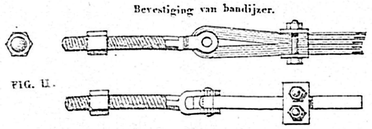


FIG. 11.

Dwarsdoorsnede van een hoofdligger met verbinding van bandijzer.

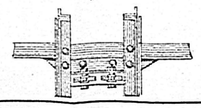


FIG. 12.

FIG. 13. Opstand.

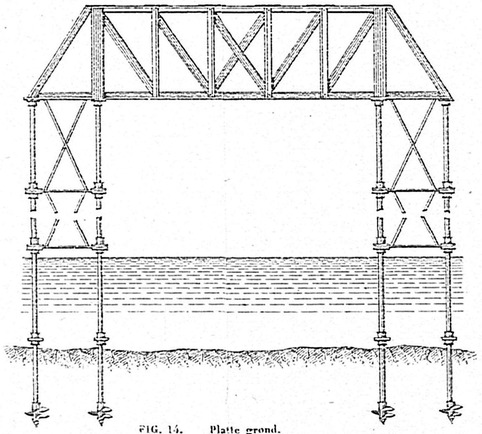
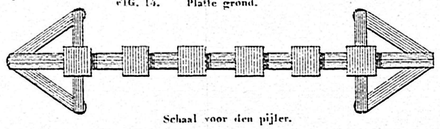


FIG. 14. Platte grond.



Schaal voor den pijler.

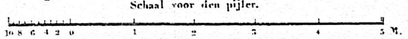


FIG. 8.

Opstand.

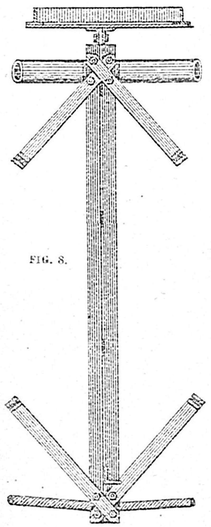
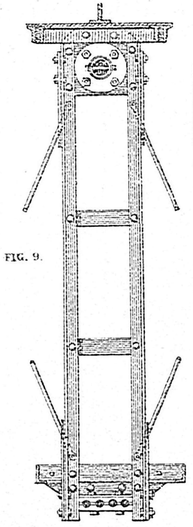
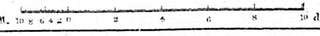


FIG. 9.

Dwarsdoorsnede.



Schaal voor den hoofdligger.



DOORBLAAS-EN EJECTOR-CONDENSORS.

FIG. 15.

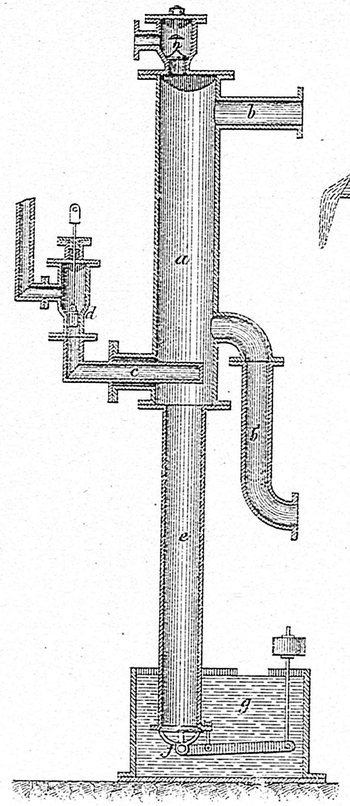


FIG. 16.

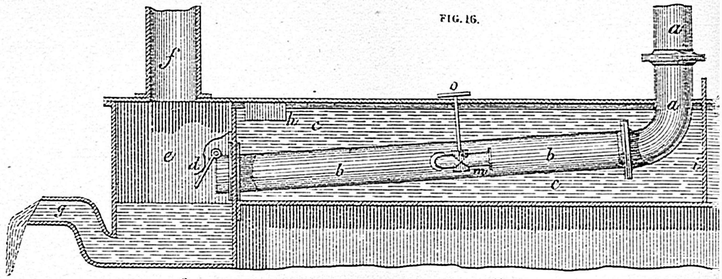


FIG. 17.

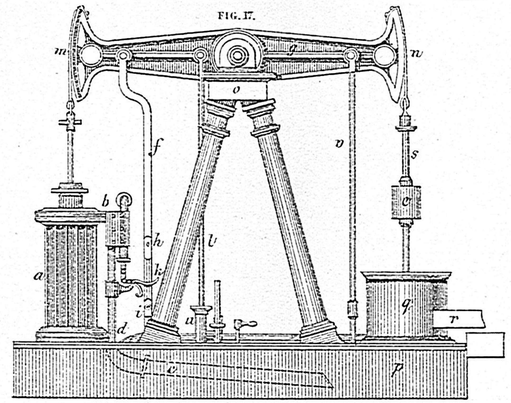


FIG. 18.

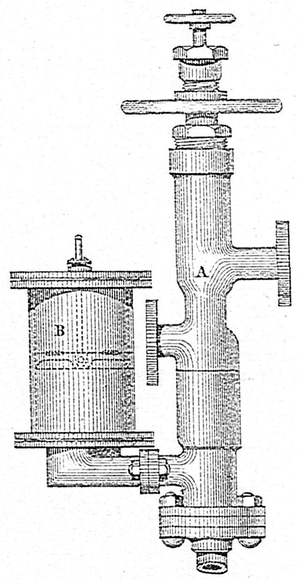


FIG. 19.

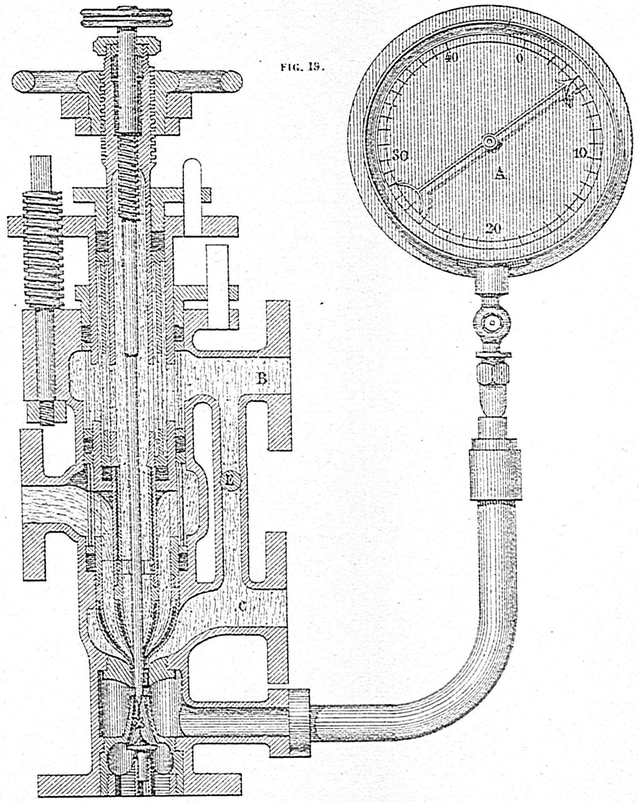
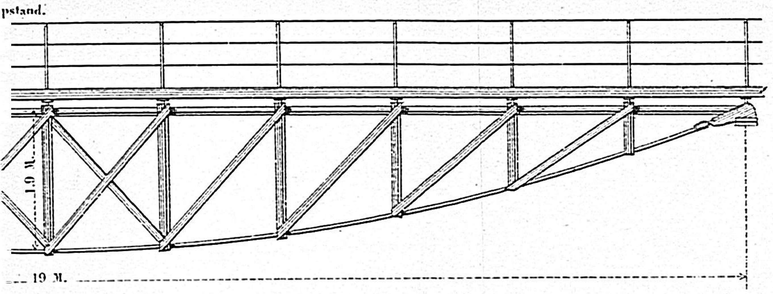


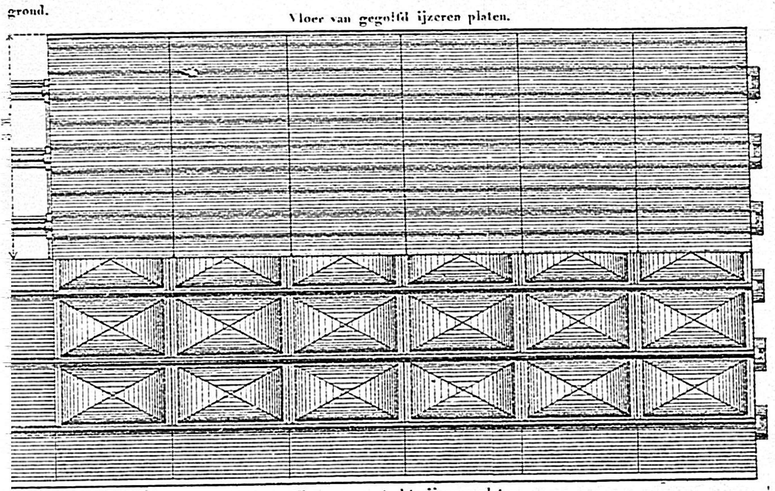
FIG. 20.

RAADKABELBRUG.

pstand.



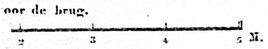
ground.



doorsneden.

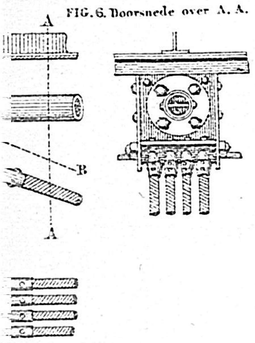
FIG. 4

oor de brug.

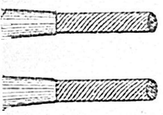


EEN HOOFDLIGGER

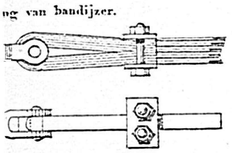
FIG. 6. Doorsnede over A. A.



van draadkabel.

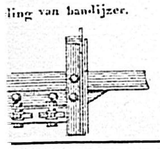


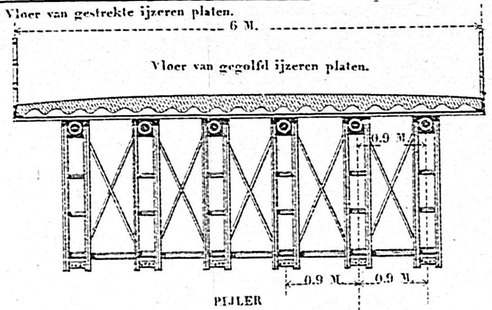
ng van bandijzer.



le van een hoofdligger

ling van bandijzer.





PIJLER

FIG. 13. Opstand.

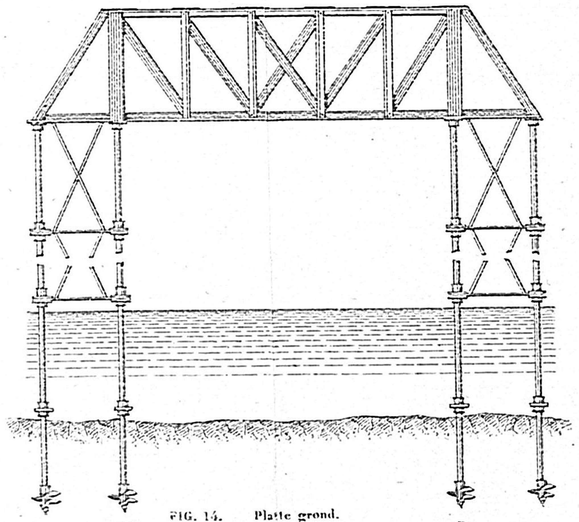
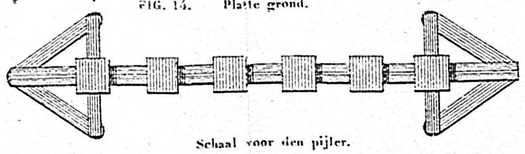
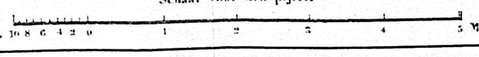


FIG. 14. Platte grond.



Schaal voor den pijler.



DOORBLAAS - EN EJECTOR - CONDENSORS.

FIG. 15.

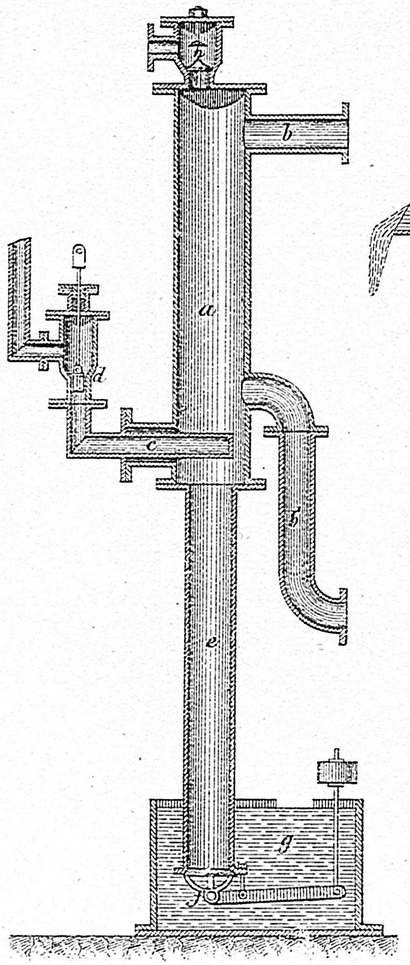


FIG. 16.

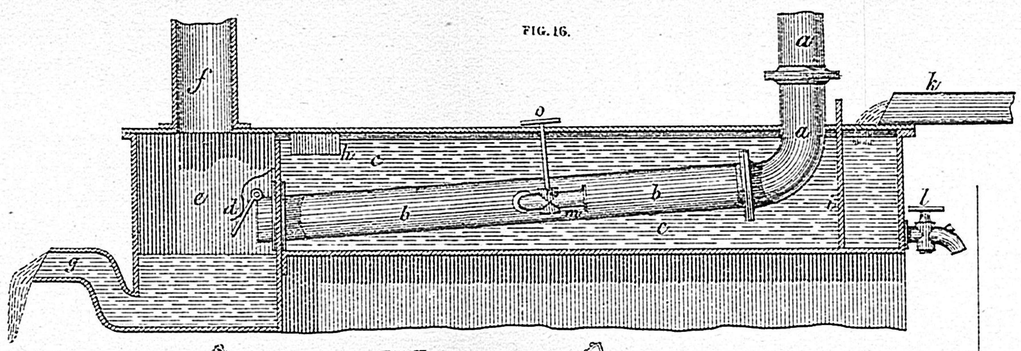


FIG. 17.

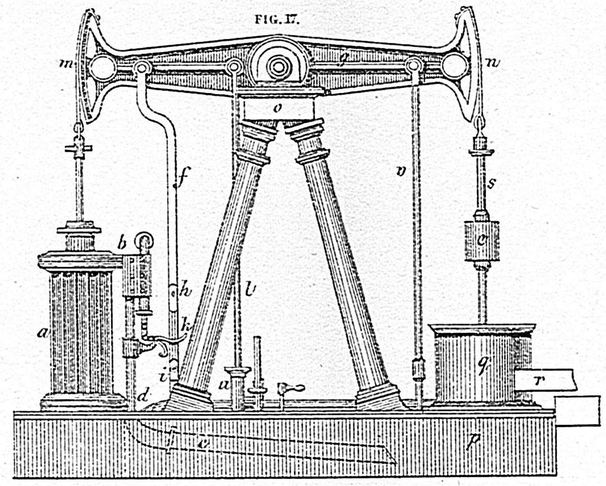


FIG. 18.

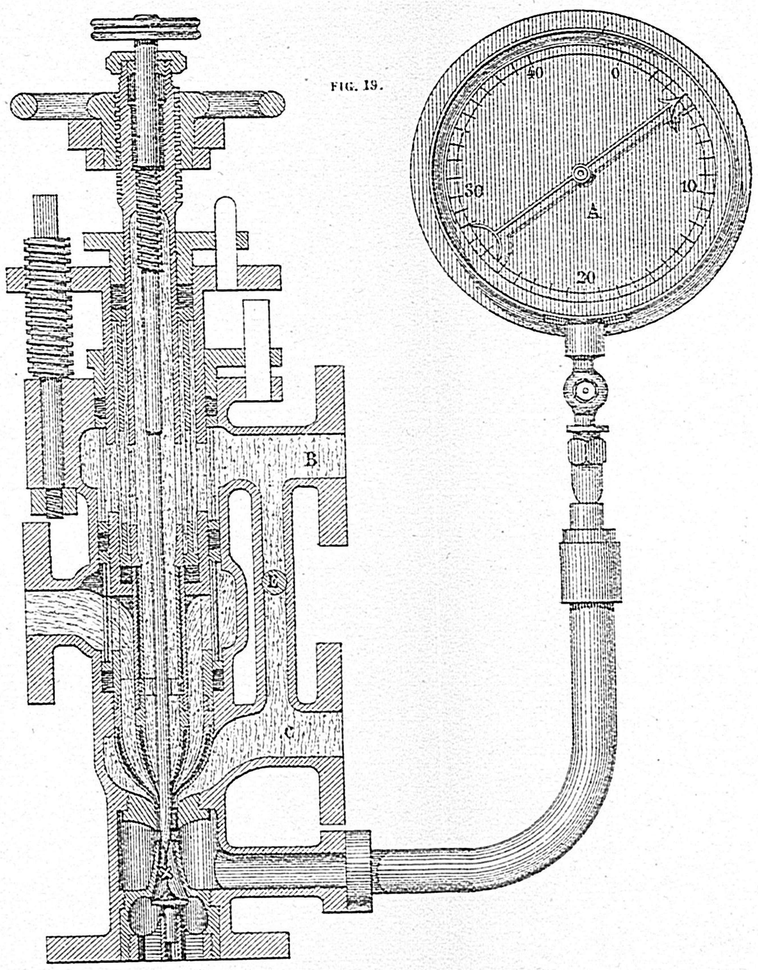


FIG. 19.

FIG. 16.

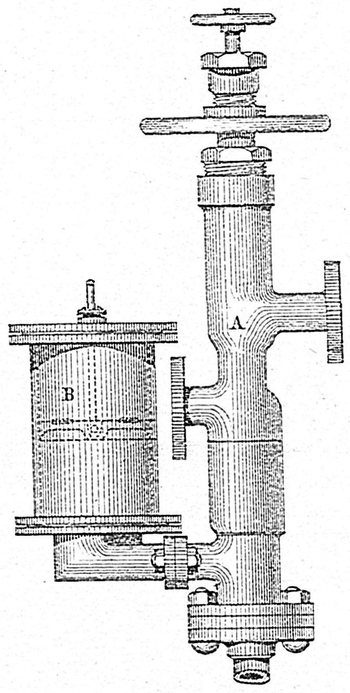
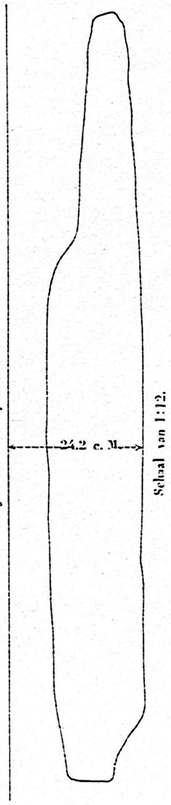
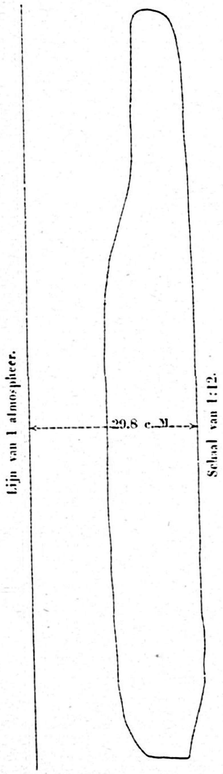


FIG. 21.
lijn van 1 atmosfeer.



Schaal van 1:12.

FIG. 20.
lijn van 1 atmosfeer.



Schaal van 1:12.

Gedrukt bij Goeraads

IJSOPRUIMING DOOR DYNAMIET.

FIG. 1-9.

FIG. 1 GLEUF OM DE ROL TE PLAATSEN.

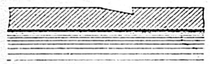


FIG. 2. ROL GEPLAATST IN DE GLEUF.

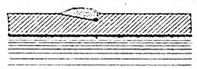


FIG. 3. PATROON GEPLAATST ONDER IJS.

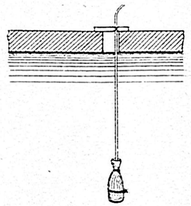


FIG. 4. SCHETS VAN DE ROL.



FIG. 5. DOORSNEDE OVER DE ROL.

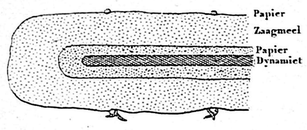


FIG. 6. PATROON.

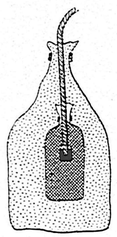


FIG. 7. UITWERKING VAN EENE ROL

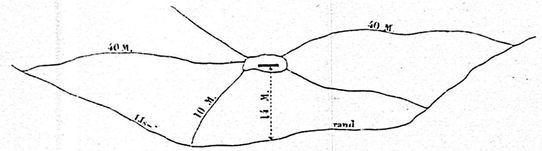


FIG. 8. EEN TWEEDE VOORBEELD.

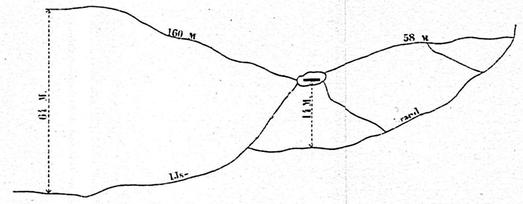
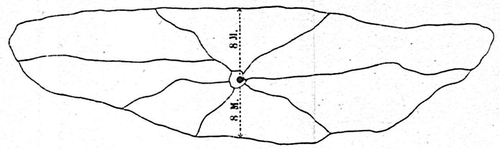


FIG. 9. UITWERKING VAN EENE ONTPLOFFING ONDER HET IJS.



GOEDKOOPE IJZEREN BRUGGEN MET SNEL GEMAAKTE FUNDERINGEN.

FIG. 10-15.

FIG. 10. ALGEMEENE OPSTAND. AANZIGT DER FUNDERINGEN.

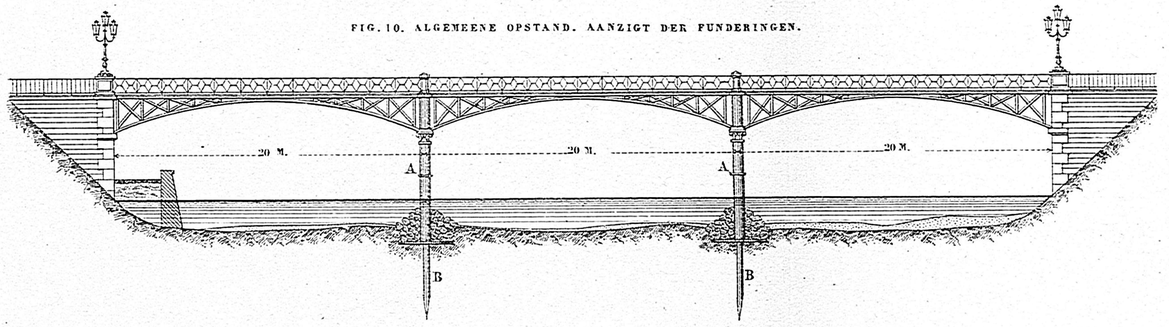


FIG. 11. ANDER STELSEL MET GEWAPENDE BALKEN.

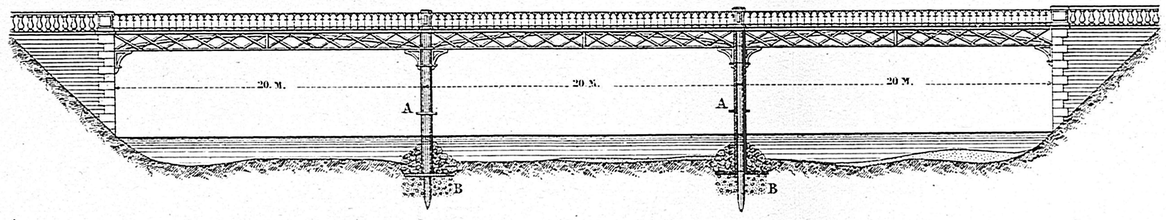


FIG. 12. ANDER STELSEL. STIJVE BRUGGEN MET OMGEKEERDEN BOOG.

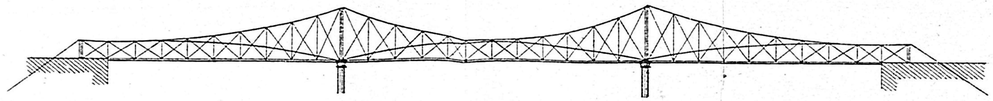


FIG. 13. PLATTE GROND VAN DE LIGGERS EN WINDKRUISEN

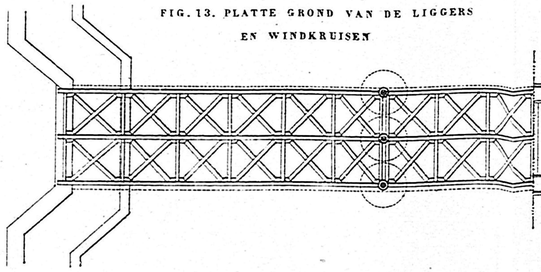
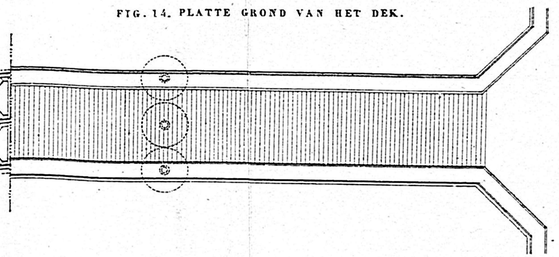


FIG. 14. PLATTE GROND VAN HET DEK.



SCHAAL VOOR FIG. 10–14.

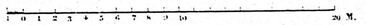
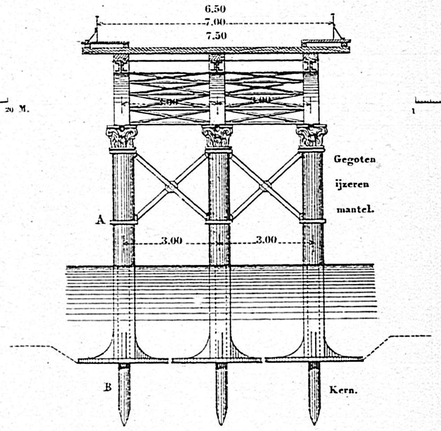
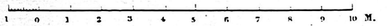


FIG. 15. DWARSDOORSNEDE-ONDERDEELEN DER FUNDERING.



SCHAAL VAN FIG. 15.



Typo-Autographie.

Gedrukt bij Coenraads.

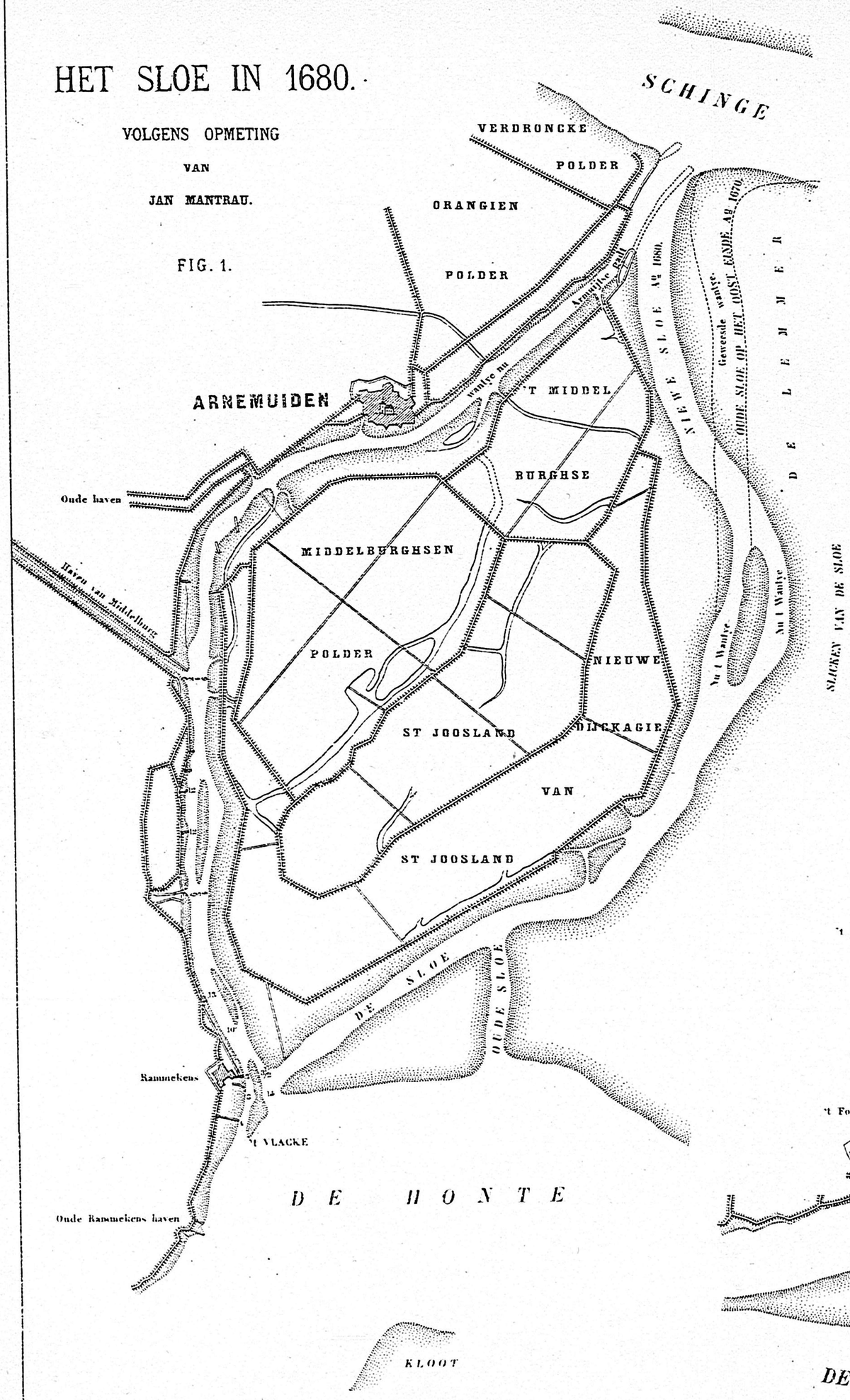
HET SLOE IN 1680.

VOLGENS OPMETING

VAN

JAN MANTRAU.

FIG. 1.



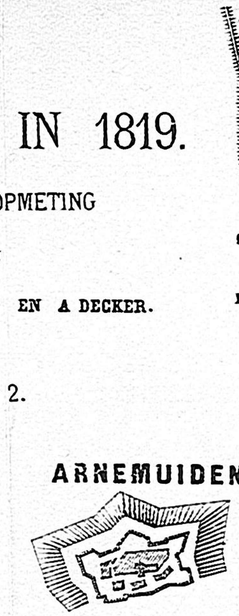
HET SLOE IN 1819.

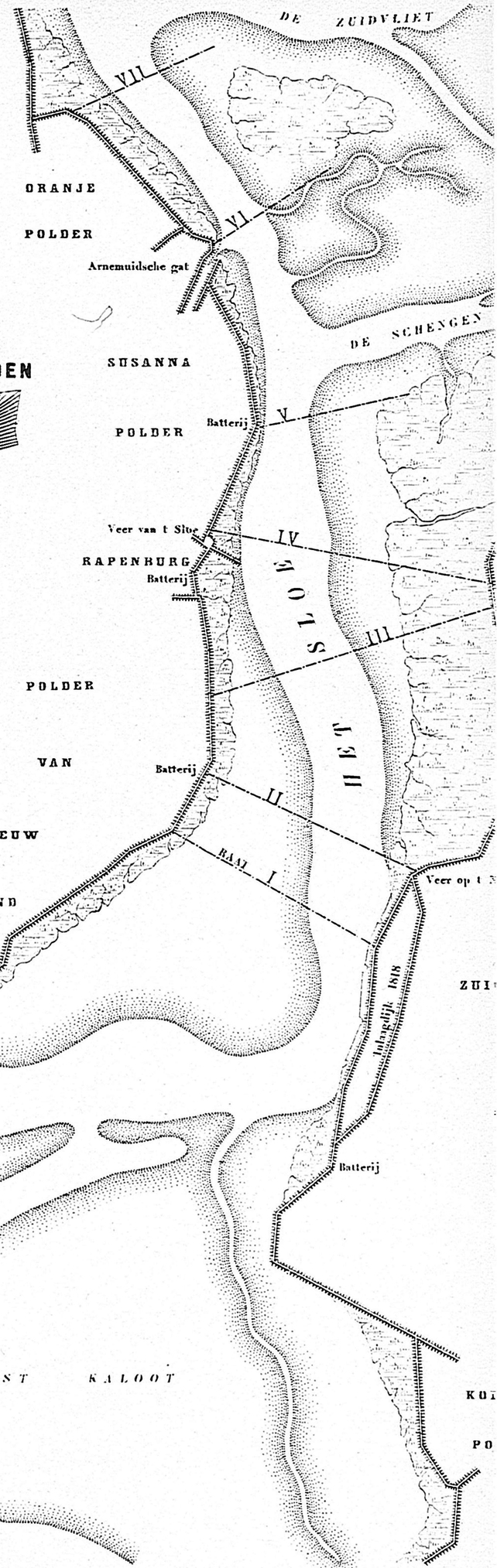
VOLGENS OPMETING

VAN

W. VAN WIJNGAARDEN. EN A DECKER.

FIG. 2.





Typo-Autographie.

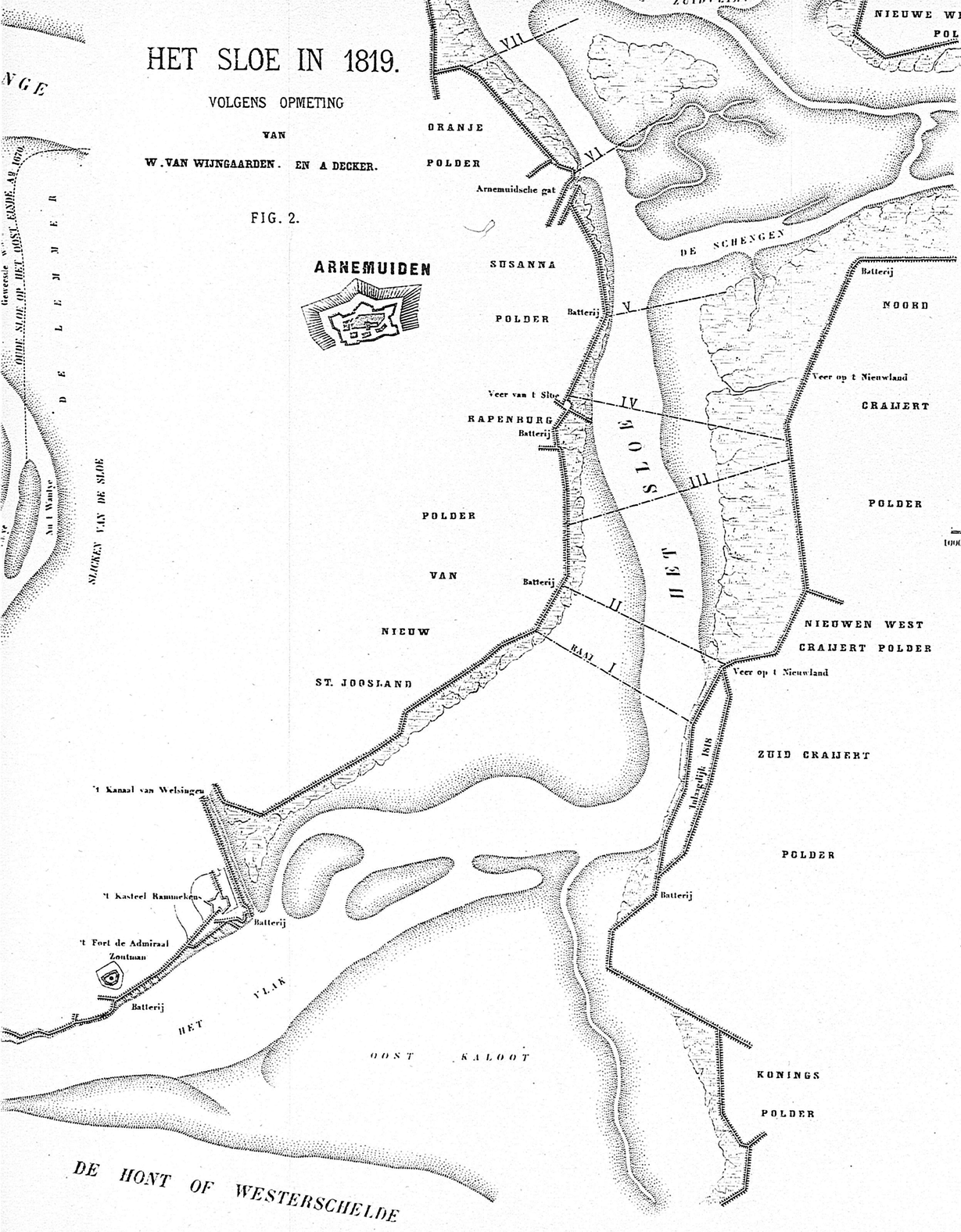
HET SLOE IN 1819.

VOLGENS OPMETING

VAN

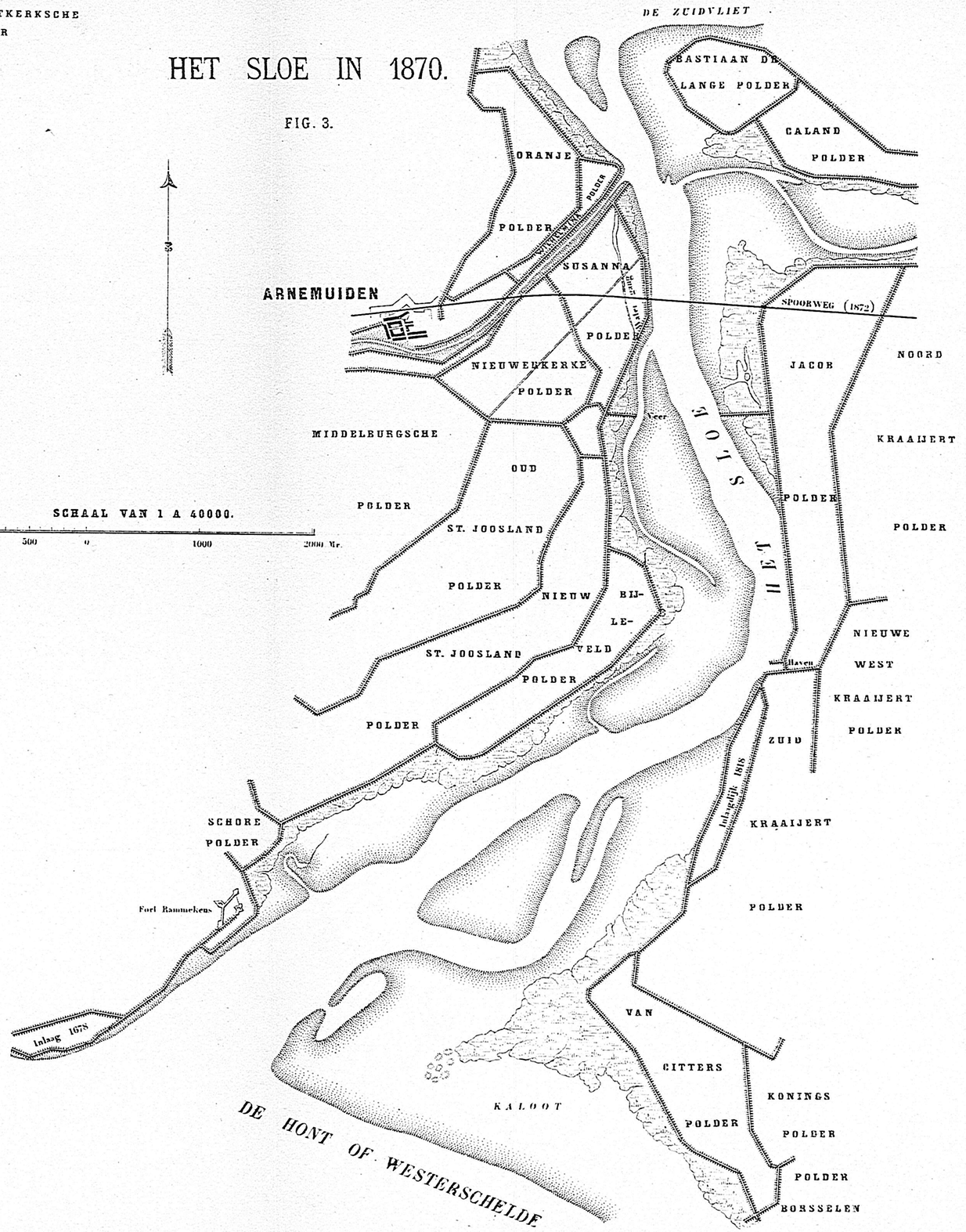
W. VAN WIJNGAARDEN. EN A DECKER.

FIG. 2.



HET SLOE IN 1870.

FIG. 3.



SCHAAL VAN 1 A 40000.

1000 500 0 1000 2000 Mr.

Gedrukt bij Coenraads.

DWARSPROFILLEN VAN DEN SLOEDAM.

(ZUIDZIJDE.) SCHAAL 1 A 500. (NOORDZIJDE)

FIG. 1.

ONTWERP VAN SCHRAVER. (1810.)

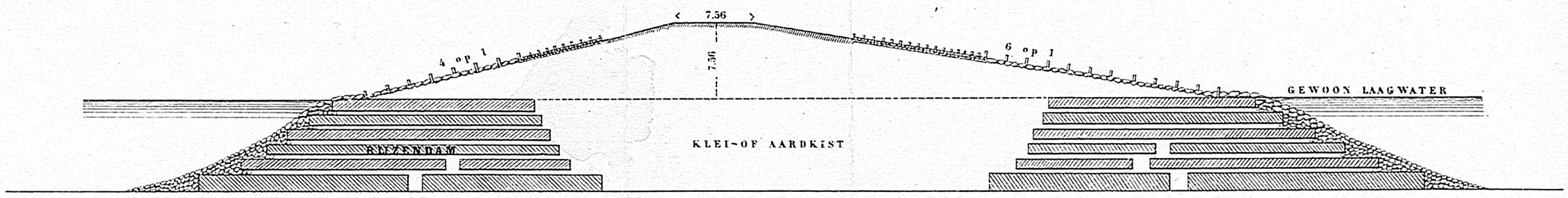


FIG. 2.

ONTWERP VAN DE BANQUE SUISSE. (1857.)

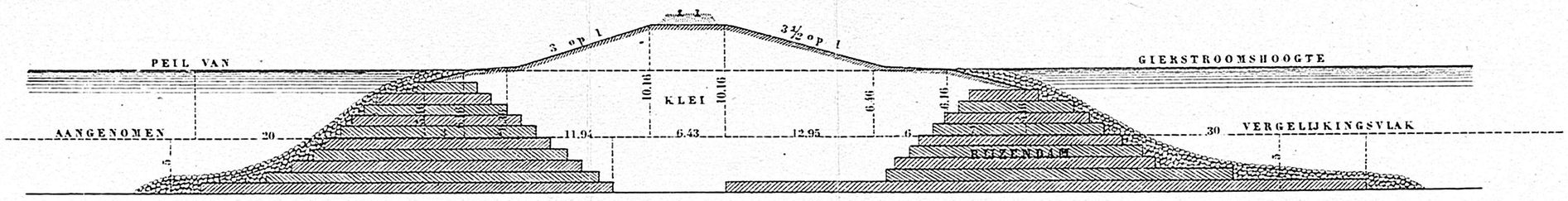


FIG. 3.

VOORLOOPIG ONTWERP DER STAATSSPOORWEGEN. (1864.)

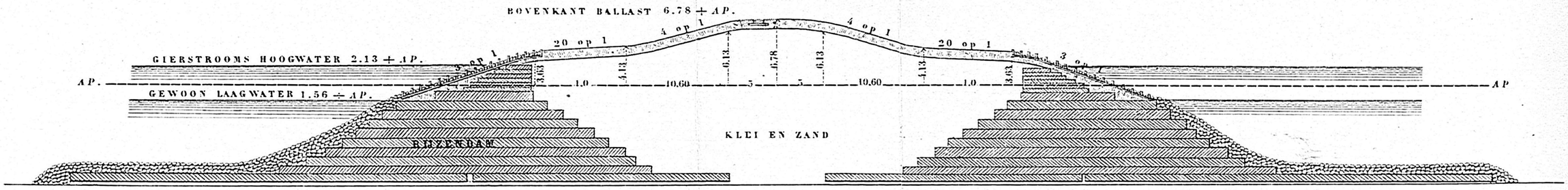
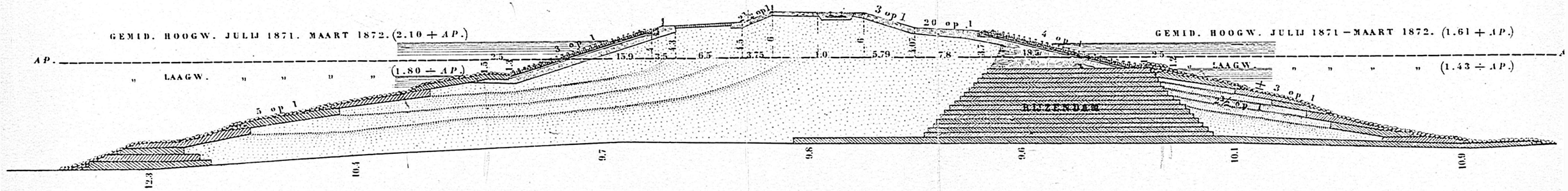


FIG. 4.

UITGEVOERD ONTWERP DER STAATSSPOORWEGEN. (1871.)



Typo-Autographie.

VAN DEN SLOEDAM.

HAAL 1 A 500. (NOORDZIJDE)

FIG. 1.

AN SCHRAVER. (1810.)

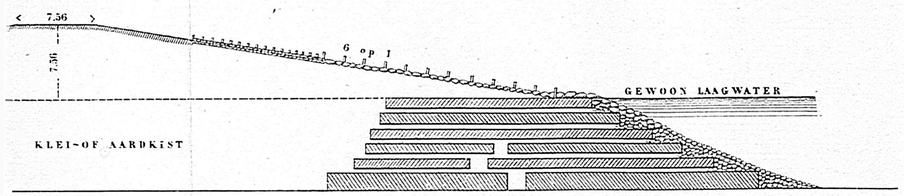


FIG. 2.

DE BANQUE SUISSE. (1857.)

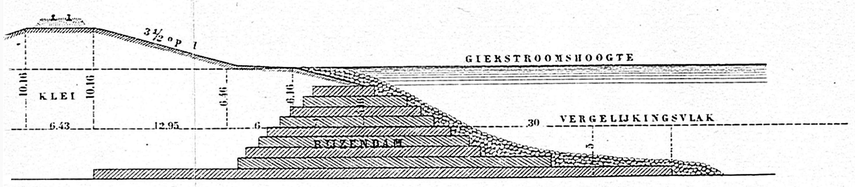


FIG. 3.

R STAATSSPOORWEGEN. (1864)

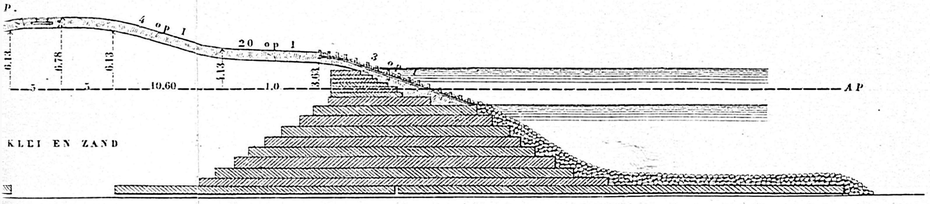
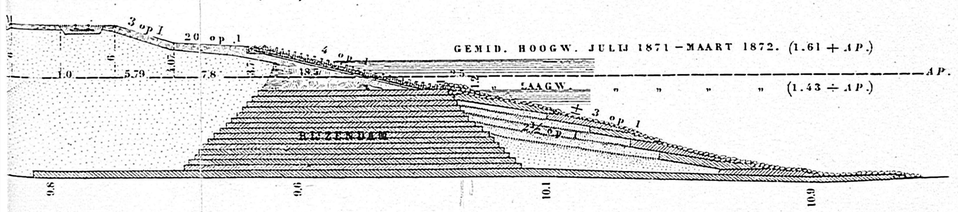


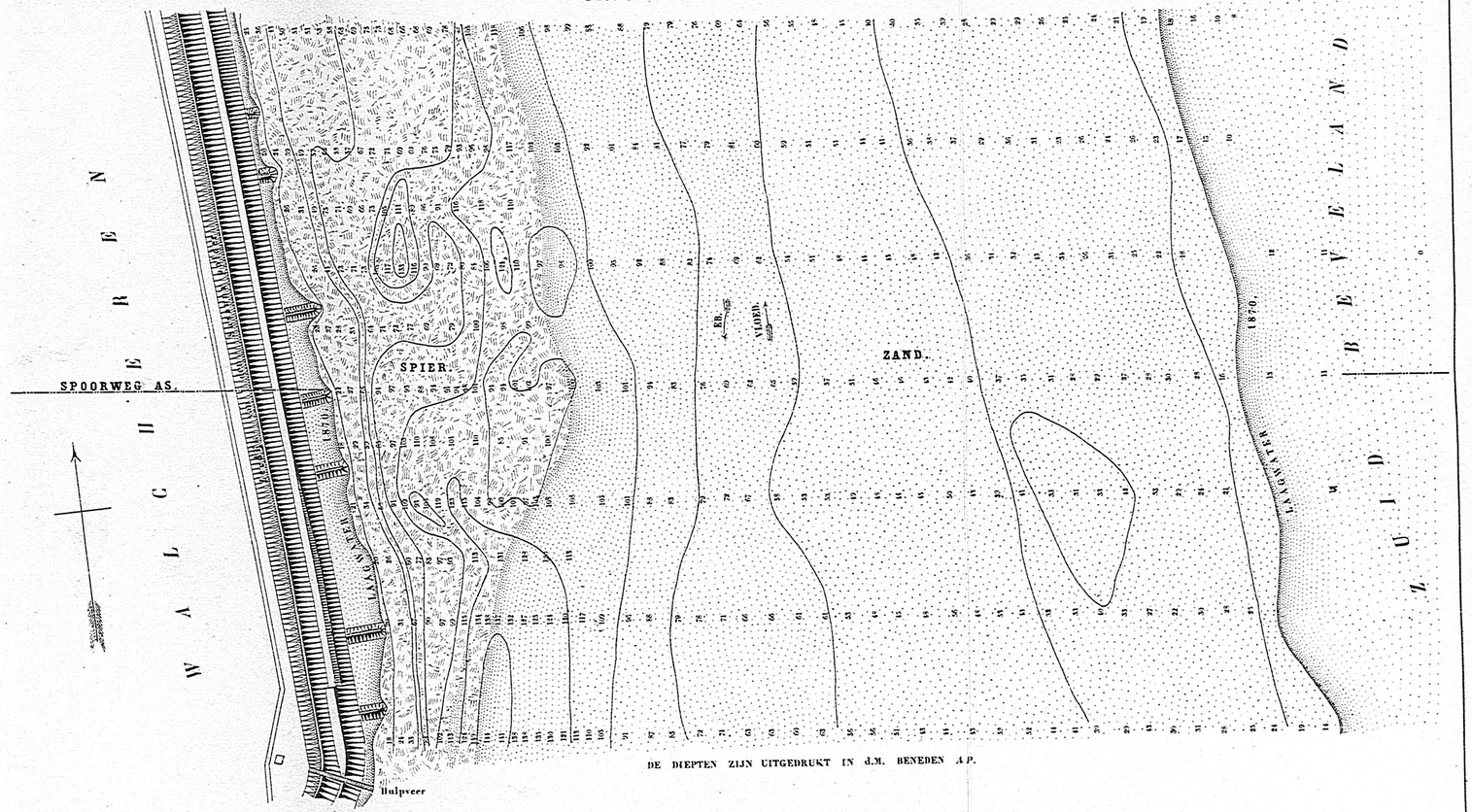
FIG. 4.

DER STAATSSPOORWEGEN. (1871.)



VAARWATER HET SLOE IN 1870 TER PLAATSE VAN DE ONTWORPEN AFDAMMING.

FIG. 5. SCHAAL 1 À 2000.



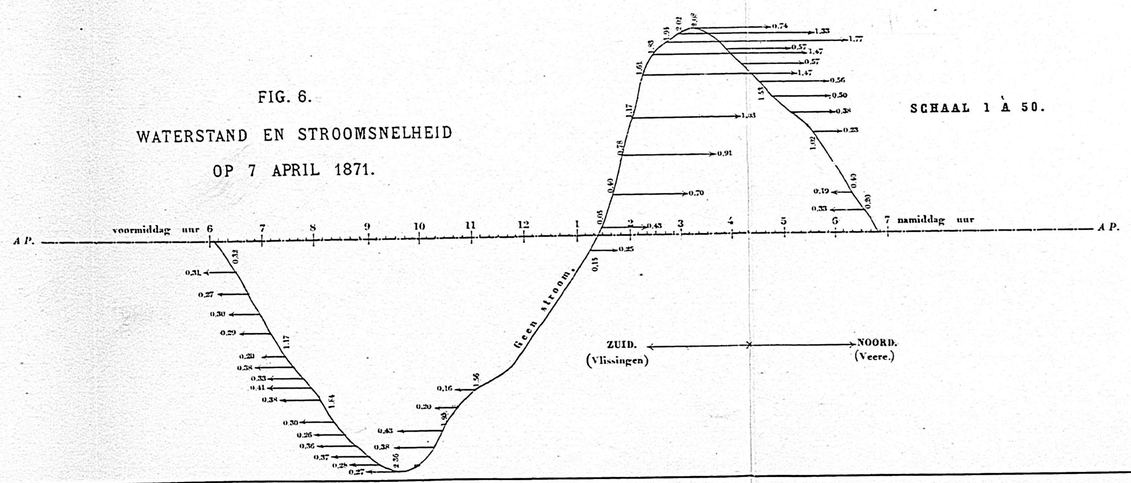
DE DIEPTEN ZIJN UITGEDRUKT IN d.M. BENEDEN *AP.*

FIG. 6.

WATERSTAND EN STROOMSNELHEID

OP 7 APRIL 1871.

SCHAAL 1 À 50.



Gedrukt bij Coenraads.

VERZAMELING VAN DOORSNEDEN VAN DEN SLOEDAM TIJDEN

HOOGTE SCHAAL 1 A 200. FIG. 1 LENGTE

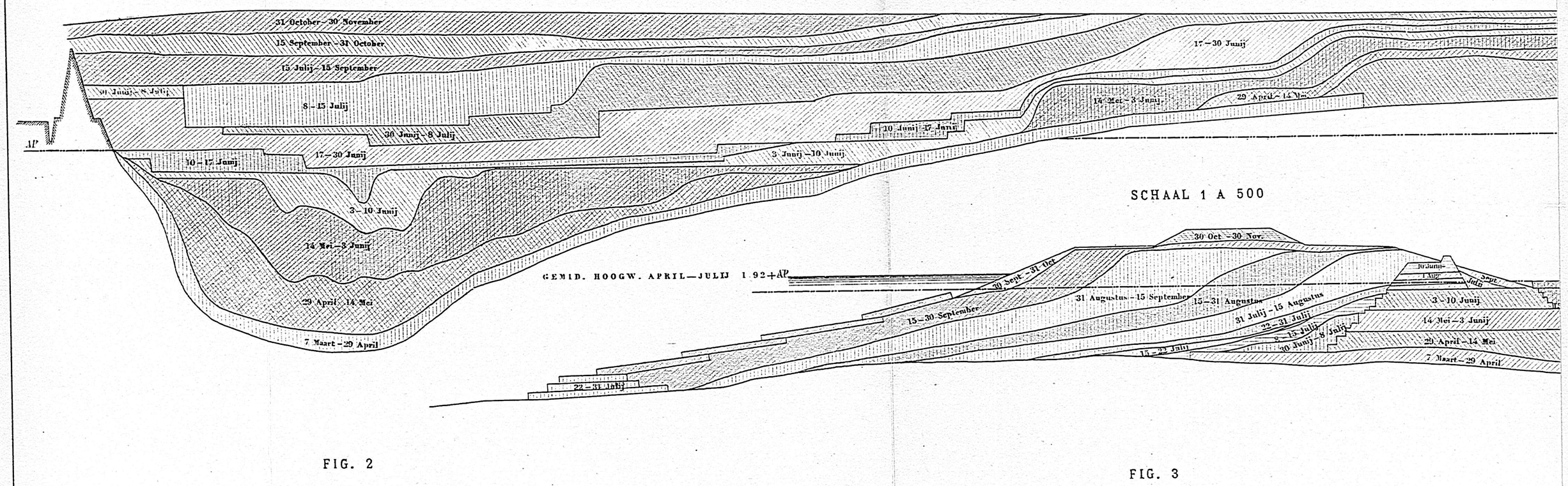


FIG. 2

STROOMLOOP 7 JULIJ 1871.

1 A 5000.

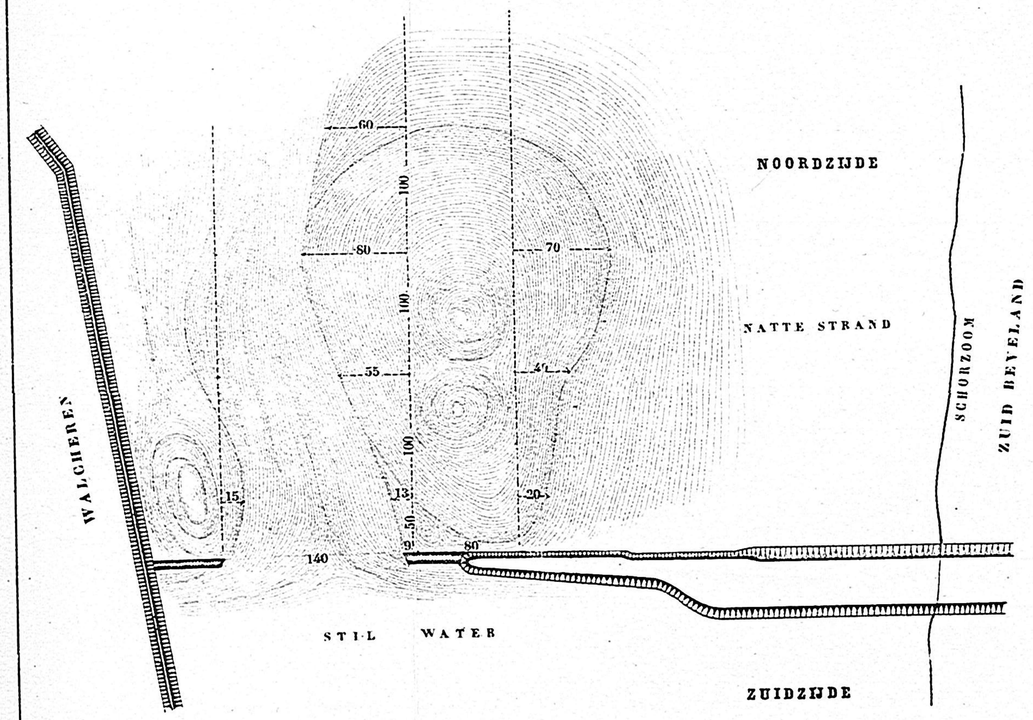


FIG. 3

OVERSTORTING 5 JULIJ 1871.

1 A 100.

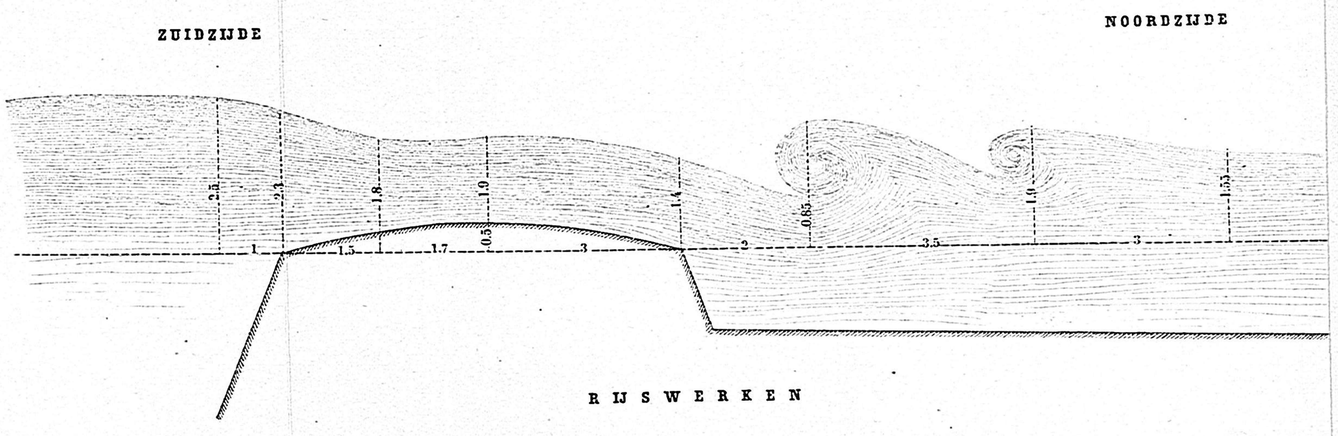
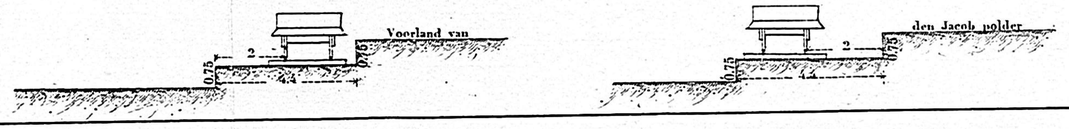


FIG. 7

VERGRAVING VAN DE LADINGPLAATS

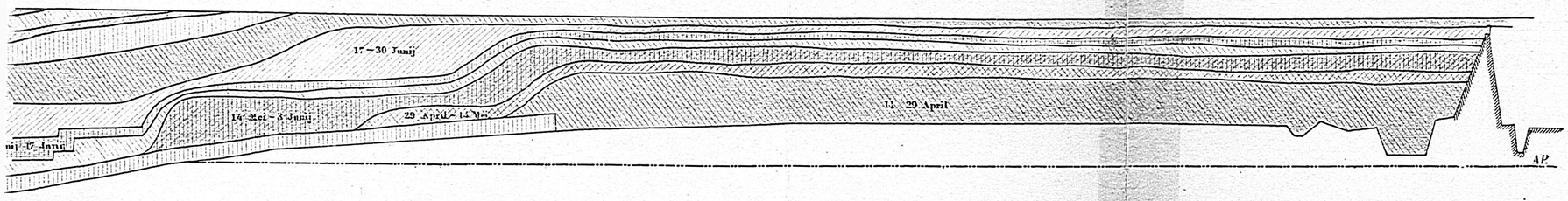


Typo Autographie.

RSNEDEN VAN DEN SLOEDAM TIJDENS DE UITVOERING VAN HET WERK.

HOOGTE SCHAAL 1 A 200. FIG. 1 LENGTE SCHAAL 1 A 2000.

ZUID BEVELAND



SCHAAL 1 A 500

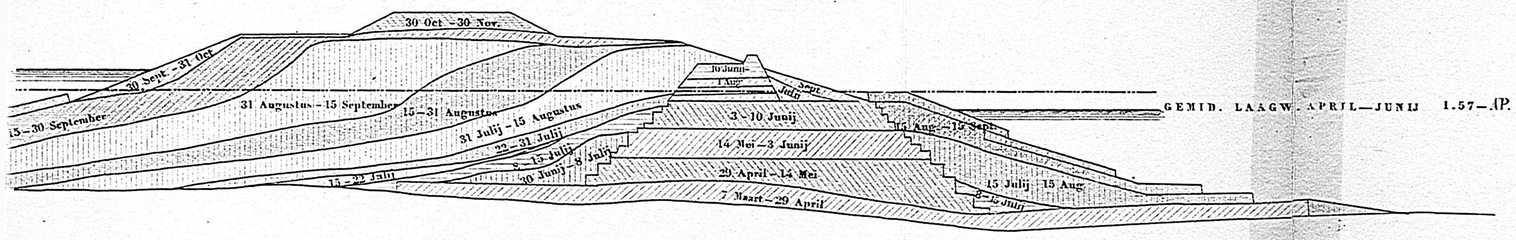
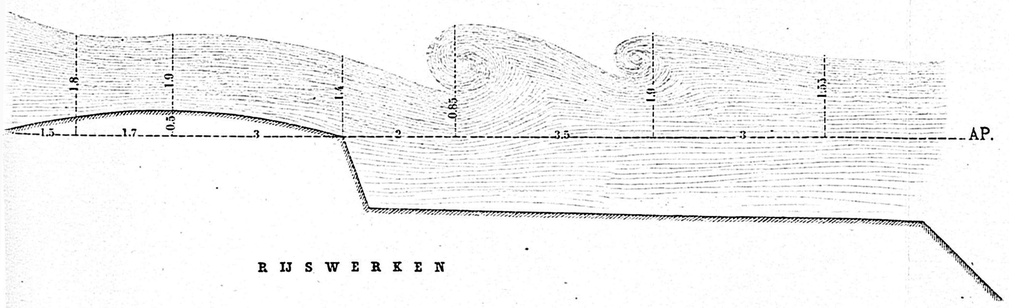


FIG. 3

OVERSTORTING 5 JULIJ 1871.

1 A 100.

NOORDZIJDE



RIJSWERKEN

FIG. 7

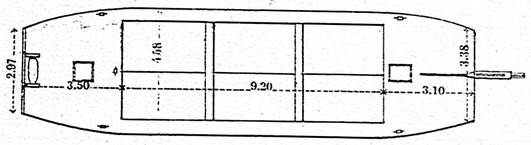
VERGRAVING VAN DE LADINGPLAATS



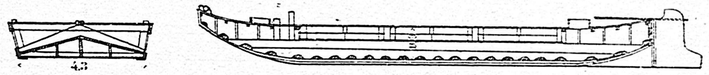
KLEPSCHOUW FIG. 5

1 A 200.

BOVENDEK.



DOORSNEDEN.



GANG VAN HET BAGGERWERK. FIG. 6

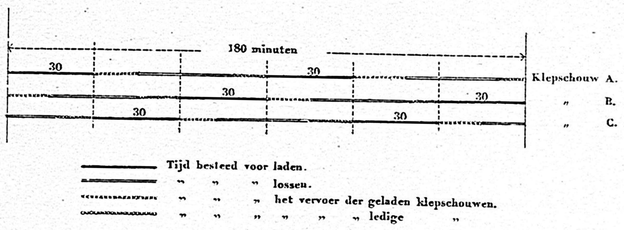
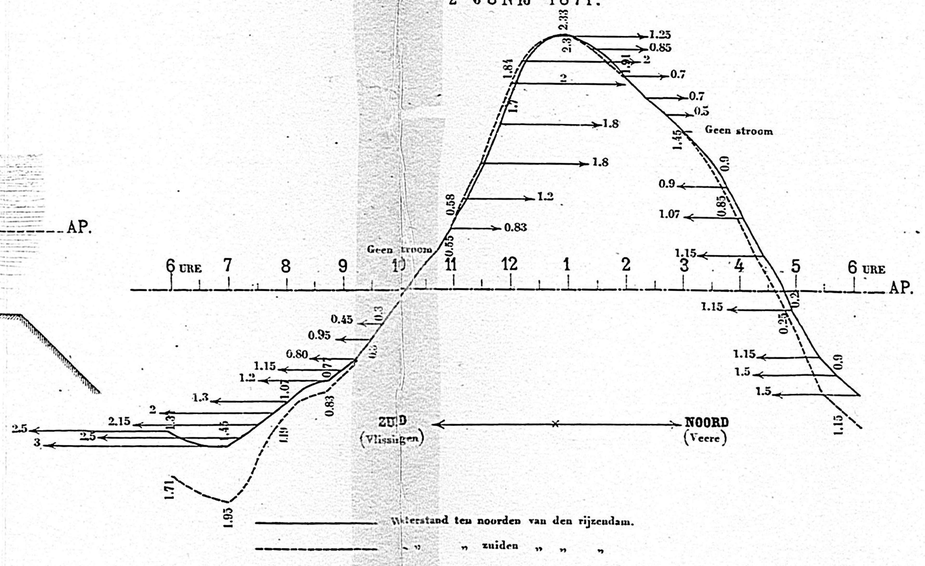


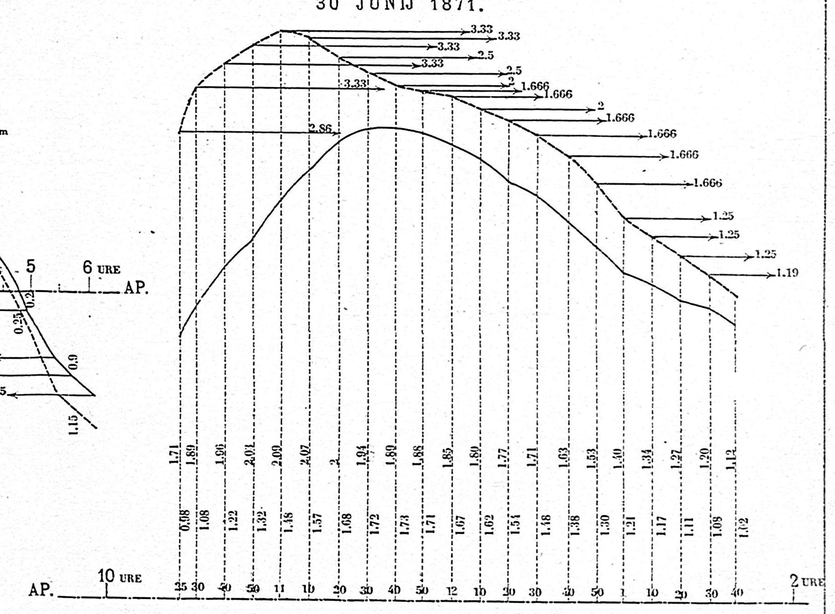
FIG. 4

WATERSTAND EN STROOMSNELHEID OP

2 JUNIJ 1871.



30 JUNIJ 1871.



Gedrukt bij Coenraads.

STAND DER WERKEN VAN DEN SPOORWEGDAM DOOR HET SLOE IN 1871.

FIG. 1.

29 APRIL.

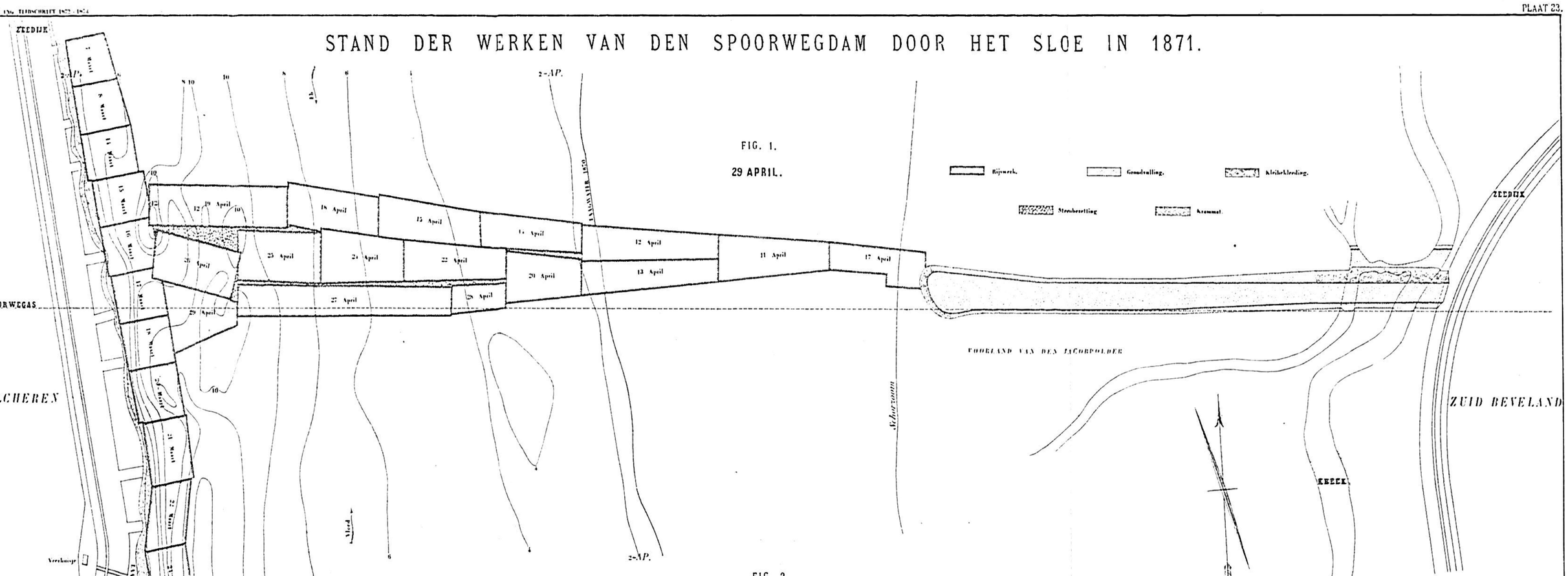


FIG. 2.

30 JULIJ.

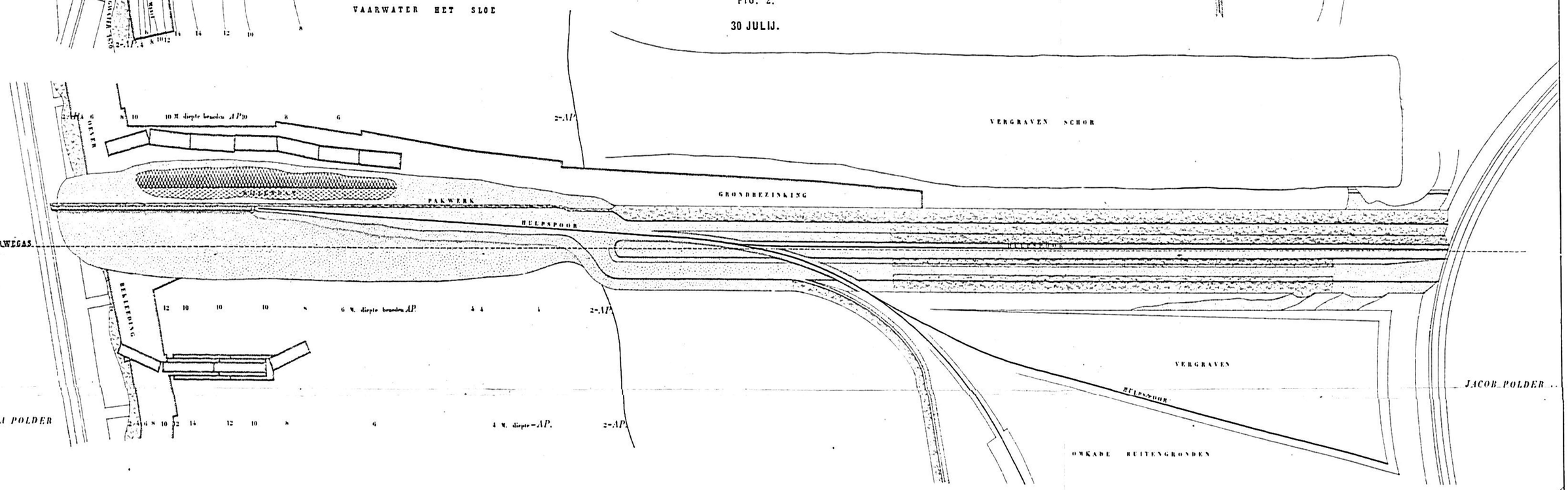


FIG. 3.

15 OCTOBER.

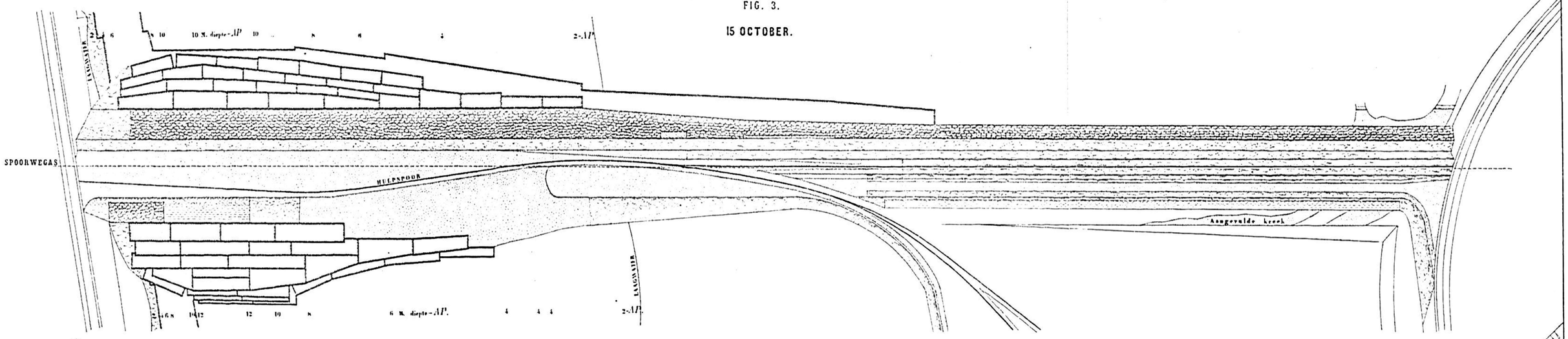
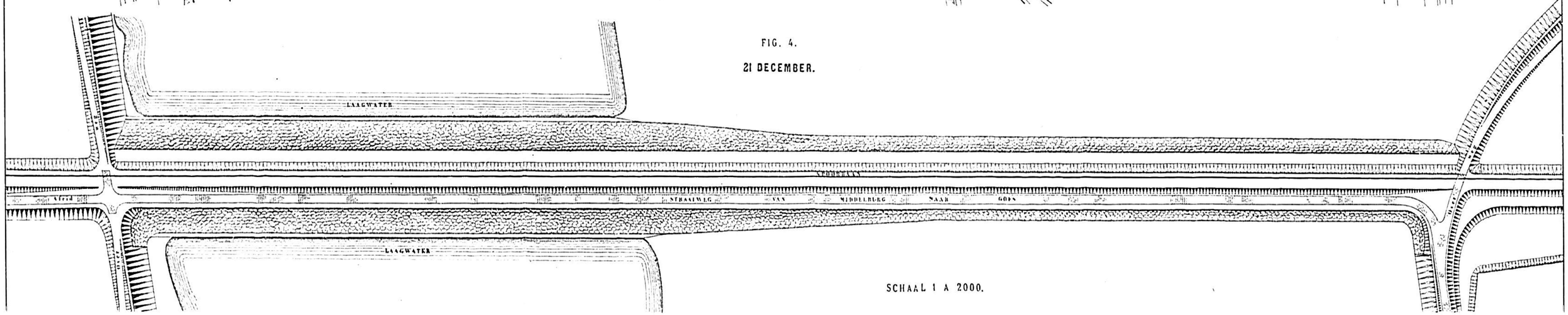


FIG. 4.

21 DECEMBER.



SCHAAL 1 A 2000.

SPRINGEN VAN DEN STOOMKETEL IN DE SCHROEFSTOOMBOOT „STAD GORINCHEM."

FIG. 1.

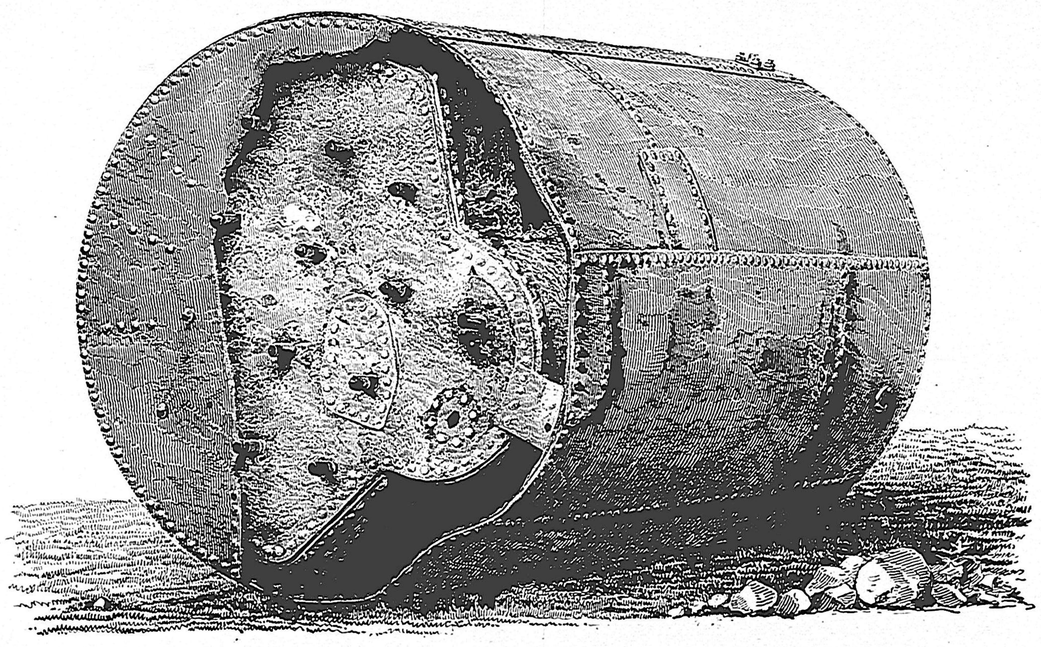
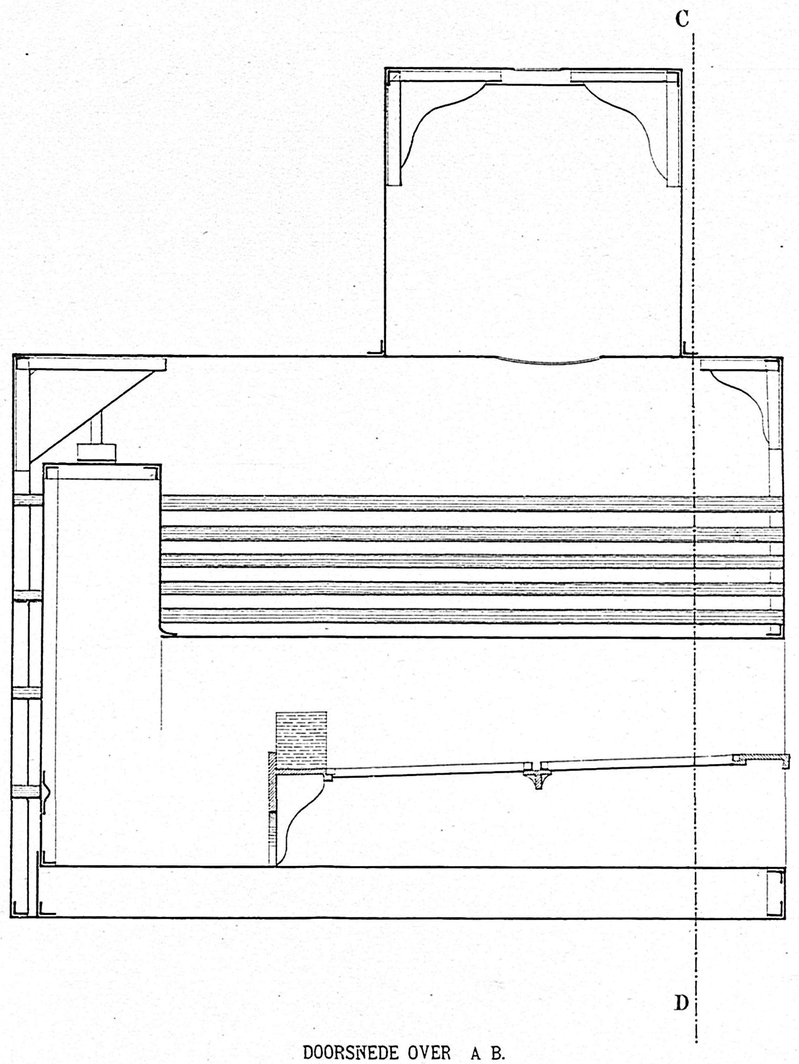


FIG. 2.



DOORSNEDE OVER A B.

SCHAAL 1:20.

Typo - Autographie.

SPRINGEN VAN DEN STOOMKETEL IN DE SCHROEFSTOOMBOOT „STAD GORINCHEM."

1.

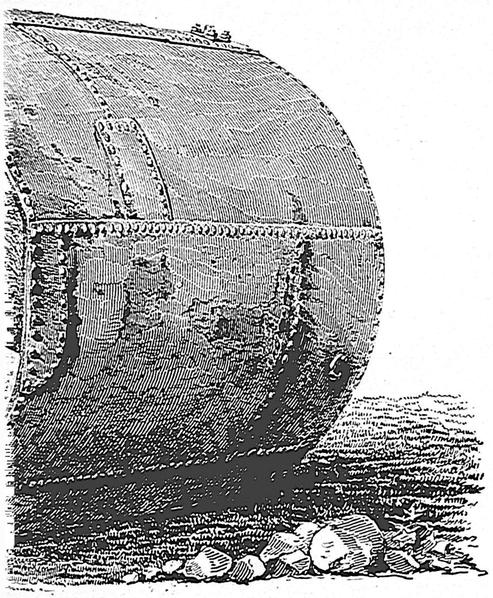
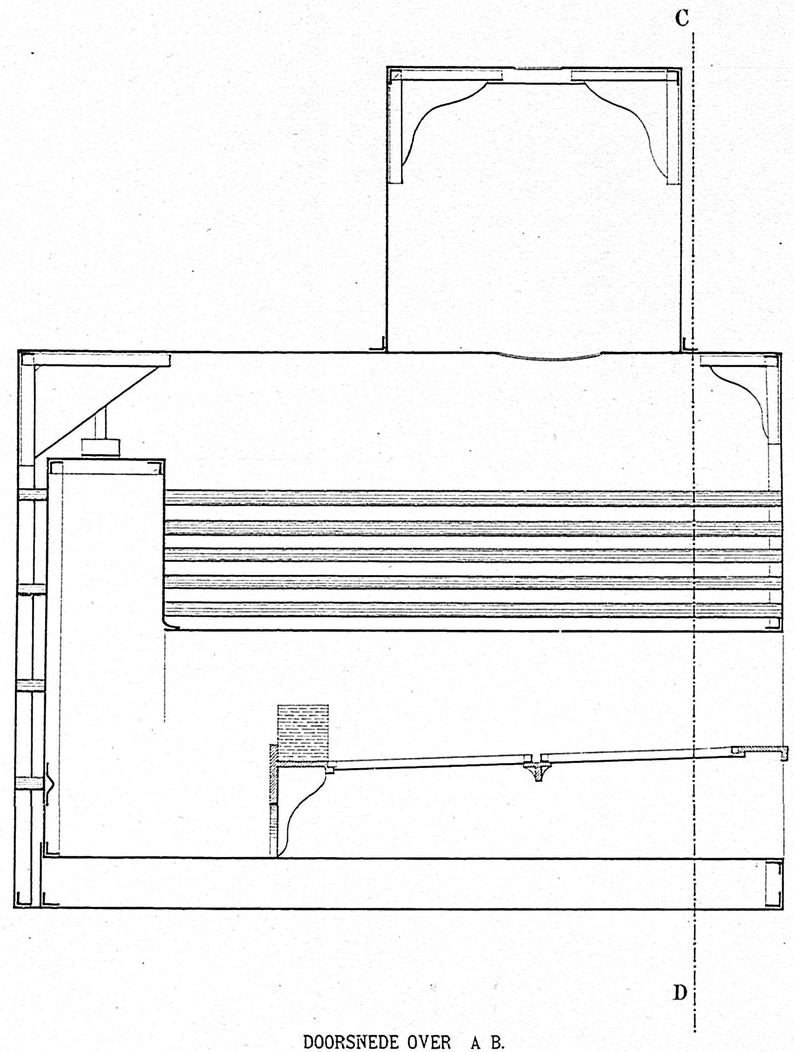
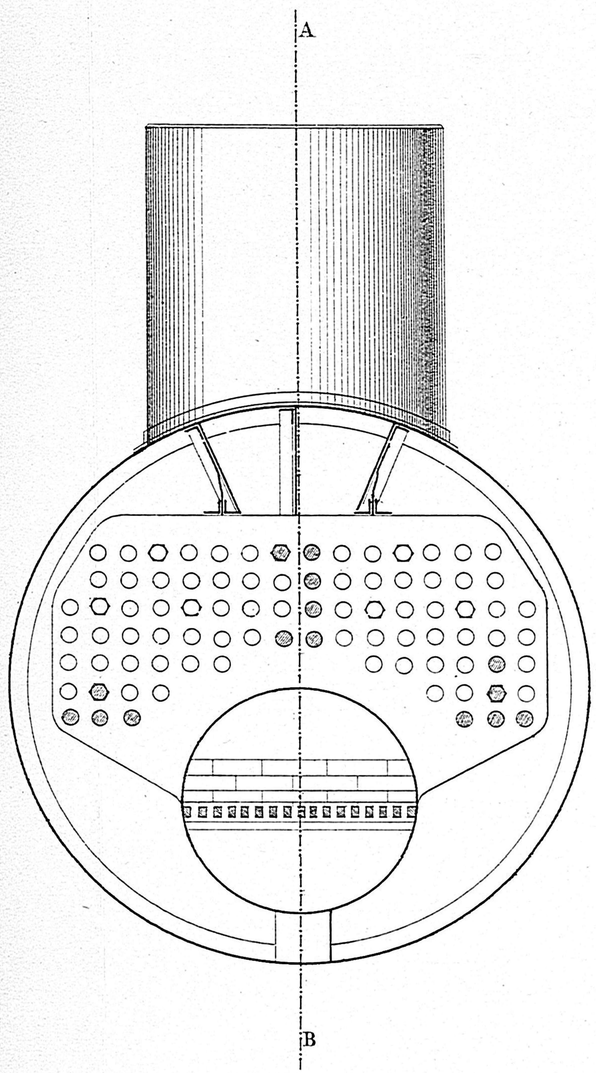


FIG. 2.



DOORSNEDE OVER A B.

FIG. 3.



DOORSNEDE OVER C D.

SCHAAL 1:20.

Gedrukt bij Coenraads.

BOUW VAN EEN FORT IN DE WEZER.

FIG. 1.

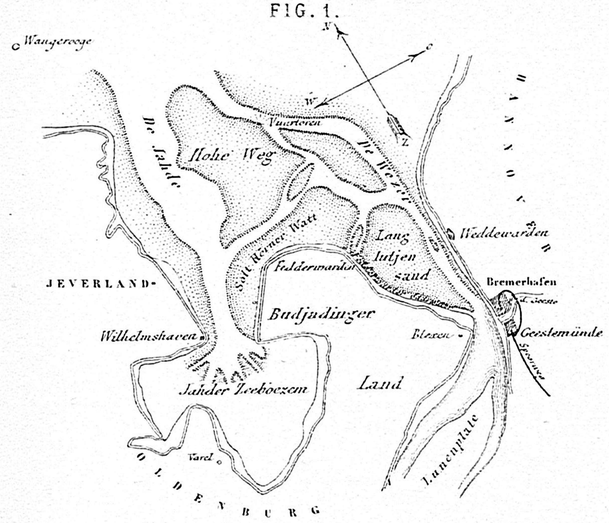


FIG. 2.

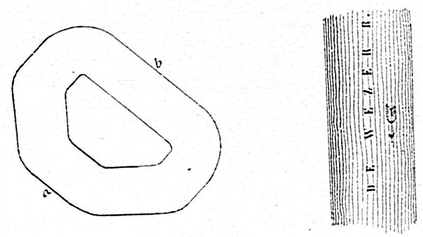


FIG. 7.

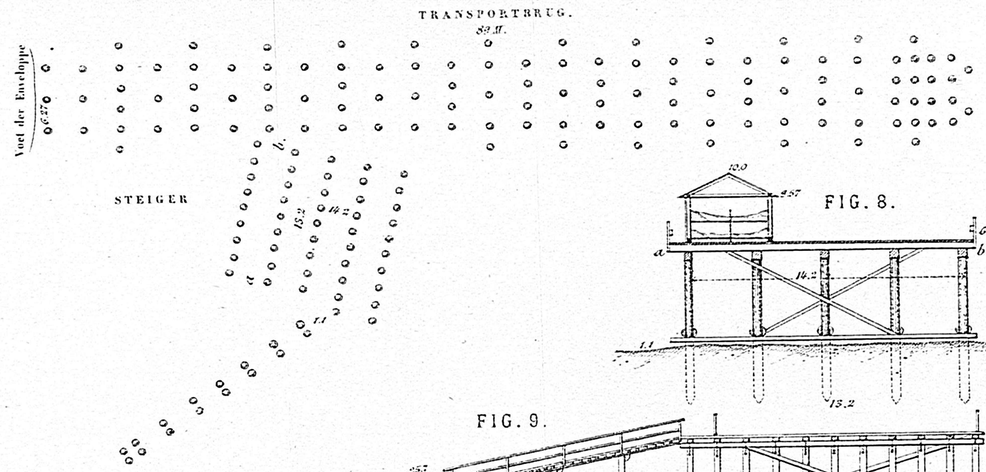


FIG. 8.

FIG. 9.

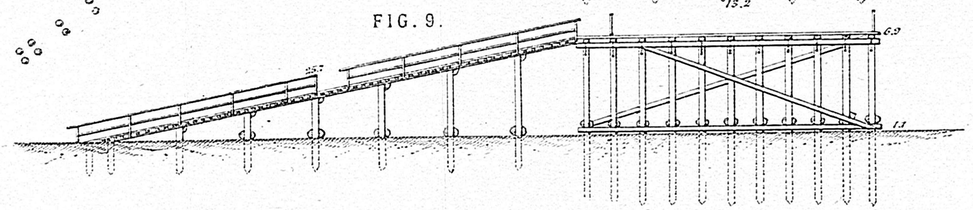


FIG. 10.

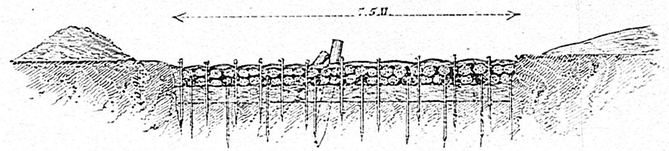


FIG. 14.

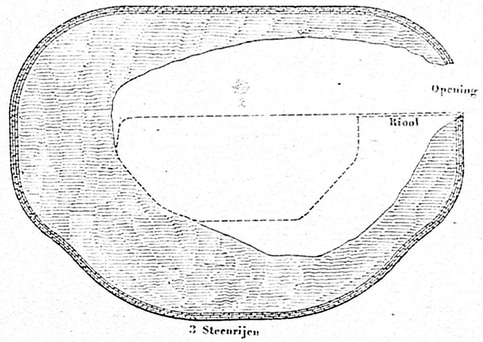


FIG. 15.

AFVLOEI-OPENING VAN BOVEN.

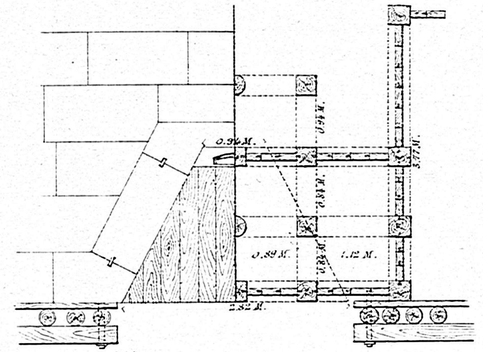


FIG. 17 A.

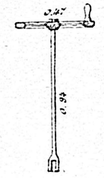


FIG. 11.

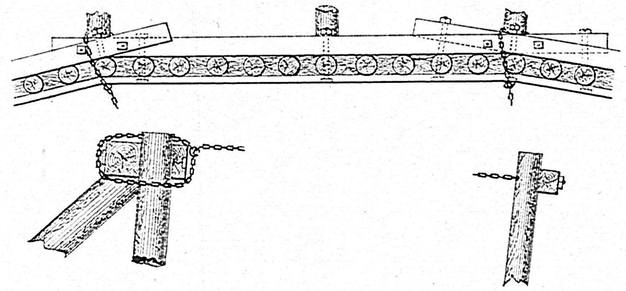


FIG. 17.

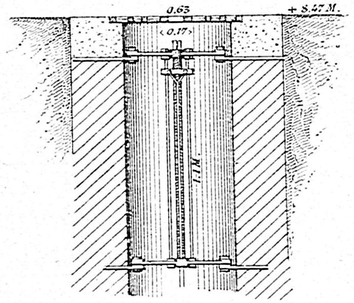


FIG. 16.

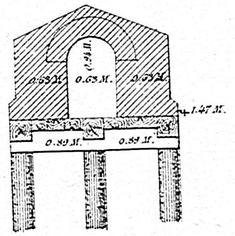


FIG. 3.

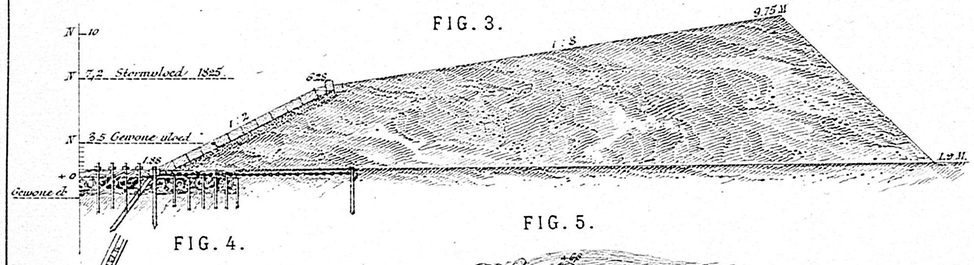


FIG. 4.

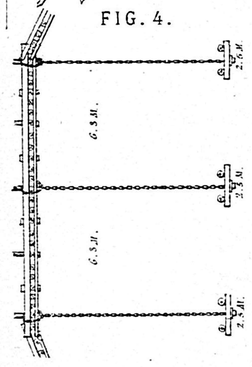


FIG. 5.

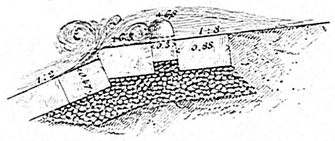


FIG. 6.

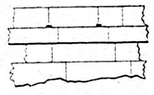


FIG. 12.

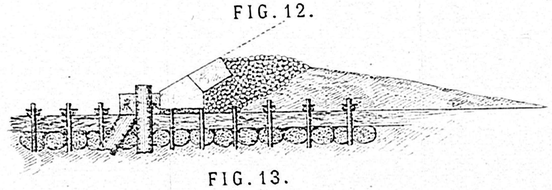


FIG. 13.

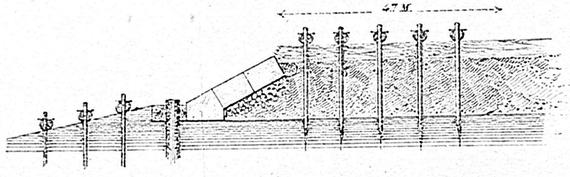
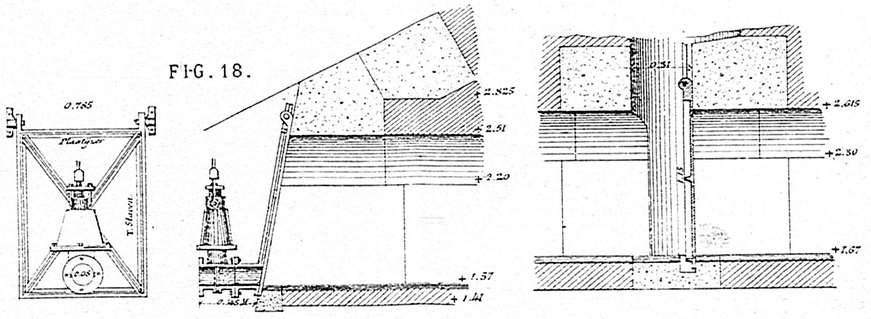


FIG. 18.



Gedrukt bij Coenraads.

Typo-Autographie.

BOUW VAN EEN FORT IN DE WEZER.

FIG. 19.



FIG. 20.

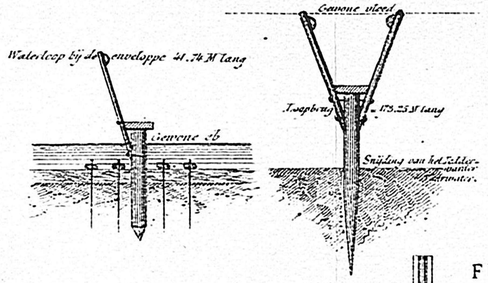
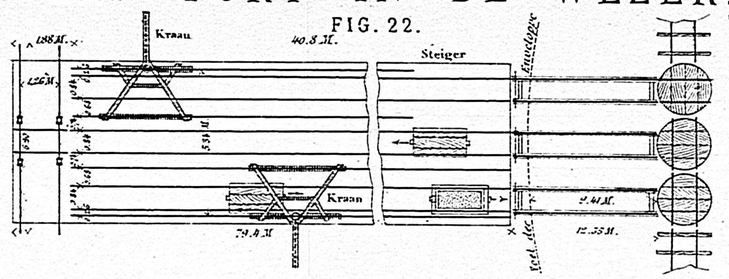


FIG. 22.



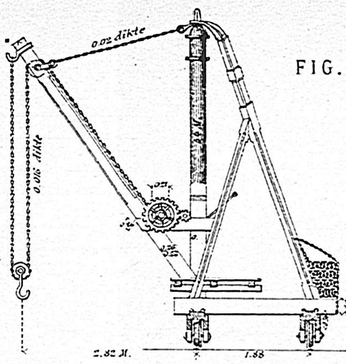


FIG. 23.

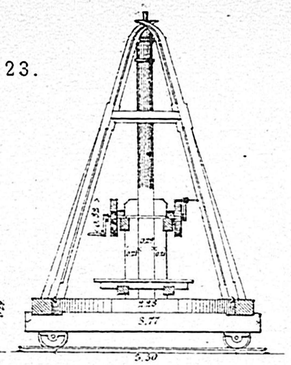


FIG. 24.

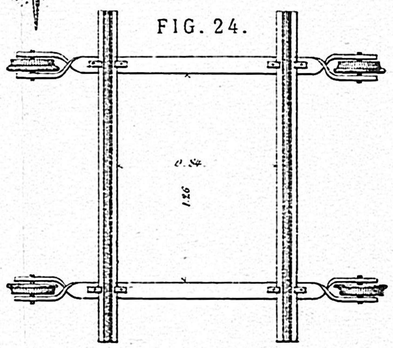


FIG. 21.

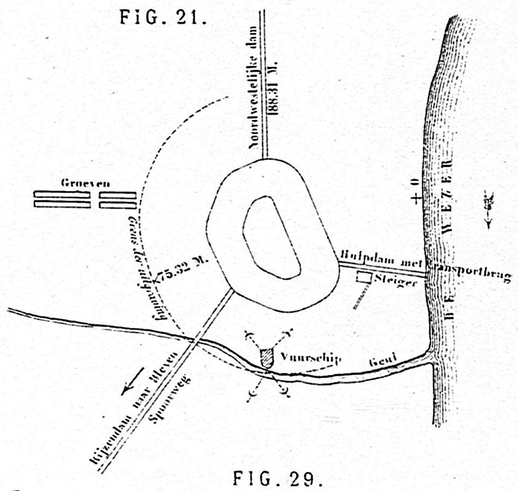


FIG. 25.

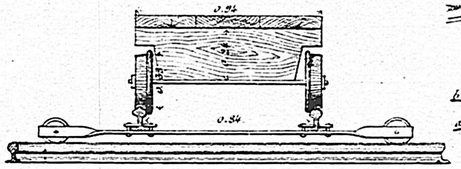


FIG. 26.

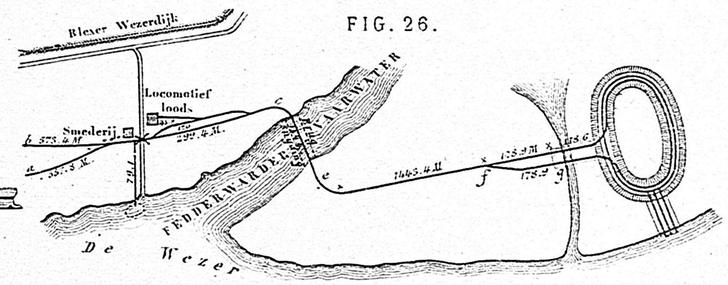
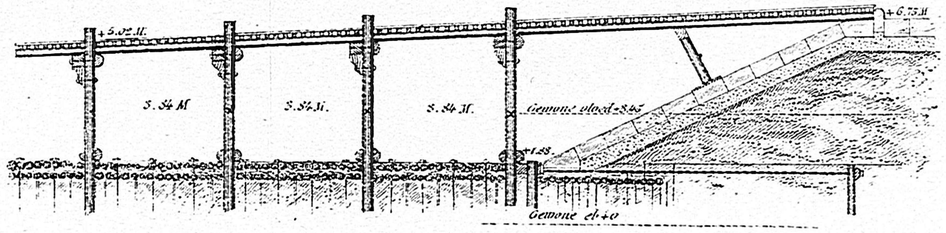


FIG. 27.



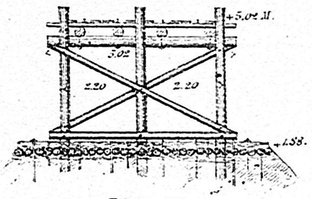


FIG. 28.

FIG. 29.

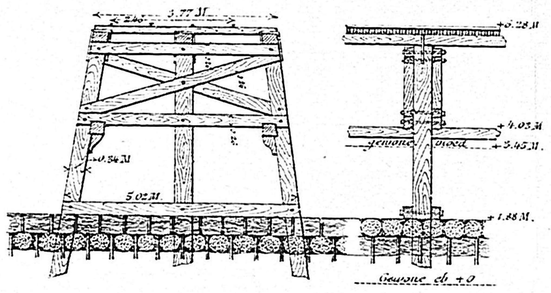


FIG. 30.

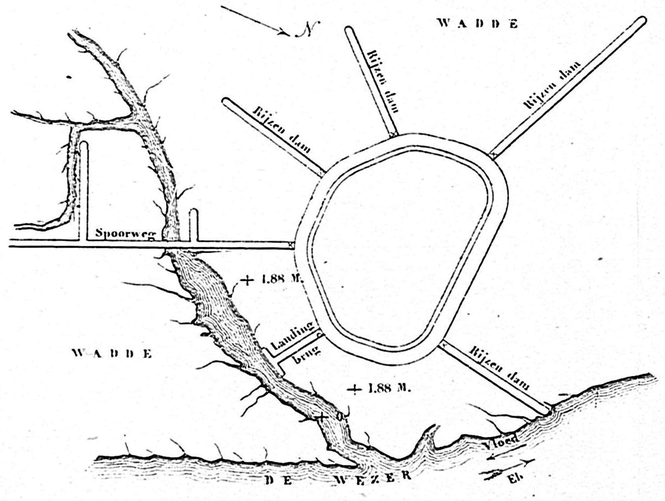
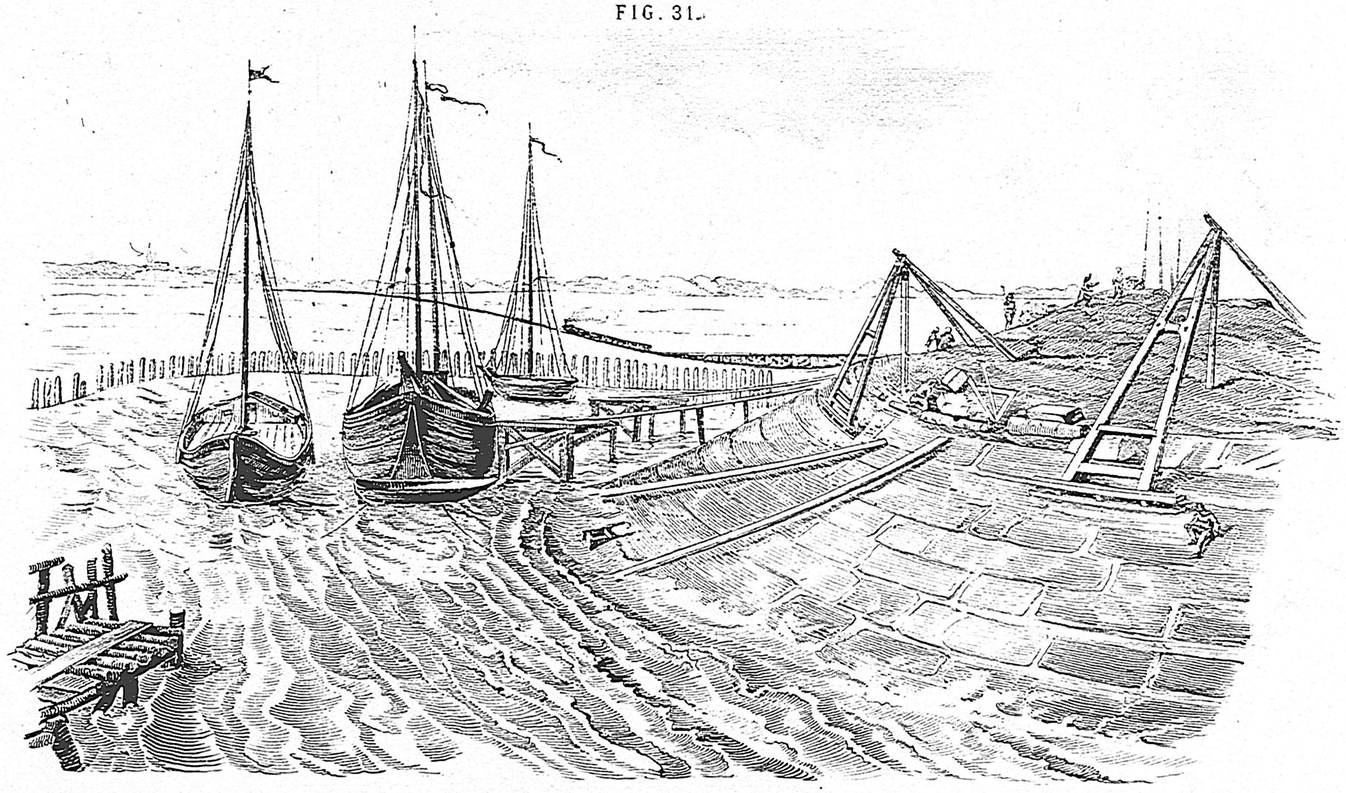


FIG. 31.



Typo-Autographie.

Gedrukt bij Coenraads.

HYDRAULISCHE OPSTIJGTOESTEL. STELSEL

FIG. 3. OPSTAND VAN HET IJZEREN STIJGVERTREK.

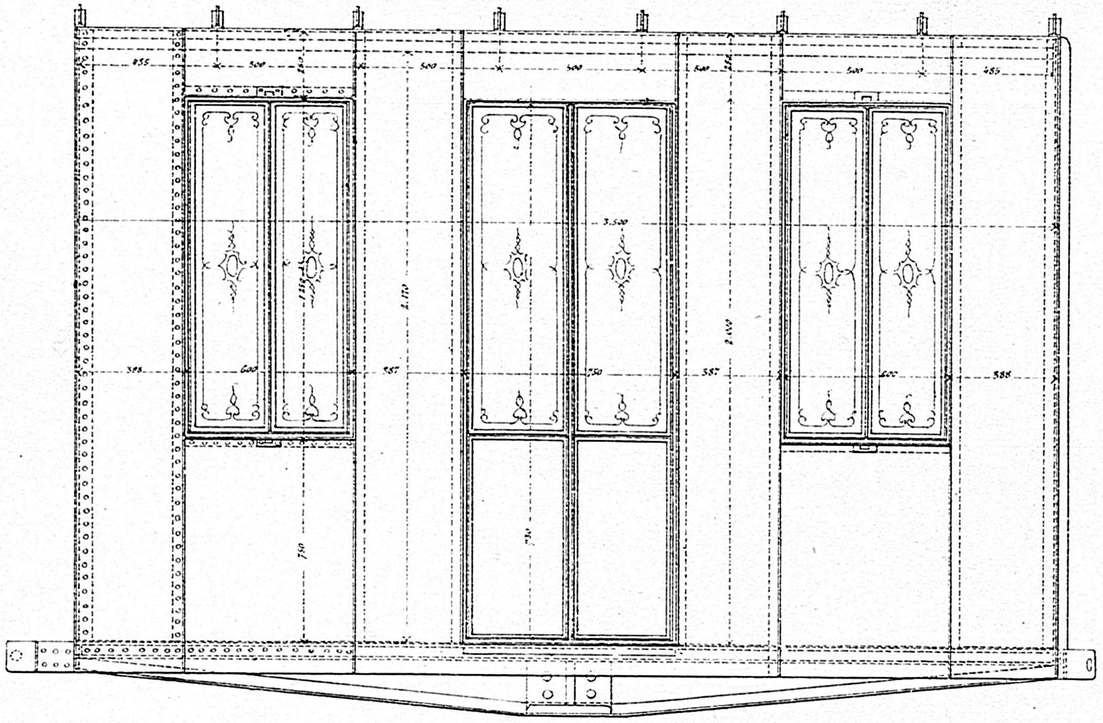


FIG. 4. PLATTE GROND.

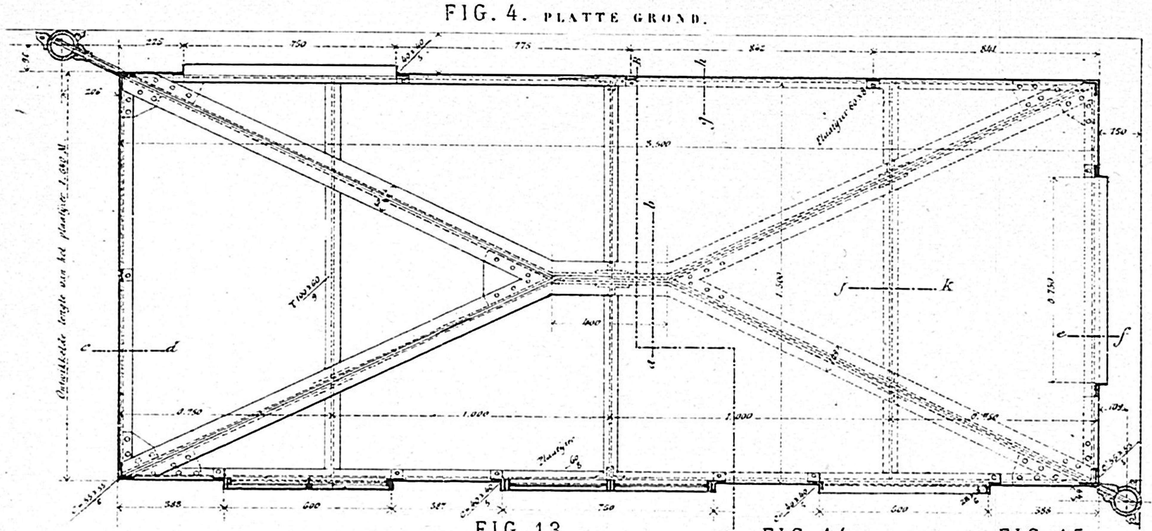


FIG. 12. DOORSNEDE VOLGENS *ab*.

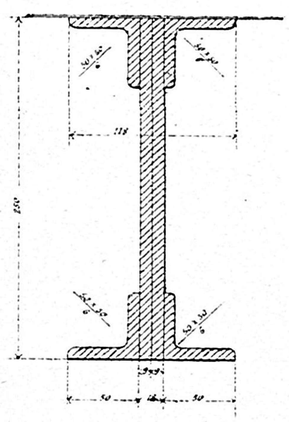


FIG. 13.
DOORSNEDE OVER *cd*.

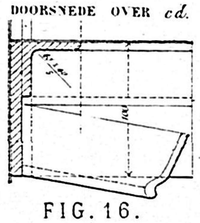


FIG. 16.
DOORSNEDE OVER *jk*.

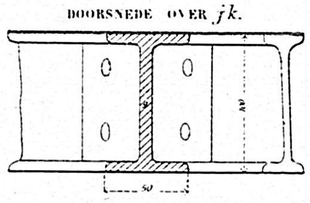


FIG. 14.
DOORSNEDE OVER *ef*.

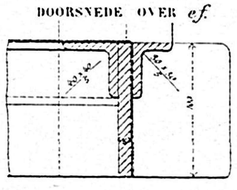


FIG. 17.
DOORSNEDE OVER *lm*

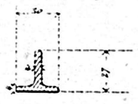
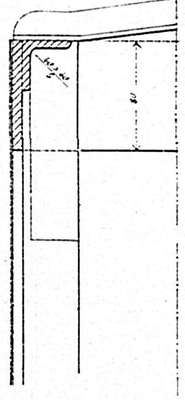


FIG. 15.



DOORSNEDE OVER *gh*.
Bovenste gedeelte.

FIG. 1.
TOESTEL TOT AAN DE EERSTE VERDIEPING.

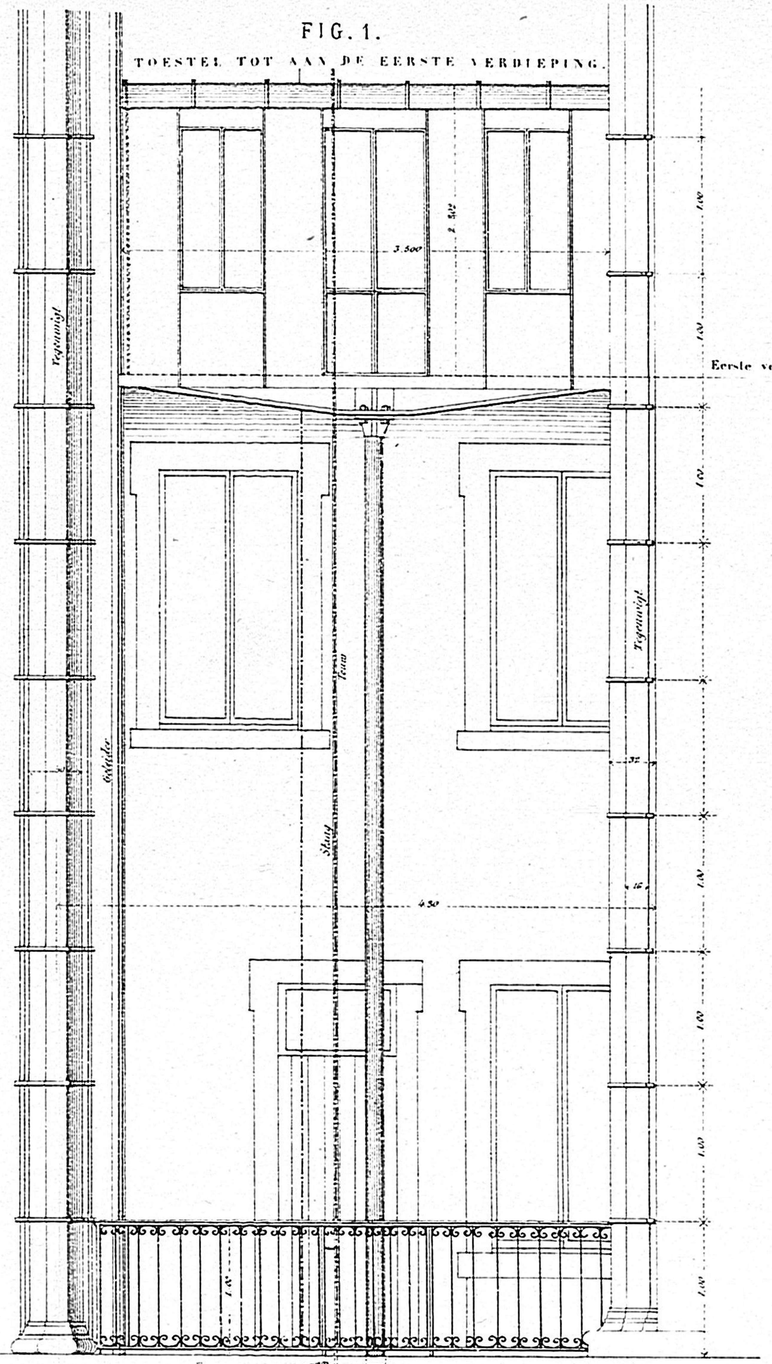


FIG. 2. PLATTE GROND

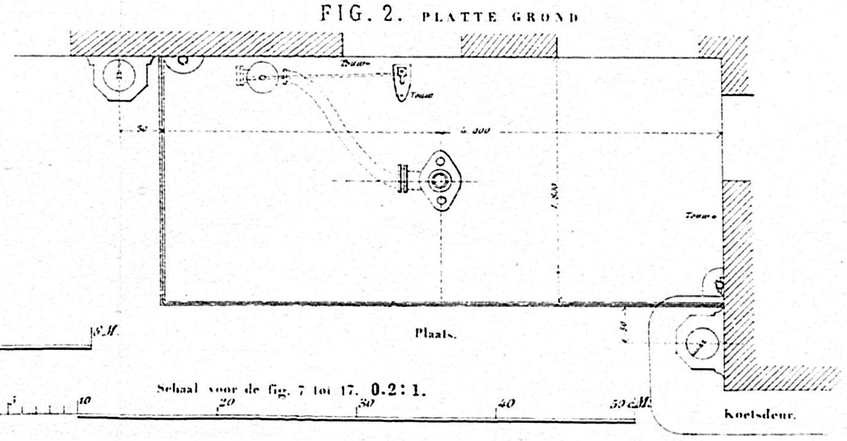


FIG.



FIG. 9.

Schaal voor de fig. 1 en 2. **0.02 : 1.**

Schaal voor de fig. 3, 4 en 5. **0.04 : 1.**

Schaal voor de fig. 7 tot 17. **0.2 : 1.**

YDRAULISCHE OPSTIJGTOESTEL. STELSEL EDOUX.

FIG. 1.

TOESTEL TOT AAN DE EERSTE VERDIEPING.

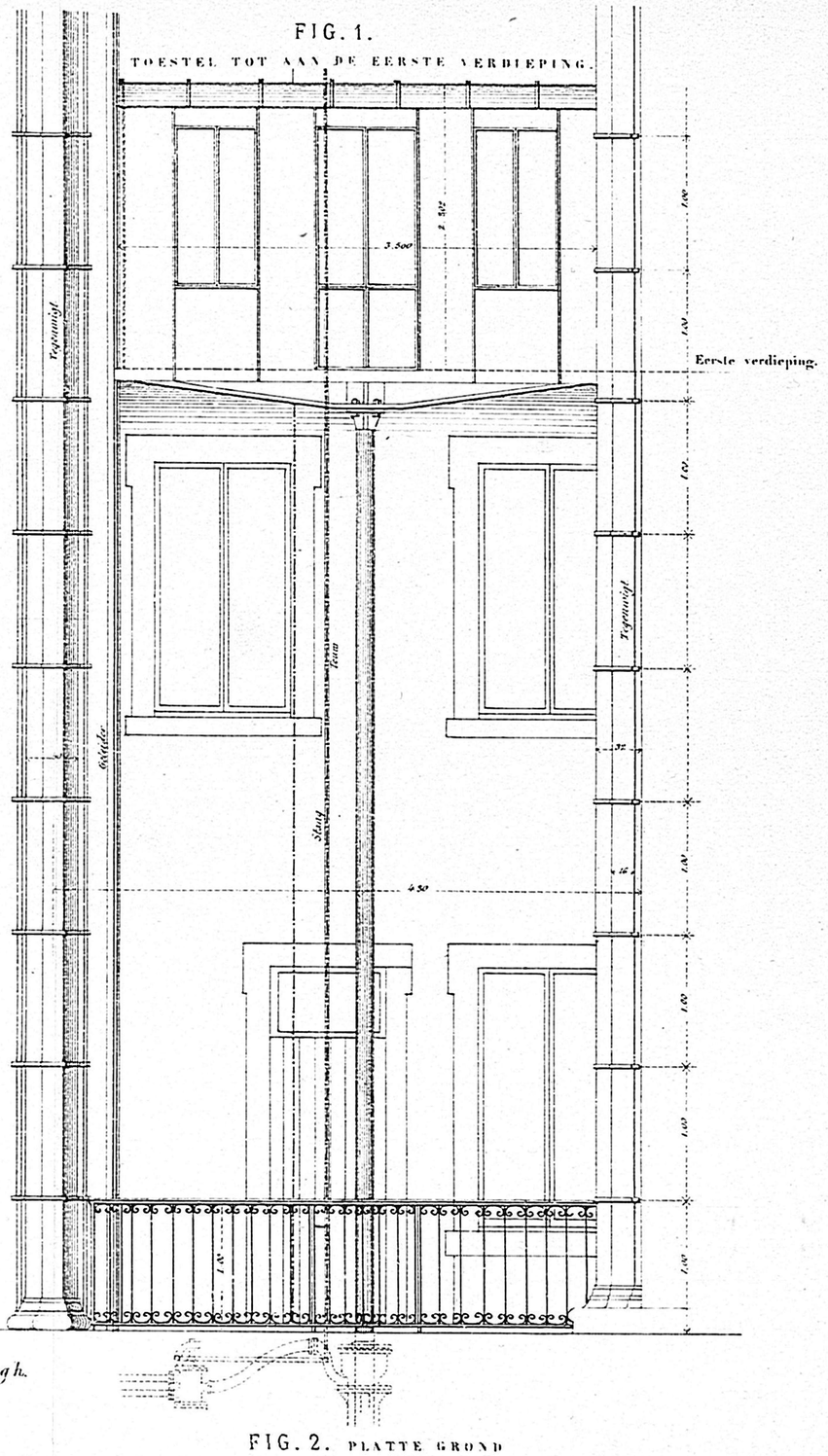
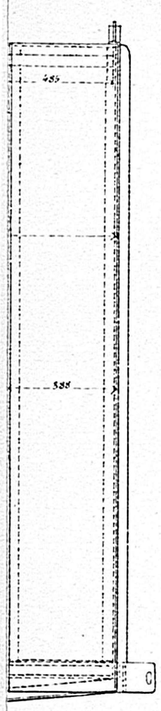
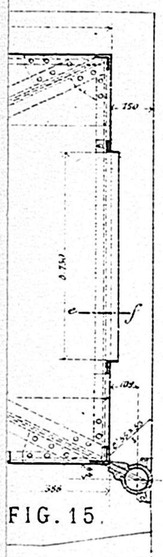


FIG. 15.

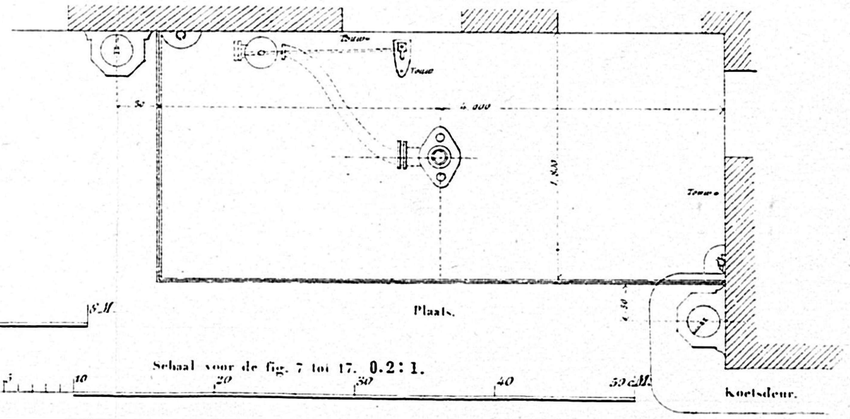




DOORSNEDE OVER *g h*.

Bovenste gedeelte.

FIG. 2. PLATTE GROND



Schaal voor de fig. 7 tot 17. 0.2 : 1.

FIG. 5. DWARSDOORSNEDE VOLGENS *AB*.

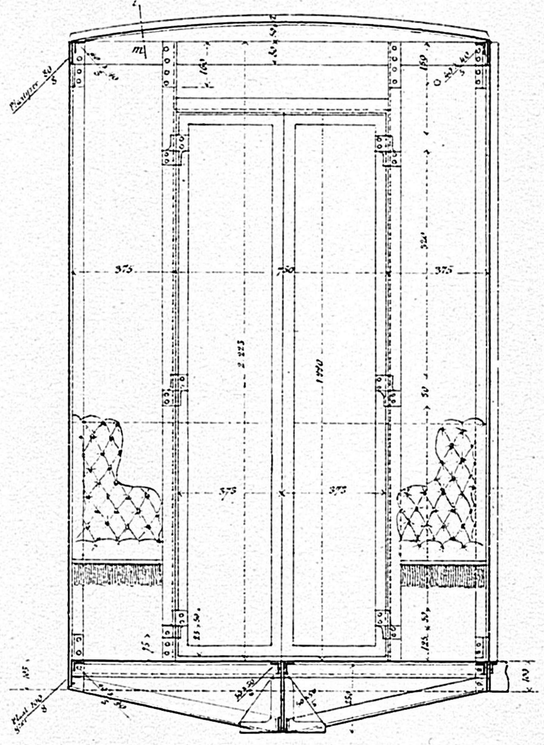
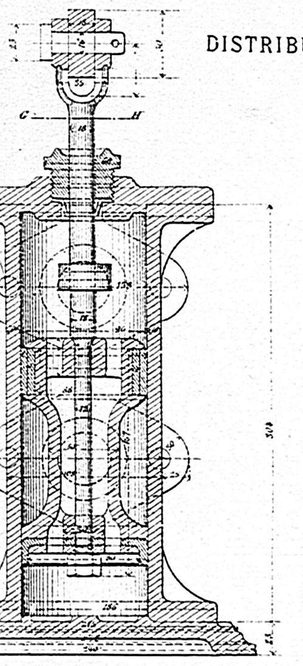
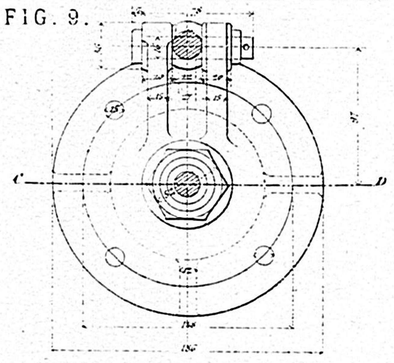


FIG. 7. DOORSNEDE VOLGENS *CD*



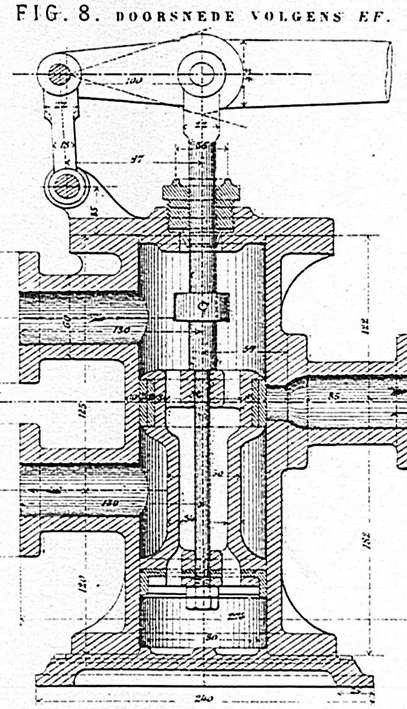
PLATTE GROND. DOORSNEDE VOLGENS *GH*.

FIG. 9.



DISTRIBUTEUR.

FIG. 8. DOORSNEDE VOLGENS *EF*.



PLATTE GROND. DOORSNEDE VOLGENS *IJ*.

FIG. 10.

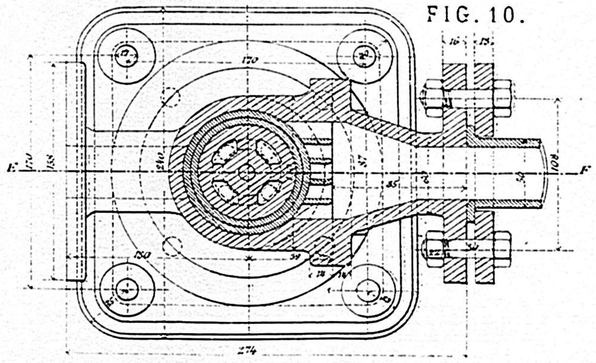


FIG. 11. OPSTAANDE GELEIDER.

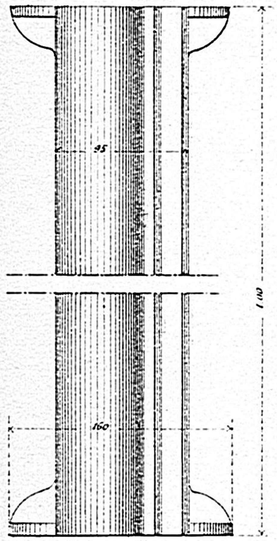


FIG. 11*bis*. DOORSNEDE.

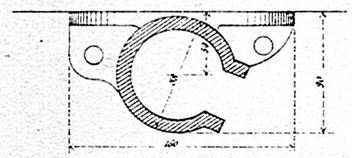
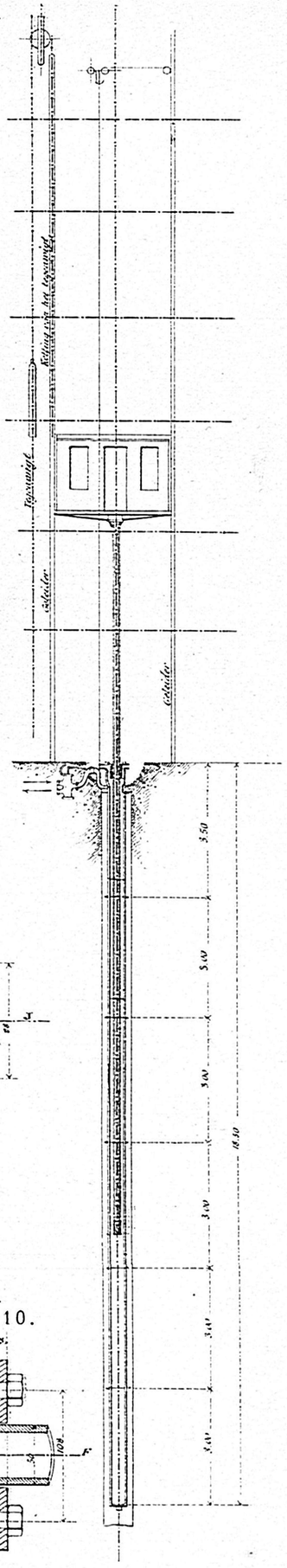


FIG. 6. TOESTEL IN ZIJN GEHEEL.



Gedrukt bij Coenraads.

FIG. 1.

AANLEG VAN GEMETSELDE DAMMEN.

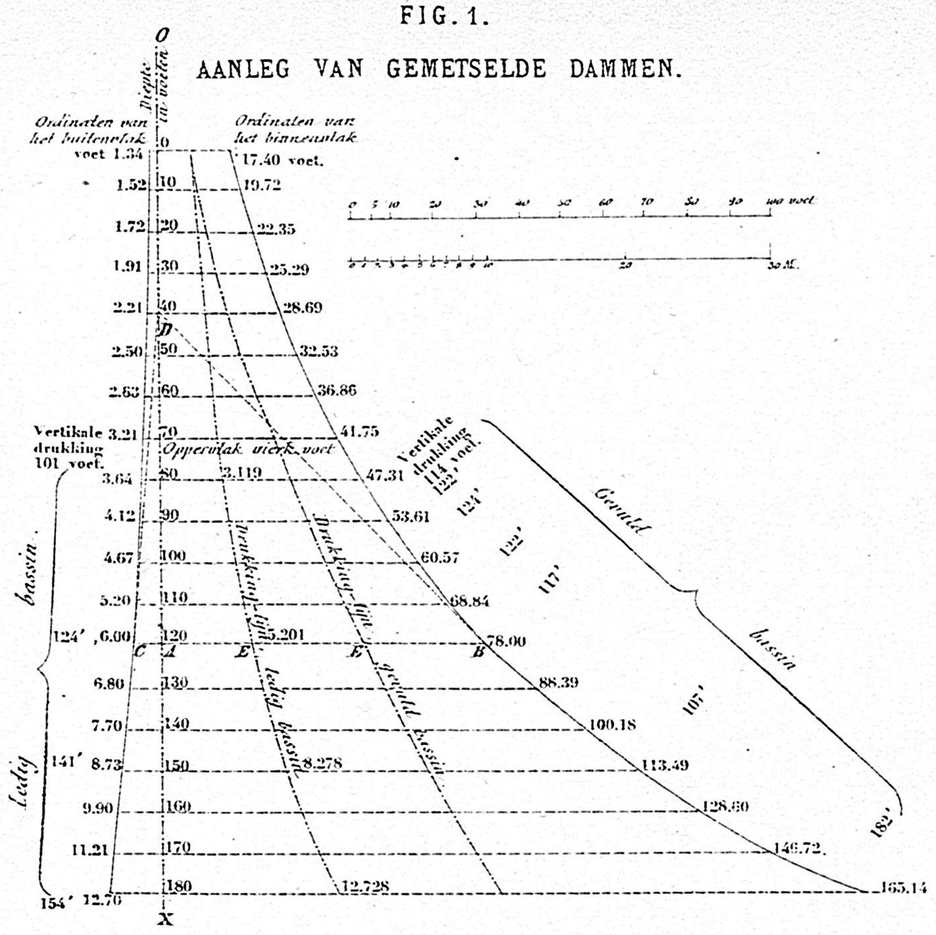


FIG. 2.

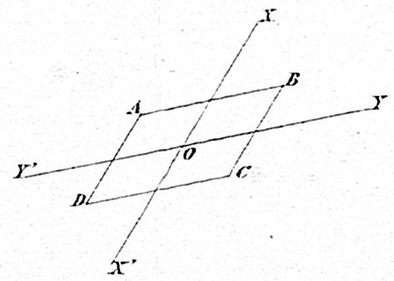


FIG. 3.

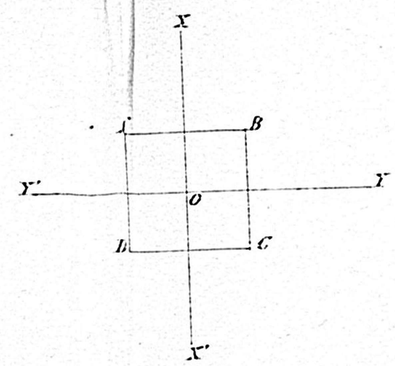


FIG. 4.

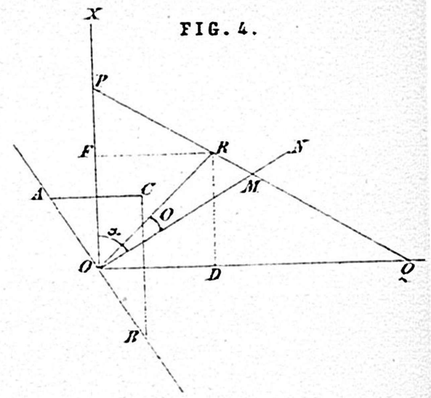


FIG. 8.

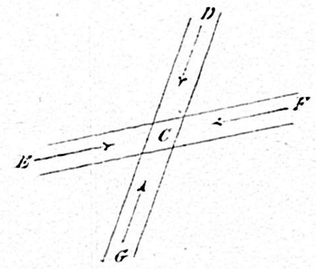


FIG. 9.

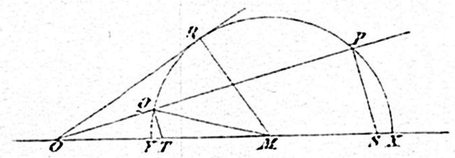


FIG. 10.

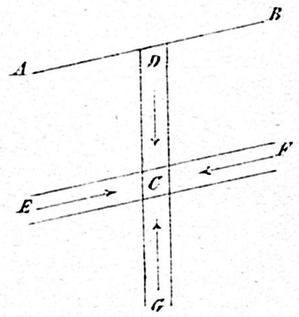
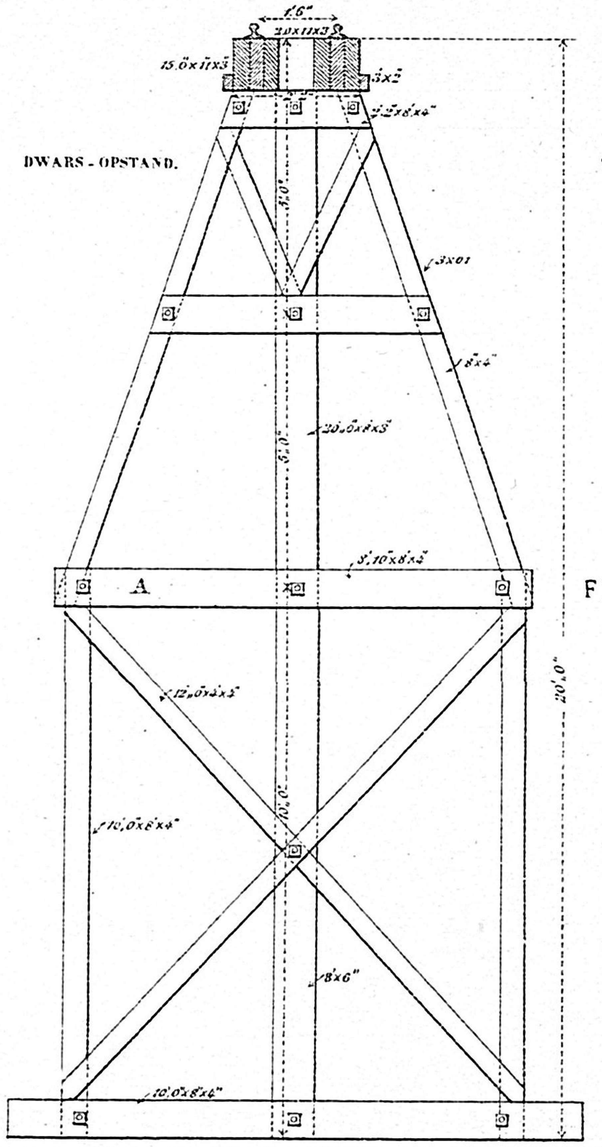


FIG. 15—17.

FELL'S SPOORWEG BIJ ALDERSHOT.



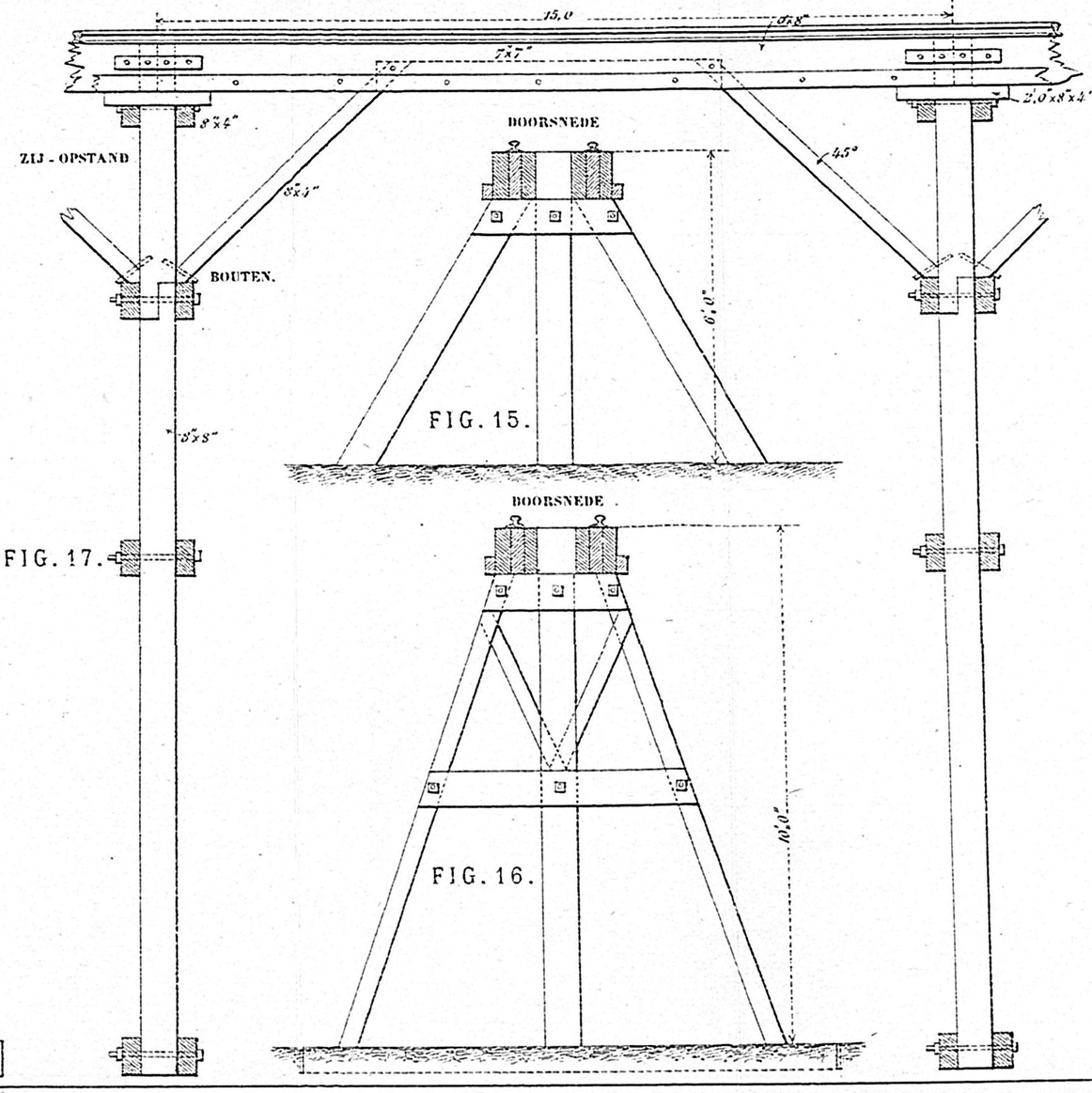


FIG. 17.

FIG. 15.

FIG. 16.

FIG. 2—13.

DRUKKING VAN AARDE.

FIG. 3.

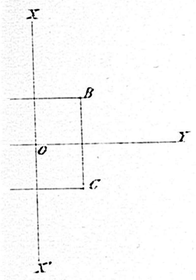


FIG. 4.

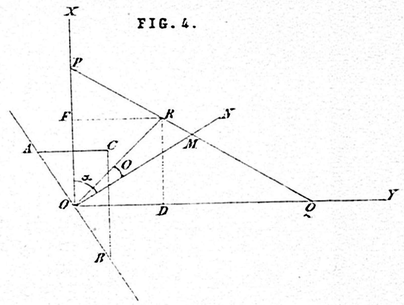


FIG. 5.

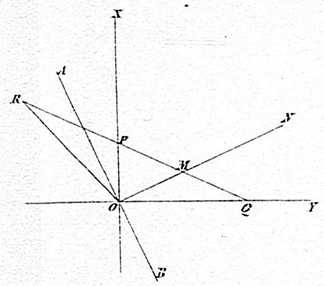


FIG. 6.

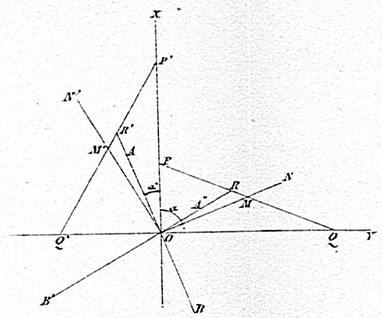


FIG. 7.

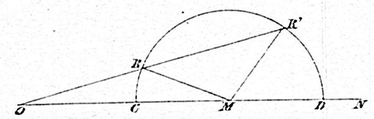


FIG. 14.

TOESTEL TOT HET OVERVERHITTEN VAN STOOM.

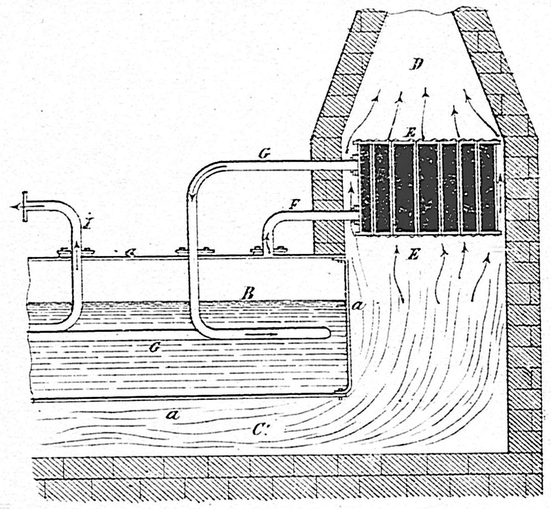


FIG. 9.

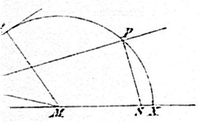


FIG. 10.

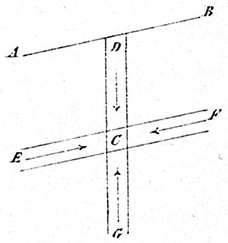


FIG. 11.

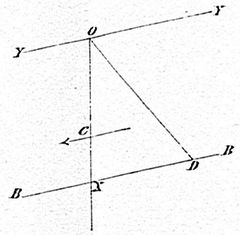


FIG. 12.

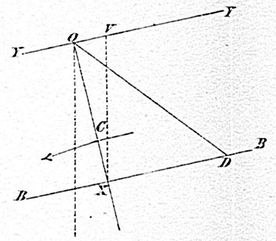
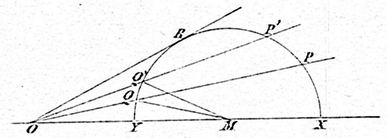


FIG. 13.



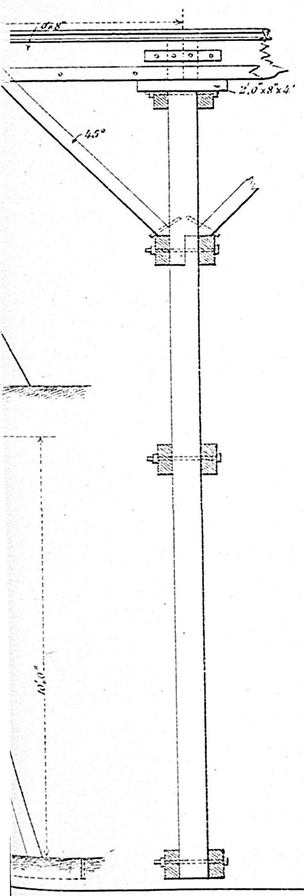
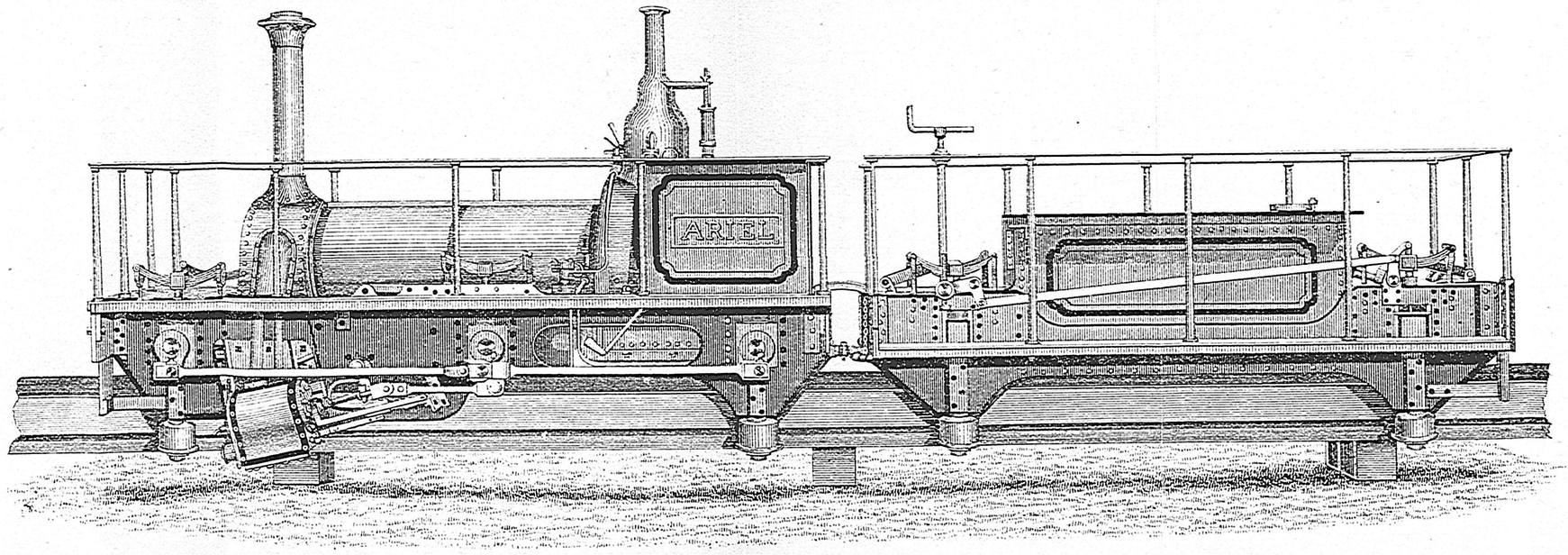


FIG. 18.

FELL'S LOCOMOTIEF VOOR SMAL SPOOR.



Gedrukt bij Coenraads.

BRUG VAN QUINCY OVER DEN MISSISSIPPI.

FIG. 1. ILLINOIS-OEVER. SYSTEEM BOLLMAN.

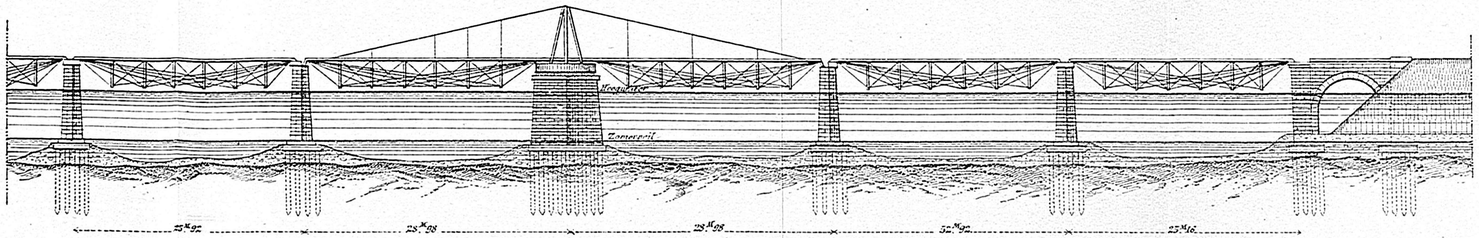
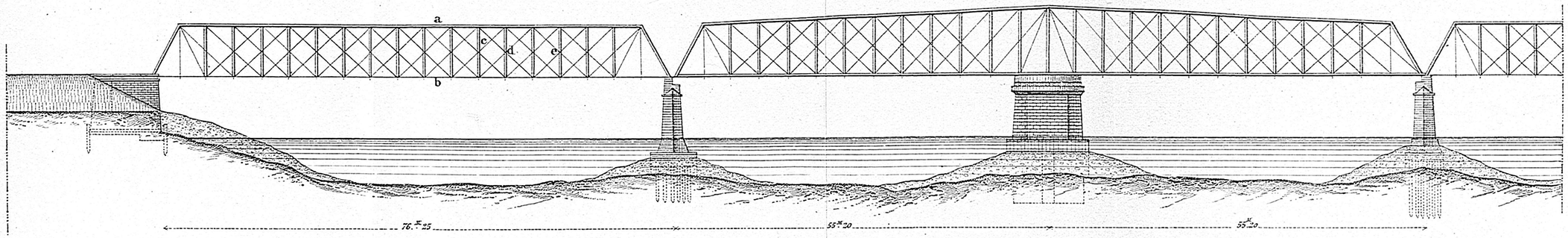


FIG. 2. MISSOURI-OEVER. SYSTEEM LINVILLE.

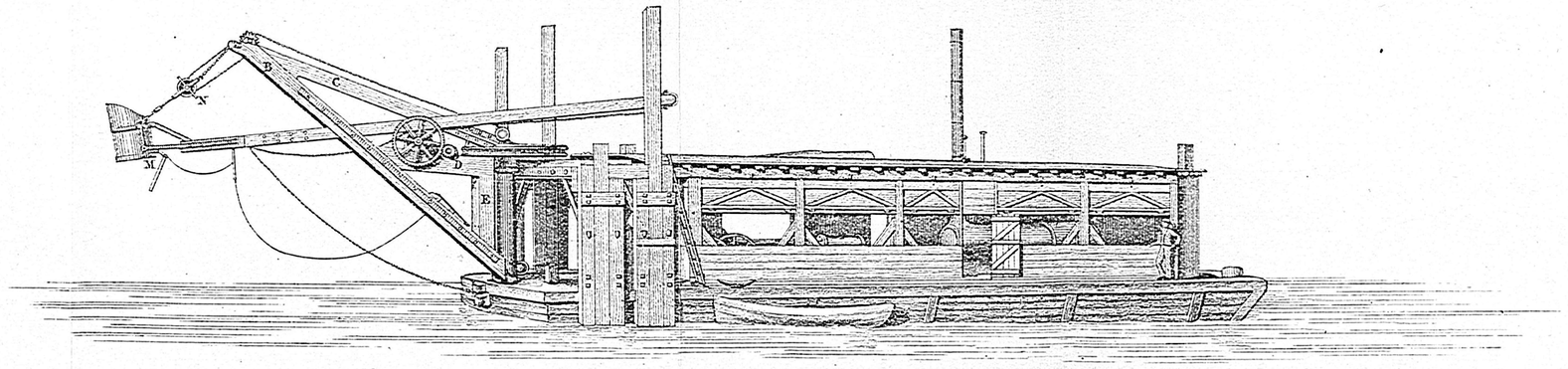


Schaal van 0.00167 M. voor 1 M.

0 5 10 20 30 40 50 M.

FIG. 4. BAGGERTOESTEL.

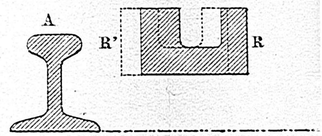
GEBEZIGD TOT UITDIEPING VAN HET KANAAL TUSSCHEN DEN ILLINOIS EN HET MEER MICHIGAN.



WIS

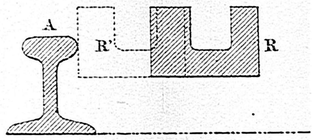
DOORSNEDEN

VOLGENS ab.

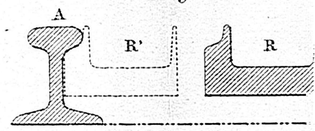


Schaal der doorsneden 0.166 M. op 1 M.

VOLGENS ef.



VOLGENS ij

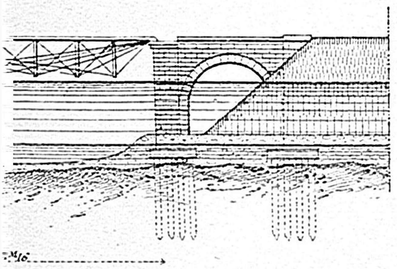


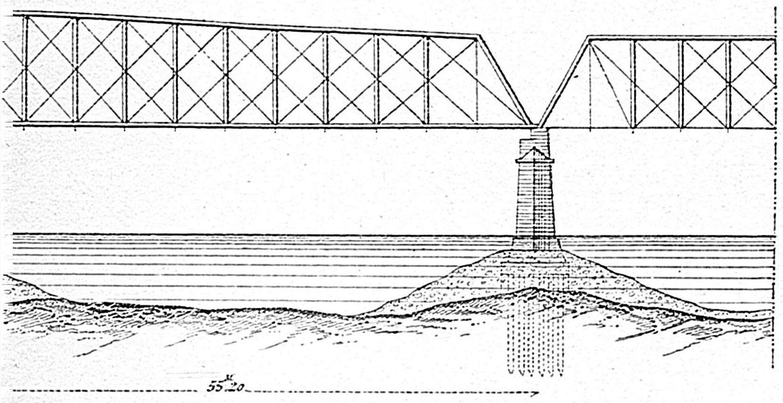
VERKLARING.

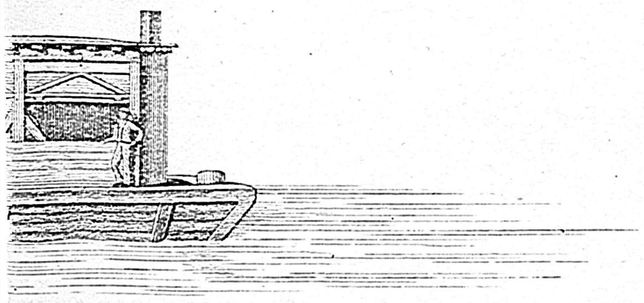
AA, ÁÁ Hoofdspoor
OB, ÓB Zijspoor
CC Vaste contrerail.
OO'O" Spillen van drie tongen.
OR Binnenste tong geopend.
OR' „ „ gesloten.
O'S Buitenste tong geopend.
O'S „ „ gesloten.
O"T Hulptong geopend.
O"T' „ gesloten.

Typo-Autographie.

WISSEL SYSTEEM WHARTON.

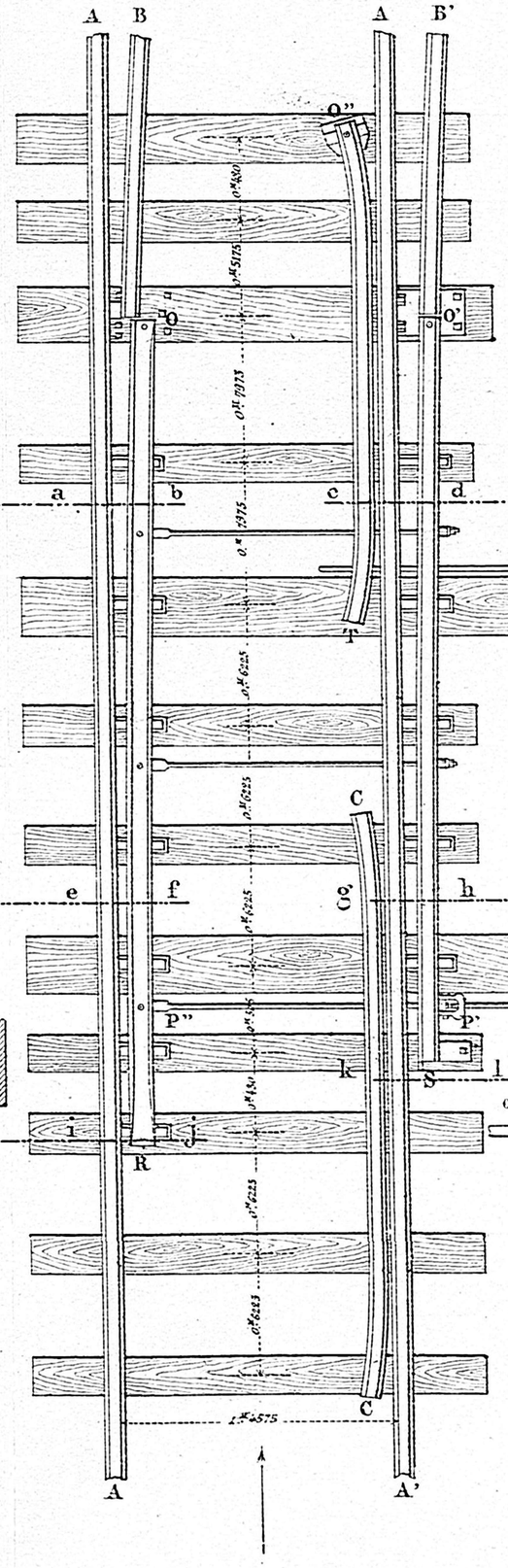






PLATTE GROND.

Schaal van 0.036 M. op 1 M.


A B
A B'
O"
O
O'
a
b
c
d
e
f
g'
h
i
j
k
l
C
T
P
P'
P"
S
R
A
A'
0m,4800
0m,5175
0m,7975
0m,9375
0m,6225
0m,6225
0m,6225

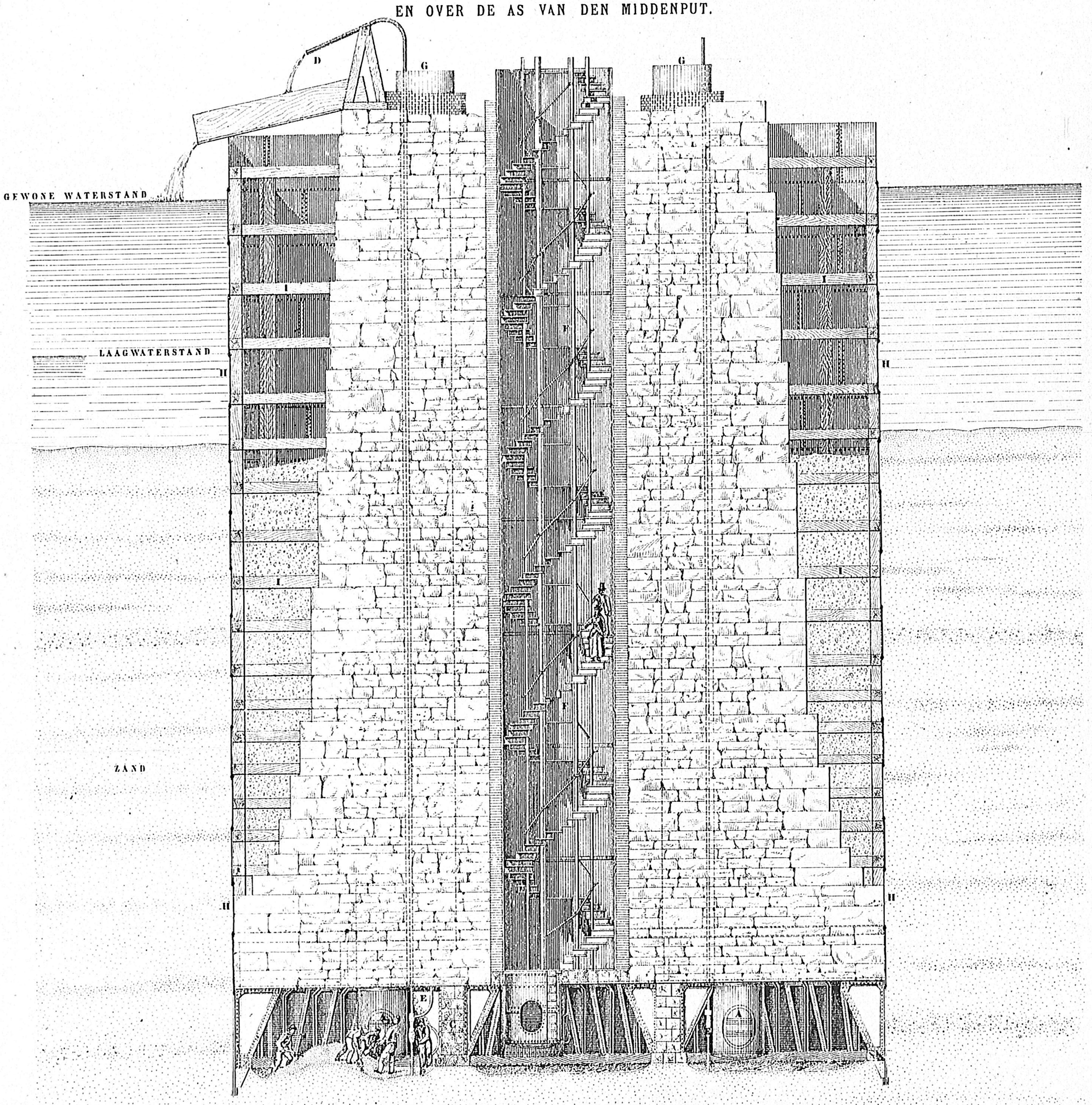
BRUG TE SAINT-LOUIS OVER DEN MISSISSIPPI.

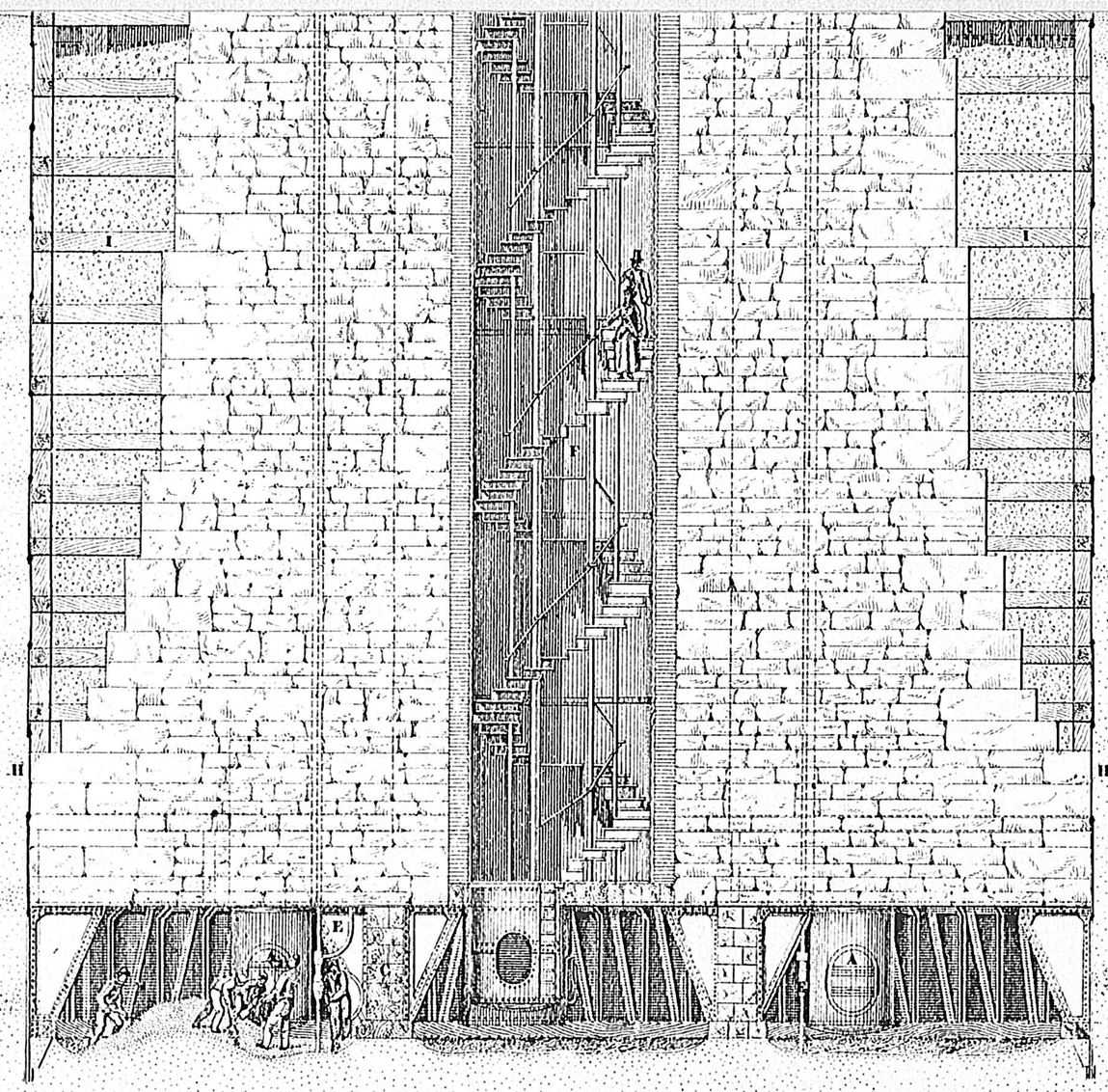
WATERSTAND IN 1844.

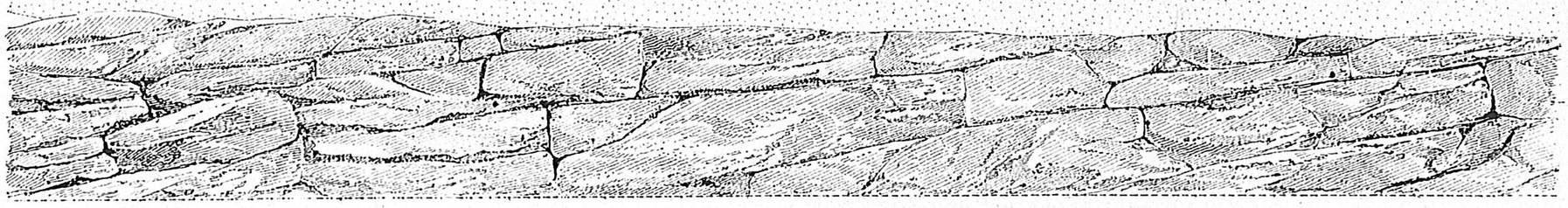
OOSTELIJKE PIJLER GEBOUWD IN 1870.

DOORSNEDE EVENWIJDIG AAN DE AS VAN DE BRUG

EN OVER DE AS VAN DEN MIDDENPUT.

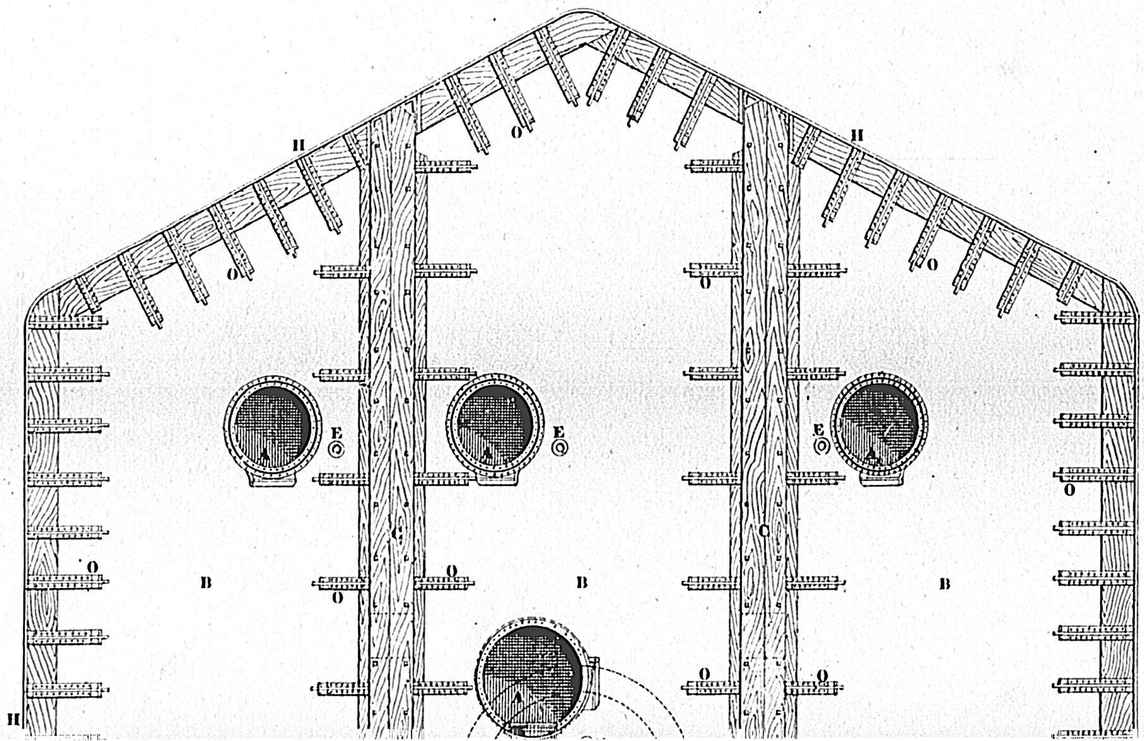






HALF STANDGEZIGT VAN BOVEN EN HALVE

HORIZONTALE DOORSNEDE VAN DEN CAISSON.



A. Luchtsluizen.

B. Werkkamer.

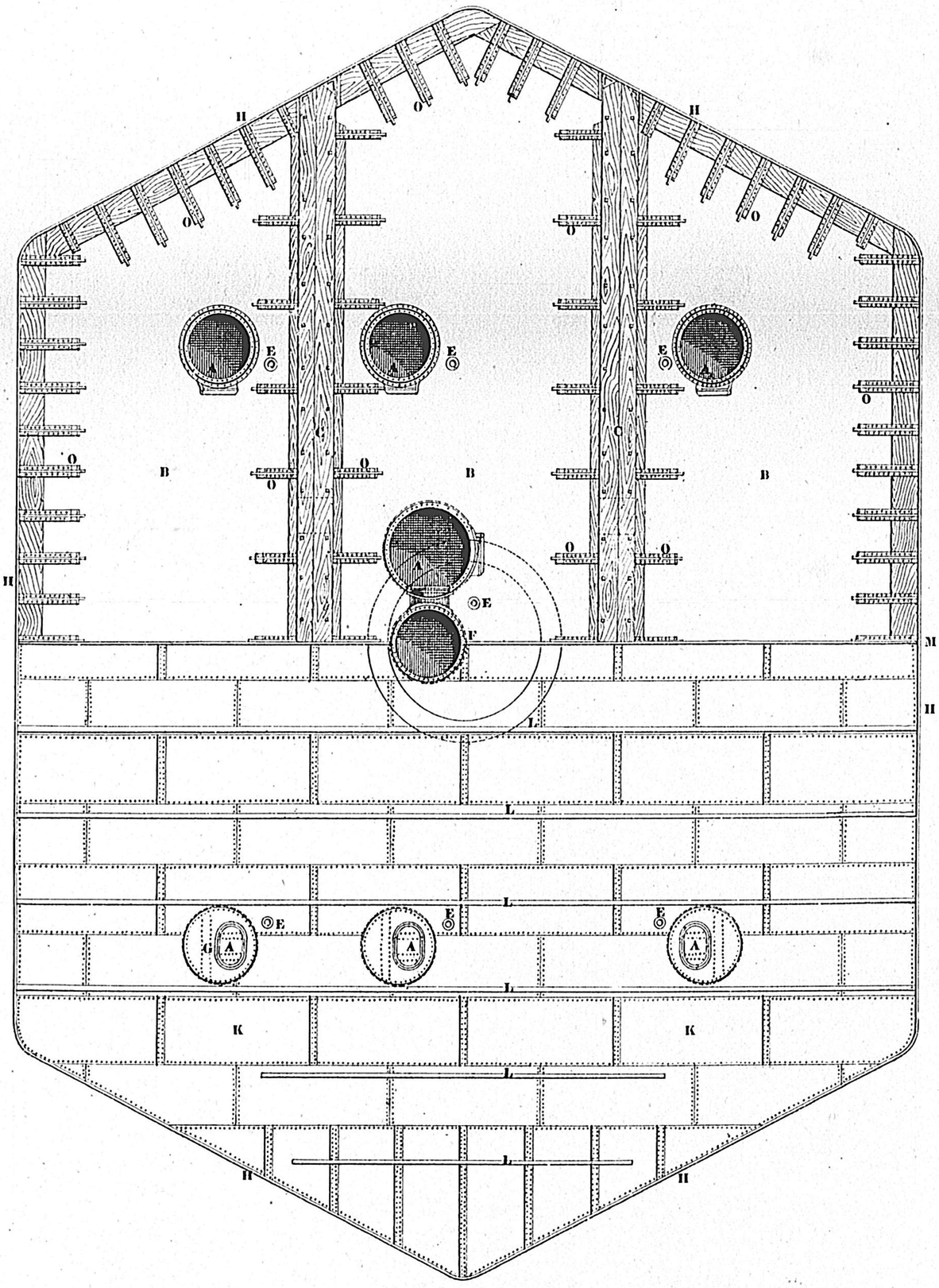
G. Putten met ijzeren ladders.

H. IJzeren bekleeding.



HALF STANDGEZIGT VAN BOVEN EN HALVE

HORIZONTALE DOORSNEDE VAN DEN CAISSON.



A. Luchtsluizen.

B. Werkkamer.

C. Houten schotten.

D. Zanduitstorting.

E. Zandpompen.

F. Put met wenteltrap.

G. Putten met ijzeren ladders.

H. IJzeren bekleeding.

I. Schoren.

K. IJzeren zoldering

L. IJzeren balken.

O. Hoekijzers.

Schaal van 0.008 M. op 1 M.

0 10 20 M.

Typo-Autographie

Gedrukt bij Goenraads.

