TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN EN BOEKAANKONDIGINGEN.

INSTITUUTSJAAR

1894—1895.

BOEKERIJ VAN HET KOLONIAAL INSTITUUT.

BATAVIA
H. PRANGE & Co.,
1895.

Inhoudsopgave der Afdeelings-Tijdschriften.

Jaargang 1875—1876 ..... *f* 3.—

Inhoud: *Notulen der vergaderingen.*

Djanwa-wood. Gebruik van portland cement.

Verhandeligen:

Overzicht van de waterwetgeving in Noord Italie.

Onderzoek naar de nauwkeurigheid van de inhoudsmeting van zeeschepen in Ned.-Indië.

De invloed van den natten rijstbouw op den plaatselijken gezondheidstoestand.

Vertalingen:

Een en ander over Britsch-Indië.

Verscheidenheden:

De aardbevingen in 1865 en 1867 in Midden-Java.

Zwart parafin vernis.

Bevloeiingen in Britsch-Indië.

Nieuwe methode voor opruiming van zandbanken.

Monster stoomhamer.

Jaargang 1876—1877..... *f* 3.50

Notulen der vergaderingen.

Mededeelingen omtrent duikertoestellen (4 Pl.)

Opneming van groote rivieren (1 Pl.)

Mededeeling omtrent de „Water locomotief."

Verhandelingen:

Opnamen en onderzoekingen voor eene zeehaven te Batavia (6 Pl.)

Eene Indische beneden rivier (4 Pl.)

Vertalingen:

De golvende beweging der zee en hare stroomen.

Verscheidenheden:

Baggeren ter reede van Port-Said.

Blake's stone crusher.

Witsel.

Verslag:

Staatsspoorwegen op Java.

Jaargang 1877—1878..... *f* 3.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

Bijdrage tot de hydrographie van Batavia (1 Pl.)

Berekening van draaibruggen (2 Pl.) (*)

De tachcometer van Ertel (1 Pl.)

Grondtransport (3 Pl.)

De ijzeren brug te Kediri (3 Pl.)

Torpedo-stuurtoestel (1 Pl.)

Vertalingen:

De gemeenschap tusschen Europa en Azie (1 Pl.)

Verslagen:

Staatsspoorwegen op Java.

Jaargang 1878—1879..... ... *f* 2.50

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

Ontwerp van eene normaal-constructie voor stalen bruggen, van 12—25 M. spanning in Indië.

De Genie uitrusting van de tweede Expeditie tegen Atjeh en de bijzondere gebouwtijpen aldaar toegepast voor logies (14 Pl.)

Verhandelingen over waterwegen en waterleidingen 1e ged.

Verslagen:

Staatsspoorwegen op Java.

Jaargang 1879—1880..... *f* 1.—

Notulen der vergaderingen:

Verhandelingen:

Beschrijving van de fundeering voor eene loskraan van het Havenhoofd te Semarang (1 Pl.) (**)

Verhandelingen over waterwegen en waterleidingen, 2e ged.

Bijdrage tot de kennis van bouwsteenen, meer in het bizonder den Bataviaschen baksteen. (**)

Vertalingen:

Invloed der bosschen op het regime der rivieren. (**)

Jaargang 1880—1881. Niet meer voorhanden.

Jaargang 1882—1883..... *f* 2.50

Notulen der vergaderingen.

De inzending van de afdeeling naar de Internationale Koloniale Tentoonstelling te Amsterdam.

Verhandelingen en mededeelingen:

Iets over Japansche steenen.

Gandij's katoenen drijfriemen.

Herstellingen aan de sluis Melirip in 1881.

Waterloopkundige beschouwingen over het Goenoeng-Sahari kanaal te Batavia. (*)

Verdrijving van witte mieren.

Mac. Adam en het maken van wegen.

Bijdrage tot de Hydrographie van Indramajoe.

Korte mededeelingen:

Onbrandbare materialen.

Het verven van zink.

Jaargang 1883—1884 ..... *f* 2.—

Notulen der vergaderingen.

Uitgeschreven Prijsvragen.

Verhandelingen:

De gang van eb en vloed te Batavia.

Iets over de „Kieselguhr" dynamieten en hun gebruik bij den dienst der Bataviasche Havenwerken.

Eenige gegevens omtrent het bouwsysteem Tollet voor Indië.

Cementoven te Menado.

Jaargang 1884—1885. Niet meer voorhanden.

(*) Afzonderlijk verkrijgbaar à *f* 1.—

(**) Afzonderlijk verkrijgbaar à *f* 0.50.

(*) „ „ à *f* 1.—.

Jaargang 1885—1886 ..... *f* 4.—

Notulen der vergadering.

Verhandelingen en mededeelingen:

Eene studie over de getijen te Soerabaia.

Irrigatie uit de Rivier Pekalen.

Bekroond Antwoord.

Zelfregistreerende Regenmeter uit de fabriek van Hattinger & Co. te Zurich Schweizerische Bauzeitung 1884 No. 3.

Bladvulling.

Jaargang 1886—1887 ..... *f* 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen:

Wegwals van Beton, vervaardigd bij de Geniewerken te Gombong.

Het Caveur kanaal in Italië.

De stuwwerken in de Spree bij Charlottenburg in den loop der gekanaliseerde beneden Spree door Wasserbau Inspector E. Mohr.

De Menenteng waterleiding in het district Losarie residentie Cheribon.

Verbetering en uitbreiding van de bevloeiing uit de kali Amprong in de districten Malang en Gondanglegie der afdeeling Malang, res. Pasoeroean, in de jaren 1875 en 1877.

Eenige aanteekeningen over het vervaardigen van Cement voorwerpen.

Jaargang 1887—1888 ..... *f* 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen:

Vervaardiging van Portland cement tegels.

Proeven met eene bijzondere inrichting van een overwulfden panoven.

Proeven met zink tot wering van ketelsteen.

Eenige beschouwingen over het Marine-etablissement te Soerabaia.

Het leggen van een steenen drempel in de rivier Pategoewan.

Jaargang 1888—1889 ..... *f* 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen:

Bevloeiing uit de Kali Kening in de districten Djatirogo en Singahan van de afdeeling Toeban der Residentie Rembang.

Tunnel nabij Gombong op de grens der Residenties Bagelen en Banjoemas.

De overbrugging van het Tjisaät-ravijn in den Staatsspoorweg Tjitjalengka—Garoet.

De hervorming van het reizigerstarief op de Hongaarsche Staatsspoorwegen.

Iets betrekkelijk de luchtverversching van gebouwen op de hoofdplaatsen van Java.

Jaargang 1889—1890 ..... *f* 1.50

Notulen der vergaderingen.

Jaargang 1890—1891 ..... *f* 3.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

De Harmonische analyse der getijden toegepast op waarnemingen te Tjilatjap verricht, door Dr. J. P. van der Stok.

Rapport betreffende eenige proeven ter bepaling der vastheid van verschillende mortelsoorten, door A. G. Lamminga.

Rapport omtrent de proeven over den invloed van de soort en de constructie der dakbedekking op de temperatuur binnen veldbarakken, door J. Radersma.

Vertalingen:

De bevloeiingswerken uit de Perijar-rivier.

Jaargang 1891—1892 ..... *f* 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

De waterwerken in de afdeeling Demak, door L. H. Slinkers met aanteekeningen voorzien, door J. E. de Meijier.

Het verlengen van de Brug over de Porrongrivier bij Tjepiples in den Staatsspoorweg Sidhoardjo—Soerakarta door J. Alsdorf.

Studiën over getijden in den Indischen-Archipel II. Waarnemingen op enkele bepaalde uren van den dag, door Dr. J. P. van der Stok.

Vertalingen:

Eene nieuwe handelwijze ten opzichte van loopzand, door J. E. de M.

Jaargang 1892—1893 ..... *f* 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

Studiën over getijden in den Indischen-Archipel, door Dr. J. P. van der Stok.

III. Dubbeldaagsche, eendaagsche en gemengde getijden.

IV. Oostgat, Trechter en Westgat van Soerabaia.

Eenige mededeelingen over en beschouwingen aangaande de militaire ziekeninrichtingen in Ned. Indië, door J. G. H. de Voogt.

Toepassing van de Monier-constructie voor een gewelf te Malang, door J. G. H. de Voogt.

Natuurlijke bekapte steen op West-Java.

Boekaankondigingen, door J. E. de M.

Jaargang 1893—1894 ..... *f* 4.—

Notulen der vergaderingen met 4 bijlagen (Grondonderzoek te Belawan, bamboezen brug over de Tjitandoei, het Nira Kanaal, bevloeiing Tjihea vlakte).

Verhandelingen:

Studiën over getijden in den Indischen-Archipel, door Dr. J. P. van der Stok.

V. straat Banka.

VI. de Bril en Kotta Baroe.

VII. straat Gaspar.

VIII. straat Soenda en Indische Oceaan.

IX. Oostkust van Java en Madoera.

X. Java Zee.

XI. Borneo's Westkust.

Toestel voor het automatisch opnemen en in teekening brengen van terreinen.

Bevloeiing uit de Waloeh, afdeeling Pamalang residentie Tegal.

Inkomsten en beheer irrigatiewerken in Britsch-Indië.

De waterwerken van Karachi.

Boekaankondigingen.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERINGEN.

Notulen der algemeene vergadering gehouden op 23 Augustus 1894 des avonds ten half 7 ure in het lokaal der Vereeniging.

Aanwezig de navolgende leden: J. E. de Meijier, President, D. R. J. baron van Lijnden, Vice-president, A. P. Melchior, Penningmeester, G. P. A. Renaud, bestuurslid, J. B. Hubenet, S. C. P. van Musschenbroek en A. Snethlage.

De President opent de vergadering en verzoekt den Penningmeester, die tijdelijk de functie van Secretaris op zich heeft genomen, de notulen der voorgaande vergadering voor te lezen. Aangezien niemand verklaart tegen de voorgelezen notulen bedenkingen te hebben, worden zij gearresteerd.

Mededeeling wordt gedaan van de volgende ingekomen stukken:

1e. Een onderhandsche mededeeling van het bestuurslid A. Mijer, dat hij verhinderd is de vergadering bij te wonen.

2e. Een schrijven van het lid D. R. J. baron van Lijnden, waarin deze verklaart de benoeming tot Vice-President aan te nemen.

3e. Een schrijven van den Raad van Bestuur, waarin wordt medegedeeld, dat de inzending van het Kon. Instituut van Ingenieurs op de Wereldtentoonstelling te Chicago is bekroond geworden en de vraag wordt gesteld welke leden van het Instituut het gedeelte der inzending, dat door tusschenkomst van de Afdeeling N. Indië is aangeboden, hebben bewerkt.

Er is geantwoord geworden, dat de inzending die betrekking heeft op den Staatsspoorweg op Sumatra's Westkust is bijeengebracht door het lid Th. T. A. Delprat en die, welke betrekking heeft op de Staatsspoorwegen op Java, door den heer J. Bouwens, die geen lid van het Instituut is. De heer Delprat komt dus in aanmerking voor de in dit geval gebruikelijke toekenning van eene instituuts-medaille, terwijl in overweging is gegeven, dat de Raad van Bestuur door een waardeerend schrijven de verdiensten van den heer J. Bouwens zal erkennen.

4e. Een schrijven van het bestuurslid J. Frenkel waarin deze mededeelt, dat hij wegens vertrek van Batavia voor het lidmaatschap van het Bestuur moet bedanken.

5e. Een schrijven van het lid L. J. R. Geene strekkende tot begeleiding van eene omgewerkte verhandeling over spoelriolen van beton.

Dit stuk, hetwelk voor eene plaatsing in de Aflevering 1893—94 van het afdeelingstijdschrift niet meer in aanmerking kan komen, is bij de leden van het Bestuur in rondlezing gezonden.

Voorts deelt de President mede, dat de in de voorgaande vergadering benoemde commissie tot verificatie van de rekening en verantwoording van den Penningmeester over het jaar 1893—94 hare taak heeft volbracht en het finantieel beheer in orde heeft bevonden. Hij zegt den leden der commissie, de heeren J. B. Hubenet en A. Snethlage, benevens den Penningmeester, dank voor hunnen arbeid.

Vervolgens wordt overgegaan tot de verkiezing van een Secretaris ter vervanging van den naar Europa vertrokken titularis L. J. C. van Es en van een bestuurslid ter vervanging van den heer J. Frenkel. De President noodigt de leden Hubenet en van Musschenbroek uit om als stemopnemers te fungeeren en biedt hun de biljetten aan voor beide verkiezingen ingezonden door het lid J. Nuhout van der Veen. De uitslag der stemmingen is, dat zijn uitgebracht:

voor Secretaris 7 stemmen op het lid J J. Stieltjes en één op het lid S. C. P. van Musschenbroek,

voor lid van het Bestuur 4 stemmen op het lid A. A. van Heurn, 3 op het lid L. J. R. Geene en één op het lid E. A. C. F. von Essen. Derhalve zijn gekozen de heeren Stieltjes en van Heurn, aan wie door den waarnemenden Secretaris van hunne benoeming kennis zal worden gegeven.

De President doet nog een inhoudsopgaaf van het ter perse zijnde afdeelingstijdschrift 1893—94.

Niets meer aan de orde zijnde wordt de Vergadering gesloten.

J. E. DE MEIJIER,
President.
J. J. STIELTJES,
Secretaris.

Notulen der Algemeene Vergadering gehouden op 29 November 1894 des avonds ten half zeven ure in het lokaal der Vereeniging.

Aanwezig de navolgende leden: J. E. de Meijier, President, D. R. J. Baron van Lijnden, Vice-President, A. P. Melchior, Penningmeester, J. J. Stieltjes, Secretaris, G. P. A. Renaud, A. A. van Heurn, Bestuursleden, W. F. Heskes, J. Nuhout van der Veen en A. Vroesom de Haan.

De President opent de vergadering en verzoekt den Secretaris de Notulen van de vorige vergadering voor te lezen. Daar niemand over de voorgelezen notulen het woord verlangt, worden zij gearresteerd.

De President deelt vervolgens mede dat er een schrijven is ontvangen van den Raad van Bestuur van het Instituut, waarin voor de afdeeling zoo gewichtige voorstellen worden gedaan, dat hij het noodzakelijk heeft geacht ze in eene algemeene vergadering ter sprake te brengen.

Zooals bekend is wordt, ingevolge art. 17 van het Reglement van het Kon. Inst. van Ingenieurs, uit de kas der Afdeeling

Nederlandsch-Indië, voor elke lid dat zich bij die afdeeling aansluit, tien gulden van de jaarlijksche contributie aan het moederinstituut afgestaan.

Met het restant der contributie, waarbij nog eene extra bijdrage van de Indische leden ad *f* 5.— komt, het zoogenaamde mailsurplus, voorziet de afdeeling in de kosten van verzending der tijdschriften, van een locaal, van de vergaderingen en van de uitgave van eene jaarlijksche aflevering Indische bijdragen, waarvan alleen aan de leden der afdeeling een exemplaar wordt uitgereikt.

In de laatste jaren is het aantal leden zoowel in Nederland als in Indie achteruitgaande, zoodat het Instituut in Nederland eenige moeite ondervindt om zonder het kapitaal aan te spreken, de gewone uitgaven te dekken. Dit leidde tot een onderzoek o.a. naar de kosten van het tijdschrift en het jaarboekje, waaruit bleek dat, gemiddeld over de laatste jaren gerekend, deze kosten per lid meer bedroegen dan de bijdrage, die van de Indische leden werd ontvangen, terwijl dan nog niet is in rekening gebracht het per lid omgeslagen aandeel in de vaste uitgaven van redactiepersoneel in Nederland.

Daar bovendien de mededeelingen in het Indische tijdschrift buiten de afdeeling nagenoeg onbekend blijven en men volgens den Raad van Bestuur niettemin in Nederland daarin veel belang stelt, werd het voorstel gedaan het Indische tijdschrift geheel op te heffen. Alle artikelen die door de Afdeeling daarvoor worden geschikt geacht, alsmede de notulen, verslagen, enz. zouden dan in het Nederlandsche tijdschrift worden opgenomen, terwijl de bijdrage aan de Instituutskas in Nederland zou worden verhoogd tot *f* 15.—, waartegen dan de afdeeling ontheven zou worden van de kosten van haar tijdschrift.

Reeds eene bespreking op eene bestuursvergadering had tot de overweging geleid dat het staken van de uitgave van het afdeelingstijdschrift den voornaamsten band tusschen de leden der afdeeling zou verbreken en dat om verschillende redenen deze maatregel den ondergang daarvan zoude bewerken.

Het aantal leden dat de vergaderingen kan bijwonen is beperkt, zoodat voor de meesten de aanleiding om zich bij de afdeeling aan te sluiten met het tijdschrift grootendeels zou vervallen.

Wanneer daarbij in aanmerking wordt genomen dat een tal der verhandelingen en mededeelingen in het Indische tijdschrift van locaal belang zijn en den lezerskring in Europa niet kunnen interesseeren, dan belooft de maatregel ook voor het moeder-Instituut geen voordeel.

Daar de juistheid van het argument van de feitelijke kosten van het Nederlandsche tijdschrift werd erkend, meent het besluur een tegenvoorstel te moeten doen, hierin bestaande dat het Indische tijdschrift op den ouden voet blijft bestaan, maar dat de Afdeeling bij wijze van proef voorloopig jaarlijks per lid *f* 12.50 in plaats van *f* 10.— aan de kas in Nederland afstaat.

Door na te gaan wat het Nederlandsche tijdschrift gemiddeld gekost heeft en hoeveel die kosten verhoogd zouden zijn als ook de Indische aflevering daar een deel van had uitgemaakt, kwam men toch tot het besluit dat de kosten van deze laatste bij uitgave in Nederland op *f* 2.— à *f* 2.50 per hoofd zouden komen.

Financieel was dus voor het moederinstituut eene bijdrage van *f* 15.— met verplichting om daarvoor ook de Indische bijdragen uit te geven gelijk te stellen met eene bijdrage van *f* 12.50 zonder die verplichting.

Het lid Nuhout van der Veen vraagt het woord om op te merken dat de afdeeling ongeveer 140 leden telt en dus de verhooging à *f* 2.50 per lid een meerdere jaarlijksche bijdrage aan de instituutskas geeft van *f* 350.—. Nu kan hij niet begrijpen dat die bijdrage van *f* 350.— in staat zou zijn de financiën van het moederinstituut, die in het aangehaalde schrijven voor de toekomst zorgwekkend worden genoemd, er boven op te helpen en meent dat het meer op den weg van het moeder-Instituut moest liggen die *f* 350.— op hare uitgaven te bezuinigen.

De Voorzitter wijst er op dat wij daarover niet te oordeelen hebben, doch drukt er nogmaals op dat op het oogenblik elk lid der afdeeling, aan waarde van tijdschrift en jaarboekje meer geniet dan de bijdrage aan de instituutskas per hoofd bedraagt en dat voornamelijk om die onbillijkheid op te heffen de bijdrage zou moeten worden verhoogd.

Het lid Nuhout van der Veen ziet nog altijd die onbillijkheid niet in; de leden van het Instituut hebben veel op ons voor om slechts te noemen, de vergaderingen, de biblotheek, enz. en oordeelt dat die meerdere voordeelen opwegen tegen de meerdere uitgaven voor de leden der afdeeling.

Ten slotte stelt hij de vraag of de financiën der afdeeling door die jaarlijksche bijdrage van *f* 350.— niet in gevaar zouden worden gebracht.

De Voorzitter licht in antwoord op die vraag toe dat het geheel van den omvang en de kosten van het afdeelingstijdschrift afhangt of het financieel evenwicht in een jaar wordt bewaard.

Worden o.a. de platen in Indië gereproduceerd, dan is dit minder kostbaar dan wanneer men ze in Europa laat drukken, hetgeen soms wenschelijk is als de voorstellingen eene fijnere afwerking vereischen dan met het autographisch procédé hier kan worden verkregen. Doch al ging het kapitaal der afdeeling er iets door achteruit, er moet in aanmerking worden genomen dat sedert 1875 dit kapitaal in den eersten tijd vrij belangrijk is vermeerderd en indien het moederinstituut zich in moeielijkheden bevindt is het billijk dat tijdelijk iets van het toen gekweekte surplus geleidelijk wordt afgestaan.

Voor alle zekerheid luidt het voorstel van het bestuur echter om die bijdrage slechts bij wijze *van proef* te verhoogen, zoodat er later altijd op terug kan worden gekomen.

Niemand verder over deze kwestie het woord verlangende, wordt het voorstel van het bestuur in stemming gebracht door rondvraag en blijkt het dat sleehts eene stem tegen en alle overigen voor het voorstel zijn, zoodat dit dus is aangenomen.

In dien geest zal dan ook aan den Raad van bestuur worden geschreven.

Het tweede punt aan de orde in de verkiezing van een Secretaris wegens het vertrek van den tegenwoordigen titularis.

De Voorzitter noodigt de heeren Nuhout van der Veen en Vroesom de Haan uit als stemopnemers te fungeeren, hetgeen door hen wordt aangenomen.

Bij het openen der stembriefjes blijkt dat het lid L. J. R. Geene acht van de tien uitgebrachte stemmen (één niet ter vergadering aanwezig lid had een stembiljet ingezonden) op zich vereenigde en dus volgens art. 5 van het Huishoudelijk Reglement verkozen is.

Den Secretaris wordt verzocht den niet ter vergadering aanwezig zijnden benoemde met den uitslag dezer stemming in kennis te brengen.

Niets meer aan de orde zijnde en niemand meer in het belang van de afdeeling het woord verlangende, sluit de President de vergadering.

De President, J. E. DE MEIJIER. *De Secretaris,* A. P. MELCHIOR.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING GEHOUDEN OP 15 FEBRUARI 1895 DES AVONDS TEN 9 URE IN HET LOKAAL DER VEREENIGING.

Aanwezig zijn de navolgende leden: J. E. de Meijier, President, A. P. Melchior, Penningmeester, G. P. A. Renaud, A. A. van Heurn, bestuursleden, E. A. C. F. von Essen, A. Vroesom de Haan, G. van Houten, J. B. Hubenet, K. F. H. Roos, Th. A. M. Ruijs, J. J. Staal en C. de Vries, en het buitengewoon lid A. Perelaer.

De President opent de vergadering en verzoekt den Penningmeester, die tijdelijk de functie van Secretaris vervult, de notulen der voorgaande vergadering voor te lezen. Aangezien niemand verklaart tegen de voorgelezen notulen bedenkingen te hebben, worden zij gearresteerd.

Mededeeling wordt gedaan van de volgende ingekomen stukken:

1e. Een onderhandsche mededeeling van het Bestuurslid A. Mijer, dat hij verhinderd is de vergadering bij te wonen, waaraan de voorzitter toevoegt, dat de Vice-President D. R. J. Baron van Lijnden hem mondeling heeft medegedeeld eveneens verhinderd te zijn;

2e. Een schrijven van het lid L. J. R. Geene waarin deze medeedeelt, dat hij met het oog op zijn voornemen om binnen korten tijd naar Europa te vertrekken, de benoeming tot Secretaris niet kan aannemen.

3e. Een schrijven van een der leden waarin inlichtingen worden gevraagd betreffende pleistervloeren en vloeren van portland cement-beton.

Het Bestuur heeft besloten deze vraag in het eerst verschijnende Afdeelings–tijdschrift over te nemen.

4e. Een schrijven van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen houdende aanbieding van een brief mebijbehoorende teekening van zekeren Raden Hardjo di Moelio te Soerakarta Dit stuk schijnt, voor zoover de bedoeling daarvan kan worden begrepen, een ontwerp te zijn van een als perpetuum-mobile werkende pomp.

Deze brief werd nog niet beantwoord.

5e. Een schrijven van den Raad van Bestuur, waarin wordt medegedeeld, dat de rubriek: "Inhoudsophave van Wetenschappelijke tijdschriften" in de verhandelingen voorkomende, in haren tegenwoordigen vorm zal vervallen en zal worden vervangen door een maandelijks afzonderlijk uit te geven meer verkorte opgave.

De Raad deed de vraag of het Bestuur der Afdeeling er prijs op stelde die opgaven maandelijks afzonderlijk te ontvangen, dan wel genoegen nam met eene toezending gelijk met de afleveringen van het tijdschrift. Hierop is geantwoord, dat ter besparing van kosten en moeite aan de laatst bedoelde verzendingswijze de voorkeur wordt gegeven.

Vervolgens wordt overgegaan tot de verkiezing van een Secretaris. De President noodigt de leden Hubenet en Ruijs uit als stemopnemers te fungeeren.

De uitslag der stemming is, dat zijn uitgebracht: 6 stemmen op het lid J. Frenkel, 3 op het lid A. Vroesom de Haan, 2 op het lid C. de Vries en 1 op het lid K. F. H. Roos.

Derhalve is gekozen het lid Frenkel, wien van zijne benoeming door den waarnemend Secretaris zal worden kennis gegeven.

Het lid J. E. de Meijier neemt het woord en doet eenige mededeelingen betreffende eene formule ter bepaling onder verschillende omstandigheden van de afmetingen van betongewelven, onlangs door hem in den Kalender für Eisenbahntechniker aangetroffen.

Hij zet in het kort uiteen hoe die formule waarschijnlijk is afgeleid geworden en wijst op de voorzorgsmaatregelen die bij hare toepassing moeten worden genomen. Deze voordracht is eenigszins vervolledigd als bijlage bij deze notulen afgedrukt.

Na afloop der voordracht doet het lid de Meijier eenige aan verschillende tijdschriften ontleende platen circuleeren, betrekking hebbende op eenige in de laatste jaren in Europa gebouwde, groote betonbruggen, onder anderen van die bij Munderkingen waarvan de spanwijdte 50 M. is, de pijl 5 M, de topdikte van den boog 1.00 M, de dikte bij de geboorte 1.10 M. en ongeveer op de halve hoogte van den boog 1.40 M. Dit gewelf is in den top en in de geboorten van scharnierpunten voorzien.

Op verzoek van het lid J. J. Staal deelt de heer de Meijier nog eenige bijzonderheden mede betreffende den bouwtijd, de kosten en het tijdstip van het wegnemen van het ormeel bij de bedoelde groote bruggen.

Uit mededeelingen van verschillende leden volgt, dat naar het schijnt op Java tot heden geen grootere betonbruggen dan van 7.00 M. spanwijdte zijn uitgevoerd. Deze bruggen worden aangetroffen bij de bevloeiingswerken in het gebied der Sampeanrivier, hebben $^1/_5$ pijl, 0 30 M. topdikte en voldoen goed. De boog en de onder de helling van $^1/_7$ afgewerkte aanrazeering zijn als een stuk gegoten, zoodat er van eene gewelfdikte bij de geboorte niet wel sprake kan zijn.

Vertikaal gemeten bedraagt de totale dikte daar ongeveer 1.10 M.

Voorts vestigt het lid de Meijier de aandacht op de teleurtellingen, die bij het Departement der Burgerlijke Openbare Werken ten opzichte van de "Mannesmann-buizen" zijn ondervonden.

Afgaande op de omtrent die buizen verspreide prijscouranten is eenige voorraad daarvan uit Europa geëischt geworden. Volgens die prijscourant zouden bijv: buizen van 40 c. M middellijn slechts 5 m. M. wanddikte hebben. Voor sommige buizen zouden de wanddikten volgens een in het Jaarboekje van het K. I. v. I. voor 1895 opgenomen tafel reeds eenigszins verhoogd zijn, maar in werkelijkheid bleken die dikten volgens in Nederland ingewonnen berichten aanzienlijk veel grooter te zijn, bijv: bij buizen van 12,5 c. M. en minder reeds 4 m.M. van 15 c. M. 5.5 à 6 m.M., van 17,5 c. M. 6 m.M. Dientengevolge worden de buizen zeer veel duurder, dan verwacht was, terwijl buizen van 30 c.M. middellijn en wijder tot heden zelfs niet dan tegen onevenredig hooge prijzen vervaardigd bleken te kunnen worden.

Voorts bleek, dat thans verbindingen met aangewelde flenzen in de plaats treden van de verbindingen met moffen of schroeven op de andere prospectussen vermeld.

In de derde plaats konden de buizen niet geasphalteerd naar Indië worden verzonden, omdat die stof niet bestand is tegen temperaturen hooger dan 31° C. Wel konden zij vertind worden

geleverd, maar afgezien van andere bezwaren zou dit de kosten met *f* 7.— per 100 K.G. verhoogen.

Uit dit alles volgt, dat het gebruik van Mannesmann-buizen althans voorloopig in Indië geen aanbeveling schijnt te verdienen.

Niets meer aan de orde zijnde, sluit de voorzitter de vergadering.

De President, J. E. DE MEIJIER. *De Wd. Secretaris,* A. P. MELCHIOR.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING GEHOUDEN OP DEN 10 MEI 1895 DES AVONDS TEN 9 URE IN HET LOKAAL DER VEREENIGING.

Aanwezig zijn: J. E. DE MEIJIER, President; D. R. J. BARON VAN LIJNDEN vice-president, A. A. VAN HEURN bestuurslid; J. FRENKEL Secretaris en A. MELCHIOR penningmeester en de leden E. A. C. F. VON ESSEN, G. VAN HOUTEN, J. B. HUBENET, T. M. G. KEULEMANS, Th. A. M. RUIJS, K. F. H. ROOS, L. H. SLINKERS, A. SNETHLAGE, C. DE VRIES, J. W. P. VRIJBERGEN en A. VROESOM DE HAAN, het buitengewoon lid A. PERELAER en de heer MALCOLM BEAN (geïntroduceerd).

De President opent de vergadering en verzoekt den secretaris de notulen der voorgaande vergadering voor te lezen. Met eene kleine wijziging van het slot, voorgesteld door den president, en waartegen bij de vergadering geene bedenkingen rijzen, worden zij gearresteerd.

Mededeeling wordt gedaan van de volgende ingekomen stukken.

1°. Van den Raad van Bestuur, houdende mededeeling dat genoegen wordt genomen met het voorstel der Afdeeling, om de bijdrage per lid aan de algemeene instituutskas met *f* 2.50 te verhoogen.

2°. Van RADEN HARDJO DI MOELIA, bevattende een nadere toelichting van de door hem uitgevonden pomp — wordt voor kennisgave aangenomen.

3°. Van den Raad van Bestuur — aanbieding ten geschenke voor de bibliotheek der afdeeling van het Compte rendu en de rapporten van het 6e congres voor binnenscheepvaart en mededeeling dat het volgende congres, vereenigd met dat van zeevaartwerken zal plaats hebben te Milaan.

Voor het geschenk is aan den Raad van Bestuur de dank der afdeeling betuigd; van het bericht betreffende het volgend congres is nota genomen en zal hierop te goeder tijd worden gelet.

4°. Van de commissie van organisatie van he 6e internationale congres voor binnenscheepvaart — bericht dat aan den Raad van Bestuur is ter hand gesteld het Compte rendu en de verslagen bedoeld sub 3° en bestemd tot geschenk aan de bibliotheek der afdeeling.

Aan den Raad van Bestuur is verzocht den dank der afdeeling ook aan den President der bedoelde commissie te willen overbrengen.

5°. Van den Directeur der B. O. W, Aanbieding van het verslag der Staatsspoorwegen over 1893.

6°. Van den Directeur van O. E. N. Verzoek om toezending der gebruiklijke bijdrage voor het Koloniaal Verslag.

Door den President wordt medegedeeld dat de voorraad exemplaren van de Huishoudelijke Verordeningen der afdeeling sints lang is uitgeput, zoodat herdruk noodzakelijk is. Het is aan het Bestuur gewenscht voorgekomen ter gelegenheid daarvan eenige wijzigingen voor te stellen, waarover de discussie echter op grond van art. 37 dier verordeningen tot eene volgende algemeene vergadering moet worden verdaagd. De voorgestelde wijzigingen zijn als bijlage van het convocatiebiljet voor de vergadering van heden avond afgedrukt en verspreid.

Verder wordt ter kennisse van de vergadering gebracht dat van het afdeelingstijdschrift de aflevering 1893—1894, waarvan de uitgifte ten gevolge van de noodzakelijke vervaardiging der platen in Nederland is vertraagd geworden, thans gereed is en binnen eenige dagen zal worden verzonden; de aflevering 1894 - 1895 is reeds ter perse; de platen daarvan zullen alhier vervaardigd worden, zoodat die aflevering binnen enkele maanden zal kunnen verschijnen; daarmede zal dan aan de achterlijkheid in de uitgifte van het afdeelingstijdschrift een einde gemaakt zijn.

Aan de orde is thans het jaarverslag der afdeeling. Het verslag van den Secretaris wordt voorgelezen en zonder discussie goedgekeurd.

De penningmeester leest het financieele verslag voor, dat op voorstel van den voorzitter in handen wordt gesteld van eene commissie van twee leden, de Heeren TH. T. M. RUIJS en A. VROESOM DE HAAN, ter verificatie.

Vervolgens wordt overgegaan tot de verkiezing van een bestuurslid en een penningmeester in verband met de periodieke aftreding der Heeren A. MIJER en A. P. MELCHIOR als zoodanig. De Heeren SNETHLAGE en VROESOM DE HAAN treden op verzoek van den president als stemopnemers op. De uitslag der stemming is dat zijn uitgebracht 15 geldige stemmen, waarvan 1 in blanco, voor penningmeester 14 op het lid MELCHIOR; voor bestuurslid 10 op het lid A. MIJER, 2 op het lid SNETHLAGE en één op ieder der leden G. VAN HOUTEN, L. H. SLINKERS en J. B. HUBENET, zoodat de Heeren MIJER en MELCHIOR zijn herkozen.

De heer MELCHIOR verklaart de herbenoeming aan te nemen; aan den heer MIJER, die niet ter vergadering aanwezig is zal door den secretaris van zijne herkiezing worden kennis gegeven.

De President geeft hierna het woord aan het lid VON ESSEN, die eene voordracht houdt over *eenige nieuwe denkbeelden ontrent rivierverbetering*. Deze voordracht is in substantie als bijlage tot deze notulen afgedrukt. Tot discussie geeft zij geene aanleiding. Nadat door den voorzitter het lid VON ESSEN is bedankt voor zijne heldere en belangrijke uiteenzetting van het onderwerp, dat ook voor ons Indische Ingenieurs van veel belang is — en door hem de wensch is uitgesproken dat het hier gehoorde er toe moge leiden dat de studie der rivierverbetering en de nieuwere denkbeelden op dat gebied in Indië zullen worden ter harte genomen, wordt de gewone pauze gehouden.

Gedurende de pauze vertoont de Heer MALCOLM BEAN, een model van een gebouw, ingedekt en omwand met een nieuw materiaal, het *Allport's Patent wire-wove waterproof roofing*, waarvan hij de vertegenwoordiging heeft voor Ned. Indië. Hij deelt mede dat dit materiaal is een slechte warmtegeleider, bestand tegen hitte en vocht, onbrandbaar, en een lichter dakbedekking levert dan gegolfd gegalvaniseerd ijzer. Uit zijne veredere mededeelingen en prospectussen blijkt voorts het volgende:

De bladen van dit materiaal voor daken en beschotten worden geleverd in de volgende afmetingen:

inch.		m.			
49 × 26	(1.245 × 0.660)	per dozijn	27	sh.
48 × 36	(1.219 × 0.914)	"	"	36	sh.
48 × 32	(1.219 × 0.813)	"	"	32	sh.
42 × 26	(1.067 × 0.660)	"	"	23	sh.
40 × 28	(1.016 × 0.711)	"	"	23½	sh.
30 × 32	(0.813 × 0.813)	"	"	22	sh.

Deze platen zijn $^3/_{32}$ inch dik (2.38 mm.)

De prijzen zijn aan de fabriek te London; berekent men de shilling op *f* 0.60 dan is de gemiddelde prijs per M². alzoo *f* 1.64.

Voor vracht moet 55 shilling per 40 kubiek voet worden gerekend. Neemt men globaal aan dat 100 bladen 1 voet dik zijn, dan heeft men in 40 kub. voet 325 bladen van 48 × 36 inch of 362 M² die *f* 33— aan vracht kosten of ± *f* 0.09 pr. M² zoodat de prijs te Batavia ± *f* 1.73 à *f* 1.75 pr. M² zal zijn, of als het artikel aan 6% inkomend recht onderhevig is *f* 1.85 per M².

Een dunnere maar minder soliede qualiteit kost te London 20% minder.

Het gewicht wordt opgegeven te zijn ongeveer $^2/_5$ van dat van gegolfd gegalvaniseerd ijzer N°. 24 van de wire gauge. Vlak ijzer N°. 24 w. g. weegt 4.874 K. G. (Jaarb. K. I. v. I. bl. 172). Gegolfd d°. $\frac{132}{136}$ maal meer (Ingenieur 1894 bl. 106).

Derhalve weegt dit materiaal

per M² ongeveer $^2/_5 \times \frac{152}{136} \times 4.874 = 2.192$ Kg.

De kosten franco te Batavia zouden dan zijn:

$$\frac{1.85}{2.192} = \pm f\ 0.85 \text{ per Kg.}$$

Voorts levert de fabriek ijzeren banden geverfd en van gaten voorzien voor het vastspijkeren tot
42 inch lengte tegen 1 sh. per dozijn; id. gegalv. 2 sh.
48 " " " $1^1/_4$ " " " ; " " $2^1/_2$ "
patent spijkers 3 pence per eng pond; gegalv. 6 pence per eng. pond, alles als boven te London berekend.

De platen worden ook geverfd en gezand geleverd voor 10% extra.

Zij bestaan volgens het prospectus uit eene combinatie van verlakt ijzerdraad en waterproof papier maché. De platen worden over elkander gelapt, goed met verf dichtgestreken en door stalen banden neergehouden, die op het houtwerk er onder worden vastgespijkerd.

Uit de beschrijving van het benoodigde hout voor het dak blijkt dat met inachtneming van 4 à 5 cM. overlap, de afmeting der bladen de grootte der ruiten van het raamwerk bepaalt, waarvan de hellende ribben de afmeting hebben van gewone dakribben en de horizontale ongeveer 4 bij 4 cM. zijn, deze laatste worden niet op, maar gelijkhouts tusschen de ribben ingewerkt. Daartoe worden latjes tegen de ribben gespijkerd waarop de horizontale latten stennen en deze laatste worden weder met een schuin geplaatsten nagel aan de hellende ribben vastgespijkerd.

De ijzeren banden rusten op de overgelapte bladen en komen alleen bovon de dakribben voor, waarop zij op afstanden van $7^1/_2$ cM. worden vastgespijkerd, doch niet op het midden maar aan den kant, zoodat er niets van den rand van elk blad uitsteekt.

De firma levert ook geheele gebouwen, waarvan een aantal model platte gronden verstrekt worden. Deze bestaan uit een sterk houten geraamte aan de buitenzijde (dak en wanden) bedekt met de patent wire wove bladen.

Omtrent de duurzaamheid wordt in het prospectus medegedeeld dat aangezien het houtwerk door de waterproof bedekking geheel tegen het weder beschermd is, deze gebouwen praktisch eeuwigdurend worden geacht. Alleen de bladen van het dak zouden om de 20 jaar vervangen moeten worden.

Hieruit blijkt dus niet dat het hout eenige bereiding ondergaat tegen insecten, enz. en dan zijn die gebouwen nog al duur. Een gebouw van één verdieping, waarvoor reeds een plint en vloer aanwezig is, werd door den berichtgever besteld en zal ongeveer *f* 5500 franco Batavia kosten. Het oppervlak is ± 235 M² dus per M² ruim *f* 23.—, waarbij nog de kosten van vervoer naar het binnenland en van opstelling komen. Dit gebouw bevat 1 vertrek van ongeveer 6 bij 4, 20 M., twee van 4.20 M. in het vierkant en 4 van 3 M. vierkant; het overige zijn galerijen.

In het vereenigingslokaal zijn monsters van het nieuwe materiaal voor de leden ter bezichtiging gelegd.

Na het eindigen der pauze verleent de voorzitter het woord aan het lid A. P. MELCHIOR, tot het doen van eene mededeeling betreffenda *den regenval te Batavia*.

Spreker deelt mede, dat hij zich sedert eenigen tijd bezighoudt met een studie over de veranderingen, die de bekende formules van LAUTERBURG moeten ondergaan om daaruit met grooter juistheid, dan door de toepassing der ongewijzigde, voor Zwitserland opgemaakte formules mogelijk is, den grootsten afvoer van de rivieren op Java te berekenen.

Hij had daarbij in eerste plaats na te gaan, in hoeverre de door LAUTERBURG aangenomen bedragen van den grootsten regenval gewijzigd behooren te worden.

Het ligt niet in zijne bedoeling van de uitkomsten, die hij zich voorstelt t. z. t. ter opneming in het Afdeelingstijdschrift aan te bieden, bij deze gelegenheid een kort overzicht te geven, voor zoover dat reeds mogelijk zou zijn.

Hij wenscht alleen de aandacht te vestigen op een bij het onderzoek van den regenval te Batavia — de eenige plaats in Indië, waar een zelfregistreerende regenmeter in werking is — gevonden resultaat.

De regenval te Batavia heeft reeds vroeger in de vergaderingen van de Afdeeling N. Indië van het Kon. Instituut van Ingenieurs een punt van bespreking uitgemaakt. In de algemeene vergadering van 20 April 1886 deed het lid J. J. STAAL daaromtrent eene mededeeling, die is opgenomen in het Afd. tijdschrift 1885—86. De heer STAAL wees er toen op, dat de regenbuien te Batavia over het algemeen korter duren, dan veelal vermoed wordt en dat steeds een groot gedeelte van de geheele hoeveelheid regen valt in een betrekkelijk kort tijdsverloop en lichtte zijne bedoeling met een aantal cijfers toe.

Dat inderdaad een groot gedeelte van de dagelijksche hoeveelheid regen veelal in korten tijd valt, zal een ieder, die een aantal jaren in Indië heeft doorgebracht, inzien, maar dat dit verschijnsel zoo geprononceerd is — ook op dagen, waarop de totale regenval bijzonder groot is —, als aan spreker gebleken is het geval te zijn, werd door hem ook na lezing van de mededeeling van den heer STAAL niet vermoed.

Spreker heeft voor elk jaar van 1866 tot 1894 toe nagegaan den grootsten regenval in 1 uur, in 2 uren, en 3 uren enz. tot 24 uren toe. Hij bezigde daartoe de uitkomsten van de uurwaarnemingen op het Meteorologisch Observatorium verricht, welke in de jaarverslagen dier inrichting zijn gepubliceerd. Het aldus voor elk jaar gevonden maximum bedrag voor 24 uren is meermalen hooger, dan de in de Javasche Courant gepubliceerde cijfers aangeven. Dit is een gevolg daarvan, dat hierbij het etmaal gerekend is aan te vangen en te eindigen op een vast uur (8 uur v. m.) en dat het meermalen mogelijk is de aldus gevonden hoeveelheid regen te vermeerderen door de grenzen van het etmaal één of meer uren te verschuiven.

Verder is door spreker nagegaan of de aldus voor de geheele periode 1866—94 gevonden maxima nog niet een verdere verhooging konden ondergaan door nog de uurgrenzen te verplaatsen, hetgeen alleen mogelijk was voor het tijdvak aanvangende met het in werking brengen van den zelfregistreerenden regenmeter, dus met jaar 1879. De tracé's door den toestel verkregen werden hem daartoe door den Directeur van het Observatorium welwillend ter inzage afgestaan.

Inderdaad ondergingen op die wijze een aantal cijfers nog eene verhooging en had spreker daarbij gelegenheid ook den grootsten regenval in kortere perioden dan van één uur, namelijk van een halfuur en van een kwartier, na te gaan. Tot nog kortere tijdvakken af te dalen achtte hij voor zijn praktisch doel onnoodig, aangezien een regenbui, die korter dan een kwartier duurt, bijv. wel een goot kan doen overloopen, maar zelfs in een kleine rivier geen buitengewoon hooge bandjir kan veroorzaken.

De op deze wijze gevonden maxima zijn met een *getrokken* lijn weergegeven in een grafische voorstelling, die door spreker vertoont wordt en op verkleinde schaal hierachter is afgedrukt (Plaat VII). Daaruit volgt, dat het maximum voor 12 uren gelijk is aan dat voor 24 uren en 197 mM. bedraagt, terwijl het voor 4 uren reeds 180 mM. beloopt.

Dit grootendeels geconcentreerd zijn van den regenval in een klein aantal, zegge 4, uren is een verschijnsel, dat zich niet slechts toevallig heeft voorgedaan, toen de regenval zijn maximum bereikte, maar het komt telkens voor, zooals spreker gebleken is uit de voor de 29 jaren verkregen reeksen van 24 getallen. Hij heeft voor elk aantal uren uit de 29 getallen de 5 hoogste afgezonderd en daarvan de gemiddelden genomen ten einde een beeld te verkrijgen van den gewonen gang van zaken bij zeer zware regens. Hij vond toen ook, dat meer dan $^2/_3$ van de hoeveelheid regen in 24 uren valt binnen de 3 uren, meer dan $^3/_4$ binnen de 4 uren, meer dan $^7/_8$ binnen de 5 uren, meer dan 95% binnen de 12 uren.

Men zou volgens spreker allicht meenen, dat de allergrootste regenvallen in 24 uren het gevolg zouden zijn van verschillende over het etmaal min of meer gelijkmatig verdeelde zware buien. Dit blijkt nu volstrekt niet het geval te zijn. Door zich bij zijne afvoerberekeningen den regenval van 24 uren gelijkmatig verdeeld te denken, wijkt men ver van de werkelijkheid af.

LAUTERBURG is bij zijne berekeningen onder meer uitgegaan van een regenval van 2,1 mM. per minuut, die één uur zou aanhouden, zoodat de regenval in één uur 126 mM. zou bedragen. Het is mogelijk, dat zulk een regenval in Europa ooit is geconstateerd, maar dan droeg hij toch zeker een geheel en al buitengewoon karakter, daar te Batavia gedurende 29 jaren nooit meer dan 90 mM. is waargenomen.

In het aannemen van een regenval van 2,1 mM. per minuut gedurende een korter tijdvak is echter niets overdrevens gelegen. Te Batavia werd in een kwartier 38 mM. waargenomen, d.i. 2,5 mM. per minuut en dit maximum is herhaalde malen op weigin na bereikt geworden.

Spreker vestigt er de aandacht op, dat de reeks van 24 maxima voor elk jaar gevonden vooral voor een klein aantal uren geen betrekking heeft op den regenval op *één* dag.

Het is duidelijk, dat in den loop van een jaar de grootste regenval in één uur en die in 2 uren op ver uiteen gelegen datums kunnen zijn voorgekomen. Deze opmerking geldt natuurlijk ook voor de grafisch voorgestelde maxima-cijfers voor 29 jaren.)

In de grafische voorstelling is ook nog een gestippelde lijn aangegeven. Zij heeft haar ontstaan te danken aan de omstandigheid, dat de tot dusver bedoelde maxima over 29 jaren dit slechts zijn, zoo lang het etmaal 18—19 Januari 1892 buiten beschouwing wordt gelaten. Dit werd gedaan, omdat de regenval toen een buitengewoon karakter droeg, dat daarmede naar het oordeel van den spreker bij afvoerberekeningen geen rekening mag worden gehouden, omdat dit aanleiding zou geven tot het stellen van overdreven eischen.

Er viel toen in 24 uren 289 mM. regen, terwijl het daarop volgend maximum 197 mM. bedroeg en het dan volgende 196 mM.

Voorts kwam een maximum van 180 tot 190 mM. in de 29 jaren 2 maal voor, een van 170 tot 180 mM. eenmaal, van 160 tot 170 mM. 2 maal. Een regenval van 200 mM. zou dus als een aannemelijk maximum zijn te beschouwen, indien het niet plotseling met nagenoeg 50% overschreden was geworden.

Die overschrijding heeft uit een meteorologisch oogpunt natuurlijk wel degelijk waarde. De regenval van 18—19 Januari 1892 is daarom in de grafische voorstelling met een gebroken lijn aangegeven.

Ook daarbij ging het eigenaardig karakter van den regenval — concentratie van verreweg het grootste gedeelte in een klein aantal uren — niet verloren. Er viel toen $^3/_4$ van de totale hoeveelheid in 6 uren, meer dan 93% in 10 uren.

De voorzitter bedankt den heer MELCHIOR voor zijne mededeeling en niemand naar aanleiding van het gesprokene het woord verlangende doet de voorzitter nog eenige mededeelingen over het reservoir van BOUZEY bij Epinal, waarvan de stuwmuur blijkens een op 28 April jl. ontvangen telegram is doorgebroken. Het is hem namelijk gebleken dat de samenstelling en de bij dit werk ondervonden moeilijkheden zijn ter sprake gekomen op het Vde Scheepvaart congres, te Parijs gehouden.

In het „Zeitschrift des Oest. Ing. und Arch. Vereins" voor 1893 bl. 132 komt daaromtrent een mededeeling voor, getrokken uit een nota van den ingenieur DENIJS, welke nu reeds eenig licht werpt op de vermoedelijke oorzaken van het ongeval.

De vergaarkom van Bouzey dient om het hoogste pand te voeden van het *Canal de l'Est*, dat eenige jaren geleden is aangelegd om een doorgaand binnenscheepvaartverkeer mogelijk te maken van de Maas bij Givet aan de Belgische grenzen tot in de Saône, zoodat Antwerpen. Rotterdam enz. door binnenvaart verbonden zijn met Marseille.

Legt men de kaart van het Noordoostelijk Frankrijk voor zich, dan blijkt dat op de bergruggen bestaande uit het plateau van Langres, de Monts Faucilles en de Vogezen op niet verren afstand van elkander de Seine, de Aube, de Marne, de Maas, de Moezel en de Meurthe ontspringen, terwijl aan de zuidzijde het water zich door eenige kleine riviertjes in de Saône vereenigt. De Maas en de Moezel naderen aanvankelijk tot elkander en zijn bij Toul op den kortsten onderlingen afstand. Daar passeert het van ouds bestaande Marne-Rijnkanaal in West-Oostelijke richting.

Het *Oosterkanaal* begint bij Givet waar het peil 98 M. boven de zee is en volgt de gekanaliseerde Maas tot Froussey op + 246 M. van daar tot Toul ligt het over 22 K. M. gemeen met het Rijn-Marnekanal, waar bij Pagne de waterscheiding tusschen Maas en Moezel wordt gepasseerd, gedeeltelijk door een tunnel. Het Noordelijke gedeelte van het Oosterkanaal van Givet tot Toul is 268 K. M. lang met 59 sluizen. Te Toul + 208 M.) begint het zuidelijk deel, lang 178 K. M.

met 104 sluizen. Eerst volgt het de gekanaliseerde Moezel tot Port St. Vincent en gaat dan als zijkaal in het Moezeldal verder tot *Golbey* even vóór *Epinal* van waar het de Vogezen overschrijdt op een hoogste punt van 365 M. boven de zee bij *Girancourt* om vervolgens door de vallei van Coney in de gekanaliseerde Saône bij Port-sur-Saône (+ 207 M.) uit te komen. Een zijtak van 10 K. M. met 18 sluizen verbindt het kanaal met Nancy en een van 4 K. M. zonder sluizen met *Epinal*.

Het reservoir van Bousey met een inhoud van 7.000.000 M³ dient om het hoogste pand bij Girancourt te voeden. De vulling van het reservoir geschiedt door een kanaal van 42 K. M. dat uit de Moezel tapt bij Remiremont waar de kleine Moezel of Moselotte in deze uitvloeit. Dit voedingskanaal dat ± 2 M³ per secunde moet aanvoeren is op zich zelf een zeer moeilijk stuk werk geweest, daar het de geaccidenteerde linkerhelling van het Moezeldal volgt, die telkens uit dalen en bergruggen bestaat. Bij de laagten wordt het kanaal door syphons geleid en bij de uitloopers der bergruggen door tunnels. Bovendien had men aanvankelijk veel waterlies daar de wanden op veel plaatsen uit verweerde bonte zandsteen bestaan, die veel water liet doorkwellen. Van 210.000 M³ per etmaal afgetapt, bereikten slechts 70.000 M³ het reservoir.

Door bekleeding met klei is het verlies later tot ± 30% beperkt. Het verval bedraagt 8.40 M. of 0.2 per mille.

De zanderige bodem van het voedings kanaal was oorzaak dat regenbuien van 40 mM, daags voldoende werden geabsorbeerd, maar bij een wolkbreuk van 2 uur, waarbij 80 mM. viel, werd de leiding bij den doorgang van een zijdal vernield en had men een half millioen francs schade.

Het reservoir van Bouzey wordt gevormd door een ± 500 M. langen muur, waarvan de hoogte op het diepste punt 22 M. bedroeg met 4 M. breedte aan den top en 14.80 M. in aanleg. De fundeergrond is bonte zandsteen (1). Daar deze rotssoort niet vrij van scheuren en spleten is, werd op 2 M. dieper een koffermuur aan de bovenzijde ingelaten, ter dikte van 2 M. Men hoopte daarmede de gezonde homogene rots bereikt te hebben.

Op 15 Maart 1884 was het reservoir tot op 2.70 M. beneden den hoogsten stand gevuld met 4.700.000 M³ water toen het bleek dat het gezamenlijke muurwerk over 120 M. lengte in een bocht lag van 0.30 M. pijl en zich van den koffer had afgescheurd

Daardoor waren in het midden en aan de einden van de bocht scheuren ontstaan, waardoor een hoeveelheid van 30.000 M³ daags weglekte. Daar het water zich tusschen koffer en muur een weg had gebaand, was opwaartsche druk tegen het metselwerk mogelijk en daardoor werd het gewicht verminderd en de resultante daarvan met de waterdrukking tegen het voorvlak verschoven.

In 1888/89 onderging het werk de verbouwing die op Pl. VII is aangegeven.

Eerst werd op een geschikten afstand benedenstrooms een steunmuur van 6 M. hoogte dusdanig ingelaten dat de ondervlakte overal in horizontale lagen in ongeroerde en homogene rots was ingekast. Tegen dieu muur waarvan de achterwand een heilling van 3 op 5 had werd een hellende muur bijwijze van schoorwerk met concaaf bovenvlak gesteund en in den bestaanden steunmuur vertand, terwijl de voegen normaal op de buitenvlakte waren geplaatst.

Daardoor werd de aanleg breedte van den steunmuur met 50% vergroot en het uitglijden van den schoormuur belet. Ook schijnt men het doorsijpelende water met draineergoten te hebben afgeleid. Alle aan de basis van het werk verschoven en geroerde grond werd door het drijven van stollen opgeruimd en door hydraulisch metselwerk vervangen. De scheiding, die tusschen den bovenkoffer en den muur was ontstaan werd zorgvuldig gedicht en met eene bemetseling bedekt waarvoor nog eene waterdichte klei aanstamping van 3 M. dikte werd aangebracht. Sedert dien tijd was het waterverlies slechts 8000 etmaal.

Thans schijnt het water zich op nieuw een weg door den ondergrond gebaand te hebben en eene herhaling van het 1884 gebeurde heeft vermoedelijk de geheele vernieling van het werk M³ per ten gevolge gehad.

Ook deze mededeeling geeft geen aanleiding tot discussie.

Niets meer te verhandelen zijnde, sluit de voorzitter de vergadering.

De President,
J. E. DE MEIJIER.
De Secretaris,
J. FRENKEL.

Bijlage **A**.

BEREKENING VAN BETONGEWELVEN.

In de bijlage van den „Kalender für Eisenbahn-Techniker, begründet von EDM. HEUSINGER von WALDEGG," komt in de laatste jaren over betongewelven eene mededeeling voor van den volgenden inhoud:

„Der Theorie nach sind die Betongewölbe ein Mittelding zwischen eingespannten Bogen und einen an den Auflagern frei beweglichen Bogen.

„Im Allgemeinen bieten die gebrauchlichsten Formeln für elastische Bogenträger genügende Sicherheit, wenn die Anstrengungscoëfficient bei Beton vom Mischungsverhältniss 1: 8 etwa zu 15 K.G., desgleichen bei einer Mischung 1: 6 zu 25 K.G., für 1 q c m, sowie die Verwendung von Schlägelschotter von nicht über 4 cM. Grösse angenommen wird.

„Versuche von DIJCKERHOFF haben gezeigt, dass Betongewölbe von constanter Stärke sich bei gleichmässiger Belastung tragfähiger erwiesen als solche mit im Scheitel stärkeren Querschnitt. Nur in solchen Fällen, wo eine Drehung, resp. Verschiebung der Auflager zu befürchten ist, ist eine Verstärkung im Scheitel vortheilhaft, da alsdann bei Bogen von constanter Querschnitt die Bruchfuge nicht in den Kämpfer, sondern in den Scheitel fallt.

„Nennt man *P* die ganze Bruchbelastung (*) einschl.

(1) Die met de daarboven behoorende muschelkalk en keuper te zamen den Trias vormt, de oudste formatie van de zoogenaamde Mezozoïsche lagen, waarin nog weinig fossielen worden aangetroffen.

In het Fransch wordt de formatie ook grés bigarré of grés des Vosges genoemd.

(*) Hier wordt vermoedelijk „Brückenbelastung" bedoeld.

Eigengewicht, l und f die Spannweite, bezw. Pfeilhöhe der Bogenmittellinie, h die Bogenstärke, b die Bogenbreite, Q der Horizontalschub, k die max.-Beanspruchung im Scheitel, so lässt sich für den eingespannten Bogen angenähert setzen:"

$$Q = \frac{Pl}{8f}\left(1 - \frac{h^2}{f^2}\right);\ k = \frac{Pl}{8f.bh}\left(1 - \frac{h^2}{f^2} + \frac{2h}{f}\right) \quad (1)$$

und für die Bogen mit zwei Gelenke:

$$Q = \frac{Pl}{8f}\left(1 - \frac{h^2}{6f^2}\right);\ k = \frac{Pl}{8f.bh}\left(1 - \frac{h^2}{6f^2} + \frac{h}{f}\right) \quad (2)$$

Uit een bericht over den tegenwoordigen stand van het bouwen met beton in Oostenrijk-Hongarije van den heer V. BRAUSEWETTER, voorkomende in het „Wochenschrift des Oesterr. Ing. und Arch. Verein van 20 Sept 1889 (bl. 304), blijkt dat deze formules zijn gegeven door prof. ENGESSER naar aanleiding van de in Duitschland door de firma DIJCKERHOFF & WIDMANN genomen proeven. Deze schrijver maakt van de formule (2) voor k gebruik om eenige dikten in den top van betonbogen te berekenen, bij eene onderstelling dat k 9 K.G. per cM². mag bedragen en vindt dan betrekkelijk zeer geringe afmetingen voor bogen van 1—4 M. spanning en $^1/_{10}$ pijl bij totale gelijkmatige belastingen van 600—1600 K.G. per M².

Waar die proeven in bijzonderheden beschreven zijn en de theoretische gevolgtrekkingen door prof. ENGESSER zijn gemaakt, is steller dezer niet bekend.

Eene aanwijzing voorkomende in het aanhangsel van hoofdstuk XII van den tweeden druk der „Brückenbau" van het bekende Handb. der Ing. Wissenschaften door prof. J. MELAN doet zien, dat men bij het toepassen der theorie van den elastischen boog op gewelven met vrucht kan uitgaan van de stelling van den kleinsten vervormingsarbeid, welke voor het eerst meer algemeen in de elasticiteitsleer werd toegepast door den Italiaanschen hoogleeraar CASTIGLIONE (1). MELAN verwijst naar eene verhandeling in het genoemde Wochenschrift door hem over de gewelven geschreven, doch deze aflevering stond ons niet ten dienste (zij moet voorkomen in den jaargang 1885, bl. 262).

Dat die theorie van den kleinsten vervormingsarbeid tegenwoordig aan de orde van den dag is, wordt bewezen door de omstandigheid dat zoowel in de Deutsche *Bauzeitung* (2) als in *Engineering* dit principe werd besproken (3).

Vooral de behandeling in laatstgenoemd weekblad is zeer populair en een eenvoudig voorbeeld van de nuttige toepassing wordt o.a. aldaar als volgt gegeven.

Op eene vierkante tafel met vier gelijke pooten, waarvan de afstand 50 Eng. duim in de lengte en even zooveel in de breedte is, staat een gewicht W dat 15 duim van den eenen en 20 duim van den anderen rand verwijderd is. Het blad zelf wordt onwrikbaar gedacht, maar de pooten zijn elastisch. Het is de vraag te bepalen welk deel van het gewicht door elk van de pooten gedragen wordt.

Stond de tafel op drie pooten, dan was het een eenvoudig statisch vraagstuk. Nu er vier zijn moet de elasticiteitsleer te hulp worden geroepen.

De kracht P op een poot veroorzaakt eene samendrukking λ, welke gevonden wordt uit de wet van HOOKE:

$$\lambda = \frac{Pl}{FE} \quad (3)$$

waarin l de lengte, F de doorsnede en E de elasticiteitscoëfficient. De kraeht P die door geleidelijke werking ten slotte de indrukking λ veroorzaakt, verricht een gemiddelden arbeid, die op $^1/_2\ P\lambda$ gesteld mag worden en deze arbeid is dus $\frac{1}{2}\ P^2\ \frac{l}{FE}$ of, daar in dit geval voor alle pooten $\frac{l}{FE} = a$ eene constante is, kan de arbeid in de vier pooten door de drukking opgehoopt, voorgesteld worden door:

$$A = \tfrac{1}{2}\ a\ (P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + P_4^2) \quad (4)$$

als men de onbekende drukking op elken poot voorstelt respectievelijk door $P_1\ P_2$, enz., zoodat

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = W \quad (5)$$

Door het nemen der momenten ten opzichte van de randen van de tafel worden de betrekkingen gevonden

$$\begin{aligned} P_2 &= 0.3\ W - P_1 \\ P_3 &= 0.6\ W - P_2 = 0.3\ W + P_1 \\ P_4 &= 0.4\ W - P_1 \end{aligned} \quad (6)$$

Brengt men de vierkanten dezer waarden in (4) over den volgt na herleiding

$$A = \frac{1}{2}\ a(4\ P_1^2 + \frac{32}{100}\ W^2 - \frac{4}{5}\ P_1\ W) = min. \quad (7)$$

waaruit door differentiëeren volgt:

$$\frac{dA}{dP_1} = a\ (4\ P_1 - \frac{2}{5}\ W) = 0 \quad (8$$

en dus $(P_1) = \frac{1}{10}\ W;\ P_2 = \frac{1}{5}\ W;\ P_3 = \frac{2}{5}\ W;\ P_4 = \frac{3}{10}\ W.$

De verrichte arbeid moet namelijk zoo klein mogelijk zijn ten opzichte van de passieve krachten of weerstanden, die door de werking van het actieve gewicht in het leven zijn geroepen; in dit geval zijn deze vier passieve krachten uit te drukken in functie van een er van (P_1).

Bij de theorie van den elastischen boog beschouwt men twee opvolgende doorsneden op een onderlingen afstand *ds*, gemeten volgens de hartlijn (onder die hartlijn wordt de meetkundige plaats verstaan van de zwaartepunten van opvolgende doorsneden). De hoek, welke zij met elkander maken zij $d\Phi$. Nu werkt op de beschouwde doorsnede de resultante van alle uitwendige krachten en dat wel in het algemeen niet aangrijpende in het zwaartepunt en niet gericht loodrecht op het vlak er van; doch al dadelijk wordt aangenomen dat die resultante ligt in een vlak van symmetrie, waardoor torsie is uitgesloten.

Ontbindt men de resultante R. (Pl. V fig. 1) in

(1) Théorie de l'Equilibre des systèmes élastiques. Turin A. Negro 1879
(2) Van 7 Nov. 1894, bl. 349.
(3) Van 9 Nov. 1894, bl. 507 en volgende afl.

een kracht S langs de doorsnede en in eene P loodrecht er op en brengt men door een koppel M laatstgenoemde kracht in het zwaartepunt over, dan is $M = Pp$ als p den afstand voorstelt van het aangrijpingspunt van R tot het zwaartepunt.

Bij de toepassing der theorie op steenen bogen wordt afgezien van de afschuivende kracht S en verder aangenomen dat geen trekspanningen ontstaan. Hoewel de elasticiteitscoëfficiënten bij drukking en bij uitrekking voor steen, beton en dergelijke niet nauwkeurig bekend zijn, staat het toch vast dat deze beide onderling belangrijk verschillen, dat derhalve, als er uitrekking optreedt, de neutrale as niet samenvalt met de meetkundige plaats der zwaartepunten van de doorsneden en dat dus de beschouwingen omtrent veerkrachtige staven, waarbij die elasticiteitscoëfficiënten gelijk gesteld zijn, niet meer opgaan.

Met die restrictie, welke zich volgens de bekende hypothese van NAVIER laat uitdrukken door de voorwaarde dat de ontbondene der resulteerende uitwendige kracht, die loodrecht op het vlak der doorsnede staat, ook moet aangrijpen binnen het middelste $^1/_3$ gedeelte of de kern der doorsnede, kan in het vervolg voor dit geval gesproken worden van de verkortingen, die de aaneenschakelingen van stofdeelen, evenwijdig aan de hartlijn (uit analogie met andere materialen *vezels* te noemen), ondergaan.

Men beschouwt dan een element van een vezel op een afstand v van de hartlijn en gaat de verkorting na, welke door inwerking van de uitwendige krachten ontstaat. De betrekking tusschen die verkorting en de aanvankelijke lengte, d.i. de relatieve indrukking van dit element van een willekeurigen vezel buiten de hartlijn, wordt vervolgens uitgedrukt in ds, $d\Phi$, v en de kromtestraal r.

Vermenigvuldigt men de aldus verkregen waarde met den elasticiteitscoëfficiënt, dan vindt men de volgende uitdrukking voor de spanning σ per eenheid van oppervlak der doorsnede ter plaatse van den beschouwden vezel (1).

$$\sigma = E\left(\frac{\Delta\, ds}{ds} - v\,\frac{\Delta\, d\Phi}{ds}\right)\frac{r}{r+v} \qquad (9)$$

welke nog algemeener te maken is door er een term voor temperatuursverandering bij te voegen, omdat deze bij bogen soms eene spanning veroorzaakt die bij plat liggende staven niet voorkomt. Voor het gemak wordt van dezen laatste hier verder afgezien.

Door op te merken dat de som der drukspanningen gelijk moet zijn aan de kracht P, die loodrecht op de doorsnede werkt en het moment der drukspanningen ten opzichte van het zwaartepunt der doorsnede gelijk moet zijn aan het moment van die kracht ten opzichte van hetzelfde punt:

$$\begin{aligned} P &= \int \sigma\, df \\ M &= \int \sigma\, v df \end{aligned} \qquad (10)$$

waarin df een element der doorsnede voorstelt, vindt men twee vergelijkingen, waaruit de relatieve afstandsverandering volgens de lengte as van de beide op een afstand ds genomen doorsneden of $\frac{\Delta\, ds}{ds}$ en de relatieve draaiïng van de eene doorsnede ten opzichte van de naastbij liggende $\frac{\Delta\, d\Phi}{ds}$ worden gevonden.

In het algemeen wordt de waarde van σ na overbrenging in formule (9)

$$\sigma = \frac{M}{I'}\,\frac{vr}{r+v} + \frac{M+Pr}{Fr} \qquad (10)$$

Hierin is I' eene uitdrukking, die in het traagheidsmoment I overgaat, als de straal r oneindig groot mag worden genomen.

Om de formulen te vereenvoudigen wordt de onderstelling dat r zeer groot is ten opzichte van de afmetingen der doorsnede, verder aangehouden en dan verkrijgt men

$$\frac{\Delta\, ds}{ds} = \frac{EF}{P} \qquad \frac{\Delta\, d\Phi}{ds} = \frac{M}{EI} \qquad (11)$$

$$\sigma = \frac{Mv}{I} + \frac{P}{F}$$

Daar $\Delta\, ds = d\,\Delta\, s$ en $\Delta\, d\Phi = d\,\Delta\,\Phi$ gesteld mag worden, is de elementaire verandering van de as van de boog

$$d\Delta s = \frac{P}{EF}\, ds \qquad (12)$$

en de elementaire verandering in den hoek tusschen twee opvolgende doorsneden

$$d\,\Delta\,\Phi = -\frac{M}{EI}\, ds \qquad (13)$$

(negatief, want de hoek wordt bij doorbuiging kleiner).

De verandering (12) wordt veroorzaakt door de werking van de kracht P, alzoo analoog met het in den aanvang vermelde betreffende den gemiddelden arbeid bij samendrukking

$$\tfrac{1}{2}\, P \times d\,\Delta\, s = \tfrac{1}{2}\,\frac{P^2}{EF}\, ds$$

en daar $d\Delta\Phi$ veroorzaakt wordt door het koppel M

$$\tfrac{1}{2}\, M.\, d\,\Delta\,\Phi = \tfrac{1}{2}\,\frac{M^2}{EI}\, ds.$$

De som van de beide laatstgenoemde waarden uitgestrekt over den geheelen boog, levert den totalen vervormingsarbeid welke door de belasting en de reacties der steunpunten in den boog wordt vastgelegd:

$$A = \tfrac{1}{2}\int \frac{P^2}{EF}\, ds + \tfrac{1}{2}\int \frac{M^2}{EI}\, ds \qquad (14)$$

Beschouwt men nu een boog van beton van ongeveer gelijkvormige dikte, dan kan men aannemen dat op den halven boog (Pl. V fig 2) als actieve krachten werken de gewichten der belasting en van den boog zelf en als passieve krachten een topdruk H, in het algemeen aangrijpend op een afstand z_0 van de hartlijn en aan de geboorte een moment M_1 eveneens bestaande uit een kracht loodrecht op de einddoorsnede, aangrijpende op een afstand z_1 van de hartlijn.

H en M_1 zijn de beide onbekende grootheden ten opzichte waarvan de arbeid A beurtelings een minimum moet worden.

(1) VAN HEMERT, Toegep. Mech. bl. 347, formule (3).

I. Om tot de formules (1) en (2) te geraken wordt aangenomen dat de boog over de lengte der projectie gelijkmatig is belast met p K.G. per str. $M.$, inclusief het eigen gewicht.

De halve spanwijdte, gemeten tot de hartlijn, is $^1/_2\ l$, de pijl is f, de breedte loodrecht op het vlak van teekening $= 1$.

Beschouwt men verder den boog als een *parabool*, waarvan de vertikale ordinaat, naar omlaag geteld, is y, dan wordt de vergelijking van de as of hartlijn

$$y = \frac{4f}{l^2}\ x^2 \qquad (15)$$

Bij eene doorsnede van den boog, waarvan het zwaartepunt de coördinaten x en y heeft, is het moment van het rechterdeel onmiddelijk op te schrijven (rechtsdraaiende koppels positief nemende),

$$M = \tfrac{1}{2}\ p\ x^2 - H\ (y + z_0) \qquad (16)$$

voor het uiteinde van den boog wordt $x = \frac{1}{2}\ l$, $y = f$ en het moment gelijk aan het passieve moment, waarmede de bevestiging van het uiteinde reageert:

$$M_1 = \frac{1}{8}\ pl^2 - H\ (f + z_0) \quad \ldots\ldots (17)$$

Uit (16) en (17) de onbekende z_0 elimineerend:

$$M = H\ (f-y) + \tfrac{1}{2}\ p\ x^2 - \tfrac{1}{8}\ pl^2 + M_1 \qquad (18)$$

Daar de afschuivende krachten verwaarloosd zijn, kan men de bevestiging bij de geboorte vervangen door een kracht in de as en een moment, waarvan voor eerst genoemde $\frac{1}{2}\ pl$ (het gewicht van den halven boog) de verticaal ontbondene en H de horizontaal ontbondene is. Met deze opmerking is (18) ook dadelijk uit de figuur op te schrijven als men de momenten niet rechts maar links van de doorsnede neemt.

Door die verwaarloozing kan men ook de kracht P in elke doorsnede in het algemeen als de resultante van H en het gewicht van het rechter deel van den boog beschouwen en heeft men dus

$$P^2 = H^2 + q^2\ x^2 \qquad (19)$$

Om thans het beginsel van den kleinsten vervormingsarbeid toe te passen, moet de uitdrukking (14) voor A zoowel ten opzichte van H als van M_1 gedifferentieërd worden.

$$\frac{dA}{dH} = \int \frac{P}{EF}\cdot\frac{dP}{dH}\ ds + \int \frac{M}{EI}\cdot\frac{dM}{dH}\ ds = o \qquad (20)$$

$$\frac{dA}{dM_1} = \int \frac{P}{EF}\ \frac{dP}{dM_1}\ ds + \int \frac{M}{EI}\ \frac{dM}{dM_1}\ ds = o \qquad (21)$$

De waarden der onbekende diff. quotiënten moeten uit (18) en (19) worden gevonden door deze uitdrukking ten opzichte van M_1 en H te differentiëeren.

Men vindt $\dfrac{dM}{dH} = f - y \qquad \dfrac{dM}{dM_1} = 1$

$$\frac{PdP}{dH} = H \qquad \frac{dP}{dM_1} = 0$$

Alzoo moet voldaan worden aan deze uitdrukkingen

$$\int \frac{H\,ds}{EF} + \int \frac{M\ (f-y)}{E\ I}\ ds = o \qquad (22)$$

$$\int \frac{M\,ds}{E\ I} = o \qquad (23)$$

Het is thans noodig op nieuw vereenvoudigingen in te voeren, door den gemeenschappelijken factor E weg te laten en overigens van ds op dx over te gaan onder opmerking dat

$$ds = \frac{dx}{Cos\ \varphi}$$

Voorts is $F = h$ de gemiddelde dikte van den boog (waarvan de breedte $= 1$) en $I \cos \varphi$ wordt constant aangenomen en de gemiddelde waarde $= \frac{1}{12}\ h^3$ gesteld (1). Een en ander geeft

$$\int M\ (f-y)\ dx + \frac{h^3}{12} \int H ds = o \qquad (24)$$

$$\int M\ dx = o \qquad (25)$$

Daar de topdruk H constant is en men tusschen de grenzen $+\ ^1/_2\ l$ en $-\ ^1/_2\ l$ moet integreeren, waarbij de lengte van den boog $= l$ is, wordt het tweede lid van (24) $\frac{h^2 Hl}{12}$.

Het eerste lid kan eerst geïntegreerd worden als voor M de waarde uit (18) is gesteld, terwijl voor y met behulp van (15) x kan worden ingevoerd.

Wanneer men dit bewerkstelligt en de integratie der verschillende termen uitvoert tusschen de genoemde grenzen, komt men, na weglating van een gemeenschappelijken factor l. tot de uitdrukking:

$$8\ H\ f^2 - p\ f l^2 + 10\ M_1\ f + \frac{5}{4}\ h^2\ H = 0 \qquad (26)$$

De tweede formule (25) geeft op dezelfde wijze behandeld

$$8\ H\ f - pl^2 + 12\ M_1 = 0 \qquad (27)$$

Uit de beide laatste vergelijkingen volgt

$$M_1 = \frac{5}{8}\ \frac{h^2}{f}\ H \qquad (28)$$

en de topdruk (voor dit geval $H = H_1$ te stellen)

$$H_1 = \frac{\frac{1}{8}\ pl^2}{\left(f\,1 + \frac{15}{16}\ \frac{h^2}{f^2}\right)} \qquad (29)$$

Vergelijkt men (29) met (1), dan is dit dezelfde waarde als Q, wanneer $\frac{15}{16}$ bij benadering gelijk 1 wordt gesteld en met verwaarloozing van $\frac{h^4}{f^4}$ en hoogere machten de deeling wordt uitgevoerd.

De afstand z_0 volgt nu uit (17)

$$z_0 = \frac{5}{16}\ \frac{h^2}{f} \qquad (30)$$

wanneer een kracht H werkt op een afstand z_0 uit het zwaartepunt der doorsnede, dan zijn de spanningen in de uiterste vezels te vinden uit de bekende uitdrukkingen

---

(1) Deze benadering wordt o.a. ook ingevoerd door MÜLLER-BRESLAU bij het opstellen der formules, die ten grondslag strekken aan de door hem gegeven graphische methode om de drukkingslijn te construeeren. Zie Elemente der Graphischen Statik von HEINRICH F. B. MÜLLER-BRESLAU, Berlin 1881, bl. 107 noot.

$$k_1 \text{ en } k_2 = \frac{H}{bh}\left(1 \pm \frac{6\,z_0}{h}\right) \qquad (31)$$

Het + teeken geeft de grootste spanning

$$k = \frac{H}{bh}\left(1 + \frac{30}{16}\,\frac{h}{f}\right) \text{ of}$$

$$k = \frac{\frac{1}{8}\,pl^2\left(1+\frac{15}{8}\,\frac{h}{f}\right)}{bh\,f\left(1+\frac{15}{16}\,\frac{h^2}{f^2}\right)} \qquad (32)$$

Hierin $\frac{15}{8}$ door 2 en $\frac{15}{16}$ door 1 vervangende en de deeling uitvoerende, met verwaarloozing van $\frac{h^3}{f^3}$ en hoogere machten verkrijgt men de waarde van k uit (1).

II. Beschouwt men het geval met scharnierpunten aan de opleggingen, dan gaan de redeneeringen sub I door, maar vereenvoudigd omdat $M_1 = 0$

Het moment in eene doorsnede $(x,\ y)$ wordt

$$M = H\,(f-y) + \frac{1}{2}\,px^2 - \frac{1}{8}\,pl^2 \qquad (33)$$

en formule (21) valt geheel weg. De analoge formule (24) geeft

$$8\,H\,f^2 - p\,f\,l^2 + \frac{5}{4}\,h^2\,H = o \qquad (34)$$

waaruit

$$H_{II} = \frac{pl^2}{8\,f\left(1 + \frac{5}{32}\,\frac{h^2}{f^2}\right)} \qquad (35)$$

voorts

$$z_0 = \frac{5}{32}\,\frac{h^2}{f} \qquad (36)$$

en

$$k_{II} = \frac{pl^2}{8\,bh\,f}\left(\frac{1 + \frac{15}{16}\,\frac{h}{f}}{1 + \frac{5}{32}\,\frac{h^2}{f^2}}\right) \qquad (37)$$

Door benaderingen als boven vindt men in (35) en (37) de formulen (2) terug.

III. Terwijl op bovenstaande wijze alzoo het aanvankelijk doel, het terugvinden van de in den aanvang genoemde formules, bereikt is, leidt de gevolgde wijze van berekening van zelf tot de vraag of het zoo moeilijk is de meer met de werkelijkheid overeenstemmende onderstelling van eene belasting met horizontale bovenbegrenzing in te voeren.

Men heeft dan (fig. 2), weder den paraboolvorm kiezende, bij het opmaken van de vergelijking (16) voor het gewicht van het linkerdeel en den afstand van het zwaartepunt met den paraboolvorm rekening te houden.

Op een afstand x_1 van den top is het moment, wanneer γ het soort gewicht voorstelt en h_0 de afstand van de horizontale bovenbegrenzing boven den top is,

$$m = \gamma \int_0^{x_1} x_1\,(h_0 + y)\,(x_1 - x)\,dx \qquad (38)$$

en in verband met (15)

$$m = \frac{1}{2}\,\gamma\,x_1^2\left(h_0 + \frac{2}{3}\,f\,\frac{x_1^2}{l^2}\right) \qquad (39)$$

hetgeen in (16) in plaats van $^1/_2\,px^2$ moet komen.

Men heeft dus

$$M = \frac{1}{2}\,\gamma\,x^2\left(h_0 + \frac{2}{3}\,f\,\frac{x^2}{l^2}\right) - H\,(y + z_0) \qquad (40)$$

voor het uiteinde:

$$M_1 = \frac{1}{8}\,\gamma\,l^2\left(h_0 + \frac{1}{6}\,f\right) - H\,(f + z_0) \qquad (41)$$

en na eliminatie van z_0

$$M = H\,(f-y) + \frac{\gamma h_0}{2}\left(x^2 - \frac{1}{4}\,l^2\right) + \frac{\gamma f}{3\,l^2}\,x^4 - \frac{1}{48}\,\gamma f l^2 + M_1 \qquad (42)$$

Het uitwerken van formule (24) wordt wat omslachtiger en geeft ten slotte

$$8\,Hf - \gamma\,h_0\,l^2 - \frac{4}{21}\,\gamma f l^2 + 10\,M_1 + \frac{5}{4}\,\frac{h^2}{f}\,H = 0 \qquad (43)$$

(25) geeft

$$8\,H\,f - \gamma\,h_0\,l^2 - \frac{1}{5}\,\gamma\,f l^2 + 12\,M_1 = 0 \qquad (44)$$

Uit beide vergelijkingen volgt:

$$M_1 = \frac{5}{8}\,\frac{h^2}{f}\,H + \frac{1}{210}\,\gamma\,fl^2 \qquad (45)$$

en

$$H_{III} = \frac{\frac{1}{8}\,\gamma\left(h_0 + \frac{1}{7}\,f\right)\,l^2}{f\left(1 + \frac{15}{16}\,\frac{h^2}{f^2}\right)} \qquad (46)$$

De topdrukking heeft derhalve eene met (35) overeenkomstige waarde, als voor de gelijkmatige belasting per str. eenheid van de koorde wordt genomen

$$p = \gamma\left(h_0 + \frac{1}{7}\,f\right)$$

Uit (41) kan met behulp van de gevonden waarde z_0 worden opgelost. Men vindt

$$z_0 = \frac{5}{16}\,\frac{h^2}{f} - \frac{\frac{1}{70}\,f^2 + \frac{3}{224}\,h^2}{h_0 + \frac{1}{7}\,f} \qquad (47)$$

IV. Ook bij horizontaal begrensde bovenbelasting, eindscharnieren aannemende, worden de formulen, onder III uitgewerkt, eenvoudiger.

Voor $M_2 = 0$ geeft (24) na herleiding

$$8\,H\,f - \gamma\,h_0\,l^2 - \frac{4}{21}\,\gamma f l^2 + \frac{5}{4}\,\frac{h^2}{f}\,H = 0 \qquad (48)$$

waaruit

$$H_{IV} = \frac{\frac{1}{8}\,\gamma\,l^2\left(h_0 + \frac{4}{21}\,f\right)}{f\left(1 + \frac{5}{32}\,\frac{h^2}{f^2}\right)} \qquad (49)$$

welke analoog met H_{II} (35) is als

$$p = \left(h_0 + \frac{4}{21}\,f\right)\gamma$$

voor z_0 vindt men

$$z_0 = \frac{5}{32}\,\frac{h^2}{f} - \frac{\frac{5}{1344}\,h^2 + \frac{1}{42}\,f^2}{h_0 + \frac{4}{21}\,f} \qquad (50)$$

V. Neemt men aan dat ook in den top een scharnier aanwezig is, dan wordt zoowel M_1 als z_0 gelijk o.

Bij eene gelijkmatige belasting volgens de projectie (I^ste geval) gaat formule (16) over in

$$M = \frac{1}{2}\,px^2 - Hy \qquad (51)$$

Merkt men echter op dat voor x en y de betrekking (15) bestaat, dan blijkt het moment in elk punt nul te zijn.

Bij drie scharnieren, parabolische bogen en eene belasting, gelijkmatig volgens de koorde verdeeld, is alzoo de hartlijn van de boog tevens drukkingslijn (1).

Door statische behandeling vindt men de topdrukking

$$H_V = \frac{\frac{1}{8} p l^2}{f} \qquad (52)$$

VI. Wanneer de bovenbegrenzing horizontaal is en men brengt drie scharnieren aan, dan wordt het geval niet zoo eenvoudig als het vorige.

(40) geeft voor $z_0 = o$

$$M = \frac{1}{2} \gamma x^2 \left(h_0 + \frac{2}{3} f \frac{x^2}{l^2}\right) - Hy \qquad (53)$$

$$M_1 = \frac{1}{8} \gamma l^2 \left(h_6 + \frac{1}{6} f\right) - H f = o$$

$$H_{VI} = \frac{\frac{1}{8}\gamma \left(h_0 + \frac{1}{6} f\right) l^2}{f} \qquad (54)$$

Het moment M wordt thans niet op alle punten van de hartlijn nul, maar heeft een maximum

$$M = \frac{1}{12} \gamma x^2 \left(\frac{4 x^2}{l^2} - 1\right) \qquad (55)$$

Door differentiëeren verkrijgt men

$$\frac{4}{3} f \gamma \frac{x^3}{l^2} - \frac{1}{6} \gamma x f = o$$

Hieraan wordt voldaan door de beide waarden van het minimum $x = o$ en $x = {}^1/_2\, l$ en door de waarde

$$x^2 = \frac{l^2}{8} \text{ voor het maximum}$$

of $x = \frac{1}{4} l \sqrt{2}$, waarbij behoort $y = \frac{1}{2} f \qquad (56)$

$$M_{max} = -\frac{1}{192} \gamma f l^2 \qquad (57)$$

VII. Ter juiste beoordeeling van de verkregen uitkomsten, die nader op een getallen-voorbeeld zullen worden toegepast, kan thans nog onderzocht worden welke in het algemeen de evenwichtskromme is, als de belasting eene horizontale bovenbegrenzing heeft. Deze wiskundige berekening van de drukkingslijn is in Duitschland door J. W. SCHWEDLER bekend gemaakt (2), doch vermoedelijk reeds eerder door RANKINE gepubliceerd, terwijl in Nederland in 1830 een Latijnsch proefschrift van W. WENCKEBACH over het evenwicht van gewelven is gepubliceerd dat de vraag op analoge wijze doch meer algemeen opvat.

Met de beperking dat de bovenbelasting horizontaal begrensd is, wordt die gewelfvorm vrij eenvoudig bepaald. Beschouwt men een punt (x, y) van den boog (fig. 3 Pl. V) dan blijkt dat de drukking, die het rechterdeel op het linker uitoefent en volgens eene raaklijn gericht is, de resultante is van den horizontalen topdruk H en van het gewicht G van het linker deel.

Die drukking P maakt een hoek Φ met de horizontale X-as; men heeft

$$P \cos \Phi = H \qquad P \sin \Phi = G$$

als voorwaarden van evenwicht en dus:

$$tg\, \Phi = \frac{dy}{dx} = \frac{G}{H} = \frac{\gamma}{H} \int (y + h_0)\, dx \qquad (58)$$

waarbij tusschen de grenzen o en x geintegreerd moet worden en h_0 even als vroeger den afstand voorstelt tusschen den top van het gewelf en de horizontale bovenbegrenzing der belasting.

Door (58) te differentieëren:

$$\frac{d^2y}{dx} = (y + h_0) \frac{\gamma}{H} dx$$

Beide leden met $\frac{dy}{dx}$ vermenigvuldigende:

$$\frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx} = \frac{\gamma}{H} (y + h_0)\, dy \qquad (59)$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{H} (y^2 + 2 h_0 y)$$

$$\sqrt{\frac{\gamma}{H}}\, dx = \frac{dy}{\sqrt{y^2 + 2 h_0 y}} \qquad (60)$$

waaruit door integratie volgt.

$$x \sqrt{\frac{\gamma}{H}} = \text{nep. log} \frac{(y + h_0) + \sqrt{y^2 + 2 h_0 y}}{h_0} \qquad (61)$$

Door het grondtal e in te voren, laat zich ook x in y uitdrukken:

$$y + h_0 = \frac{h_0}{2} \left(e^{x\sqrt{\frac{\gamma}{H}}} + e^{-x\sqrt{\frac{\gamma}{H}}}\right) \qquad (62)$$

De kromme, hierdoor voorgesteld, wordt door RANKINE eene getransformeerde kettinglijn genoemd.

De kromtestraal $\rho = \frac{H\, Sec.^3 \Phi}{\gamma (y + h_0)}$ .....(63)

In den top wordt $\rho = o$ en verkrijgt de kromtestraal de kleinste waarde $R = \frac{H}{\gamma h_0}$ .....(64)

Overigens neemt die straal met Φ geleidelijk toe, doch de verandering is niet groot, zoodat de boog uit eenige uit verschillende middelpunten beschreven cirbelbogen kan worden samengesteld. (In het bekende handboek „Hütte" vindt men de stralen voor verschillende waarden van Φ opgegeven als de zoogenaamde modulus $a = \frac{h_0}{R}$ bekend is.)

De topdrukking H wordt berekend uit (61) door daarin x door $\frac{1}{2} l$ en y door f te vervangen.

---

(1) Zooals omgekeerd bij de gewone kabelbruggen het geval is.

(2) Zeitschr. für Bauwezen 1859, bl. 123.

VIII. Alvorens tot eene vergelijking der uitkomsten over te gaan wordt er de aandacht op gevestigd dat de heer MELAN in het reeds genoemde hoofdstuk van de „Brückenbau" de uitkomsten geeft van eene berekening blijkbaar overeenkomstig met de sub III gegevene, als de boog een cirkelsegment is. Daar bij een cirkel x en y niet in het eenvoudig verband (15) tot elkander staan, is het integreeren van de vergelijkingen (24) en (25) dan veel minder eenvoudig en moet men tot benadering zijn toevlucht nemen. De verkregen waarden van H en M_1 zijn gecompliceerd, doch voor z_0 geeft deze schrijver

$$z_0 = \frac{^1/_8\ (h_0 + \frac{1}{6}\ f)\ \gamma\ l^2 - M_1}{H} - f \qquad (65)$$

welke ook onmiddelijk uit de vergelijking (41) voortvloeit, omdat hij voor de verandering der belasting bij benadering de parabool begrenzing heeft aangehouden. Hierdoor wordt eensdeels de juistheid der boven gevolgde rekenwijze bevestigd en blijkt verder dat het vermoedelijk de moeite niet loont om de berekening voor een cirkelboog over te doen, daar de wijziging welke de lastverdeeling voor dien vorm ondergaat, van zeer weinig invloed op de drukkingslijn is.

Getallen voorbeeld

De afgeleide formulen zullen worden toegepast op een boog met parabolische hartlijn, waarvan de koorde of spanwijdte (afstand tusschen de zwaartepunten der beide doorsneden aan de uiteinden) is 12 M. er de pijl 2 M. De dikte van den boog in den top wordt aangenomen op 0.60 M. en de bovenbelasting is begrensd door eene horizontale lijn, die 0.60 M. boven den top ligt. Men heeft dus van het zwaartepunt van den topvoeg tot de horizontale 0.90 M. afstand.

Omdat men anders geen rekening kan houden met het gewicht van het gewelf dat beneden de hartlijn ligt, wordt voor h_0 aangenomen 1.20 M. Het gewicht is dan als het ware in de hartlijn geconcentreerd gedacht en wordt met de bovenbelasting voorgesteld door een kolom van het normale soort. gewicht van het metselwerk, waarvoor gesteld wordt $\gamma = 2000$ KG. per M³.

In deze onderstellingen is de drukkingskromme, die sub VII werd afgeleid geheel bepaald. Stelt men

$$e^{x\sqrt{\frac{\gamma}{H}}} = A$$

dan is $\log A = x\sqrt{\frac{\gamma}{H}}\ \log e = 0.4342945\ x\sqrt{\frac{\gamma}{H}}$ (66)

H of de topdruk wordt gevonden uit (61) door $x = 6$ $y = f = 2$, $h_0 = 1.20$, $\gamma = 2000$ in te voeren.

Men vindt $H = 26872$ KG.

Met deze waarde wordt

$\log A = 0.11820\ x$ en kan men zooveel punten berekenen als men wil door formule (62) te schrijven

$$y + 1.20 = 0.60\left(A + \frac{1}{A}\right)$$

	$\log A$	A	$\log \frac{1}{A}$	$\frac{1}{A}$	$0.6\left(A \times \frac{1}{A}\right) = y + h_0$ ordinaat t. o. v. de koorde	
$x = 0$	0	1	0	1	1.20	2. M.
$x = 0.5$	0.05924	1.1462	9.94076-10	0.8725	1.211	1.983
$x = 1.—$	0.11848	1.3136	9.88152	0.7612	1.245	1.955
$x = 1.50$	0.17772	1.5056	9.82228	0.6642	1.302	1.898
$x = 2.$	0.23696	1.7257	9.76304	0.5795	1.383	1.817
$x = 2.50$	0.29620	1.9779	9.70380	0.5056	1.490	1.710
$x = 3.—$	0.35544	2.2669	9.64456	0.4411	1.625	1.575
$x = 3.50$	0.41468	2.5983	9.58532	0.3849	1.790	1.410
$x = 4.—$	0.47392	2.9780	9.52608	0.3358	1.988	1.212
$x = 4.50$	0.53316	3.4132	9.46684	0.2930	2.224	0.976
$x = 5,—$	0.59240	3.9121	9.40760	0.2556	2.501	0.699
$x = 5.50$	0.65164	4.4838	9.34836	0.2230	2.824	0.376
$x = 6.—$	0.71088	5.1390	9.28912	0.1946	3.200	0

Berekent men op gelijke wijze, met verschillen van 0.50 M. in de abscis, de ordinaten van een parabool en van een cirkelboog beide met de koorde van 12 M. er de pijl van 2 M. dan vindt men naast de hieronder herhaalde waarden der laatste kolom:

x	I kettinglijn	II cirkel	III parab.	verschillen in m.M. I-II	II-III	I-III
0	2.— M.	2.— M.	2.— M.	0	0	0
0.50	1.989 „	1.986 „	1.986 „	3	0	3
1.—	1.955 „	1.950 „	1.945 „	5	5	10
1.50	1.898 „	1.887 „	1.875 „	11	12	23
3.—	1.817 „	1.798 „	1.778 „	19	20	39
2 50	1.710 „	1.682 „	1.653 „	28	29	57
3.—	1.575 „	1.539 „	1.500 „	36	39	75
3 50	1 410 „	1.367 „	1.320 „	43	47	90
4.—	1 212 „	1.165 „	1 111 „	47	**54**	**101**
4.50	0.976 „	0.928 „	0.875 „	**48**	53	101
5.—	0.699 „	0 660 „	0 611 „	39	49	88
5.50	0 376 „	0.349 „	0 320 „	27	29	56
6.—	0	0	0	0	0	0

Zoowel uit de laatste kolommen als uit de teekening (Pl. V fig. 4) blijkt dat in het gekozen voorbeeld de bogen al zeer weinig onderling verschillen en de cirkel ongeveer juist midden tusschen de parabool en de kettinglijn in ligt.

Berekening van H_1 z_0 en k voor de gevallen I-VI.

Voor de gevallen I en II moet nog vastgesteld worden welke waarde aan de gelijkmatige belasting p per str. eenheid zal toegekend worden.

Het gewicht van de belasting bij horizontale bovenbegrenzing is voor den halven boog $(h_0 + \frac{1}{3}\ f)\ \frac{l}{2}\ \gamma = 6 \times 3732$ KG. en dit, gelijkelijk over $\frac{l}{2}$ verdeeld gedacht, geeft $p = 3732$ K.G.

I. Gelijkmatige belasting, geen scharnieren

$$H_1 = \frac{3732 \times 144}{8 \times 2\left(1 + \frac{15}{16} \times \frac{0.36}{4}\right)} = \frac{3732 \times 9}{(1 + 0.084375)} = 30885 \text{ K.G.}$$

$$z_0 = \frac{5 \times 036}{16 \times 2} = 0.056 \text{ M.}$$

$$k_1 = \left(\frac{30885}{0.6}\, 1 + \frac{0.336}{0\ 6}\right) = 80300 \text{ per } M^2$$

of 8.03 K.G. per cM².

II. Gelijkmatige belasting, eindscharnieren

$$H_{II} = \frac{3732 \times 144}{8 \times 2\left(1 + \frac{5 \times 0.36}{32 \times 4}\right)} = \frac{33488}{(1 + 0.01875)} = 32872 \text{ K.G.}$$

$$z_0 = \frac{5}{32} \times \frac{0.36}{2} = 0.028 \text{ M.}$$

$$k_{II} = \frac{32872}{0.6}\left(1 + \frac{0.168}{0.6}\right) = 70125 \text{ K.G.}$$

of 7.01 K.G. per cM².

Uit de berekening der volgende gevallen zal blijken dat, zooals ook formule (46) aangeeft, de aangenomen lastverdeeling te ongunstig is geweest.

Het geval V sluit zich bij de vorige aan met

$$H_V = \frac{2732 \times 144}{8 \times 2} = 33488 \text{ K.G.}$$

Deze drukking verdeelt zich gelijkmatig over de topvoeg zoodat

$$k_V = 55613 \text{ K G.}$$

of 5.56 K.G. per vierk cM. is.

Het is niet noodig om langer bij deze gevallen stil te staan, daar de thans te behandelen berekeningen voor horizontaal begrensde bovenbelasting meer nauwkeurige uitkomsten geven. Die berekening wordt voor het gekozen voorbeeld bovendien uitgestrekt over alle doorsneden, want het is a priori reeds duidelijk dat het bepalen van de k voor de denkbeeldige topvoeg volstrekt geen waarborg geeft dat niet elders eene grootere waarde wordt gevonden. Al neemt men zooals in geval V aan dat de parabool tevens drukkingslijn is dan zal toch de druk per eenheid van doorsnede, als deze laatste overal gelijk blijft iets moeten toenemen omdat de drukking P de resultante is van den constanten topdruk en het gewicht van het rechter gewelfdeel en dit laatste neemt naar beneden steeds toe. Die druk per eenheid zou in geval V slechts gelijk blijven als de doorsnede evenredig met P naar de geboorte toe vermeerderde; hoeveel het niet noodig is dat die vergrooting van de boogdikte om die reden belangrijk zij, zooals uit de later te geven opvolgende waarden van P zal blijken.

Belangrijker invloed heeft het afwijken van drukkingslijn en hartlijn onderling.

De mededeeling hoe men k moet vinden in het vermelde artikeltje van den kalender leidt uit dien hoofde op een dwaalspoor, tenzij de boog altijd een zoodanigen vorm heeft, dat hij symmetrisch ten opzichte van de drukkingslijn ligt.

III. Bevestigde uiteinden; horizontale begrenzing der belasting.

De topdruk wordt gevonden uit (46)

$$H_{III} = \frac{2000\ (1.20 + 0.286)\ 144}{8 \times 2 \times 1.084375} = 24660 \text{ K.G.}$$

(was in geval I juister p op 2972 K.G. gesteld, dan ware dezelfde uitkomst verkregen).

$z_0 = 0.05625 - 0.0417 = 0.01455$ (uit form. 47).

Om de drukkingslijn te onderzoeken wordt het moment bij elke doorsnede in functie van x uitgedrukt.

De form. (40) met de waarden van het voorbeeld geeft

$$M = 1000\ x^2\left(1.20 + \frac{x^2}{108}\right) - 1370\ x^3 - 358.8$$

of $$M = \frac{250}{27}\ x^4 - 170\ x^2 - 358.8 \qquad (66)$$

Voor de kracht P geldt de formule

$$P = \sqrt{H^2 + \gamma^2\ x^2\ (h_0 + \tfrac{1}{2}\ y)^2} \qquad (67)$$

waarin $H = 24660$ $y = \frac{1}{18}\ x^2$ $\gamma = 2000$ $h_0 = 1.20$

De afstand, waarop de resultante buiten het zwaartepunt valt, wordt gevonden uit $z_x = \frac{M_x}{P_x}$. Het is daarbij duidelijk dat voor eene negatieve waarde van M, de verkregen negatieve z aanduidt dat de drukkingslijn boven de hartlijn valt en bij positieve waarden er onder. In formule (40) is z_0 echter positief genomen, zoodat het voor de overeenstemming noodig is om ook voor $x = o$ het teeken van z verkregen uit (47) om te keeren.

In de volgende tabel zijn M, P, z en k. afgeleid door gebruik te maken van formule (31), voor verschillende waarden van x.

x	y	M.	P.	z	$k = \frac{P}{h}\left(1 + \frac{6z}{h}\right)$
meters			K.G.	m.M.	in K.G. per cM².
0	0	— 359	24660	— 14.⁵	4.71
1	0.055	— 520	24680	— 21	5.—
2	0.222	— 721	25181	— 28.⁶	5.40
3	0.500	— 1139	25988	— 44	6.15
4	0.889	— 708	27411	— 22.²	5.50
4.5	1 126	0	28443	0	4.74
5	1.389	+ 1173	29743	+ 39.⁴	6.91
6	2.—	+ 3520	33315	+ 105.⁹	11.43

Het middelste $^1/_3$ gedeelte van den boog reikt tot 100 mM. aan weerskanten van de hartlijn. Bij het beschouwde geval zal dus nabij de geboorte de drukkingslijn daar buiten vallen en het gewelf aldaar verzwaard moeten, worden niet alleen omdat de doorsnede relatief te zwaar wordt belast, maar ook omdat trekspanningen zouden optreden, waarvoor de theorie bovendien niet meer opgaat.

De geringe wisselingen in k doen overigens zien dat het in het algemeen een overdreven eisch is den boog zoodanig in dikte te doen toenemen dat de verticale projectie van alle doorsneden gelijk blijft aan de topdoorsnede, zooals wel wordt aangeraden.

Het punt waar $M = 0$ wordt is gevonden door de vergelijking (66) gelijk 0 te stellen.

IV. Bij het aannemen van scharnieren aan de uiteinden is

$$H = 28062 \text{ K.G.}$$

en de absolute waarde van $z_0 = -0.033\ M$ zoodat de vergelijking (40) wordt

$$M = 9.259\ x^4 - 359\ x^2 + 926$$

voor $x = 1.66$ wordt $M = 0$ en snijdt de drukkingslijn de hartlijn.

x	y	$M.$	$P.$	z	$k = \frac{P}{h}\left(1 + \frac{6z}{h}\right)$
meters		—	K.G.	m.M.	K.G. per cM².
0	0	+ 926	28062	+ 33	6,22
1	0.055	+ 568	28166	+ 21	5.68
1.66	0.154	0	28370	0	4.73
2	0.222	— 362	28521	— 13	5.37
3	0.500	— 1555	29236	— 53	7.45
4	0.889	— 2448	30508	— 80	9.15
4.43	1.092	— 2555	31297	— 81	9.44
5	1.389	— 2262	32619	— 70	9.23
5.50	1.680	— 1461	34092	— 43	8.13
5.80	1.869	— 673	35138	— 19	6.97
6.—	2.—	0	35878	0	5.98

Voor $x = 4.43$ verkrijgt M. de grootste waarde. Omdat die waarde tot $x = 6$ snel verandert, zijn in dit geval nog de tusschenpunten voor $x = 5.50$ en $x = 5.80$ berekend.

Het verdient verder opmerking dat het slechts een noodelooze omslag is om voor k een formule te zoeken, daar deze waarde door de boven de laatste kolom geplaatste formule gemakkelijk uit P en z wordt afgeleid.

Ten slotte volgt hier eene overeenkomstige opgaaf voor het sub VII behandelde geval van drie scharnieren.

x	y	$M.$	$P.$	z	$k = \frac{P}{h}\left(1 + \frac{6z}{h}\right)$
meters			K.G.	m.M.	K.G. per cM².
0	0	0	27600	0	4.60 K.G.
1	0.055	— 324	27707	— 12	5.17 „
2	0.222	— 1185	28066	— 41	6.64 „
3	0.500	— 2250	28722	— 78	8.52 „
4	0.889	— 2963	30084	— 98	9.93 „
4.24	1.—	— 3000	30512	— 98⁴	10.02 „
5	1.389	— 2564	32254	— 79	9.62 „
6.	2.—	0	34770	0	5.79 „

Het maximum moment valt (zie form. 56) op $x = 4.242$ en bedraagt — 3000, waarbij de grootste afwijking van de drukkingslijn $z = -0.0984$ M. is.

De drie gevallen zijn in de fig. 5,6 en 7 (Pl. V) in teekening gebracht.

Practisch toe te laten drukking.

In de reeds vermelde verhandeling van den heer BRAUSEWETTER wordt medegedeeld dat volgens prof. ENGESSER de grootste toe te laten drukspanning $^1/_7$ mag bedragen van de drukking, die verbrijzeling te weeg brengt. Voorts is het veelal gebruikelijk bij beton den weerstand tegen drukking 10 maal grooter te nemen dan tegen trekking. Uit proeven met beton bestaande uit 1 vol. portlandcement 1 vol. zand en 4 vol. gruis van baksteen is voor goede cementsoorten indertijd door steller na 15 dagen verharding onder water eene trekspanning van ± 4 K.G. waargenomen (1). Dit zou overeenkomen met ± 40 K.G. uiterste drukspanning en hiervan $^1/_7$ geeft 6 K.G. per cM². als toe te laten drukspanning voor Indisch zand en gruis, die in den regel van minder hoedanigheid zijn dan in Europa.

Het voorbeeld is daarom ook zoodanig gekozen dat de optredende drukspanningen niet veel van 6 K.G. per cM². afwijken.

Ware het gewelf van gehouwen steen, dan zou men volgens de empirische formule van BEIJERINCK (2).

$$h = \frac{r}{30} + \sqrt{\frac{R}{30}} \qquad (68)$$

waarin $r = 6$ $R = 10$ gevonden hebben de topdikte :

$$h = 0.78 \text{ M.}$$

en voor gebakken steen

$$h = {}^3/_2 \times 0.78 = 1.17 \text{ M.}$$

Bij deze afmeting moet in het oog gehouden worden dat men gewone basterdspecie gebruikt. Om globaal na te gaan hoe groot de drukspanning in den top is kan de topdruk H berekend worden uit (61), in de onderstelling dat de boog een zoodanigen vorm krijgt dat hij steeds symmetrisch ten opzichte van de drukkingslijn is, of als bij (52) den paraboolvorm met drie scharnieren heeft.

Thans moet om overeenstemming met het voorbeeld te krijgen waar de horiz. begrenzing der bovenbelasting op 0.60 M. boven den top werd aangenomen $h_0 = 0.60 + 1.17 = 1.77$ M. gesteld worden en $\gamma = 1650$ K.G.

(61) geeft dan $H = 30741$ K.G.

In (52) neme men voor p de waarde $\gamma\left(h_0 + \frac{1}{7}f\right)$ of 3392 K.G., dan is $H = 30528$ K.G.

In ronde cijfers zal dus het gewelf van baksteen ter dikte van 1.17 M. in den top onder de meest gunstige omstandigheden eene topdrukking van 30000 K.G. ondergaan of met 3.9 K.G. per cM². belast worden, zoodat eene dergelijke dikte in gewone omstandigheden volstrekt niet overdreven is te achten.

In Duitschland zijn een aantal voorbeelden van boogbruggen van beton. BRAUSEWETTER vermeldt dat in het atelier van Dr. LEUBE te Ulm reeds jaren twee proefbogen staan respectievelijk van 32 en 45 M. spanning met 14 en 20 cM. dikte in den top. Onder de uitgevoerde werken moet de brug te *Erbach* over een zijtak van den Donau in Wurtemberg worden genoemd, welke door den Strassenbau Inspector KOCH is ontworpen (3). Deze brug heeft 32 M. spanning, de pijl is 4 M., de dikte in den top 0.50 M., bij het begin van het „verloren rechtstand" 0.70 M. en neemt onder den bodem als fundamenten tot 3.50 M. toe (op 2.50 M. ÷ L. W.) om de drukking op den ondergrond te verdeelen. Men verwachtte kleine zakkingen wegens den slappen toestand daarvan en bracht

(1) Tijdschr. Kon. I. v. I. afd. Ned. Indië 1880/81, bl. 7.
(2) Not. Kon. Inst. T. Ing. 1856/57, bl. 146.
(3) Afgebeeld in de Deutsche Bauzeitung 19 Oct. 1892 bl. 513.

daarom in den top en bij de geboorte voegen aan gevuld met asphalt uit eenige laagjes samengesteld. Deze asphaltvoegen werden buiten 22 mM. en binnen 15 mM. dik genomen. Na het lossen van het formeel was de topvoeg overal 13 mM. breed. De boog heeft in den top eene daling van 12 cM. ondergaan.

Terwijl men eendeels dezen boog aan de geboorte dikker nam en anderdeels draaipunten trachtte te verkrijgen door de asphaltplaten, terwijl bij duidelijk aangewezen scharnierpunten de grootste dikte ongeveer op de helft van de pijlhoogte moet voorkomen (form. 56) is deze oplossing nog niet als geheel volledig te beschouwen. De zaak is veel zuiverder gesteld bij de later uitgevoerde brug te *Munderkingen* (1) eveneens in Wurtemberg over den Donau zelf gebouwd, welke door den heer VON LEIBBRAND werd ontworpen. Men heeft hier drie scharnieren waarvan elk uit een aantal afzonderlijke draaipunten bestaat, omdat de brug nog een weinig scheef is. De verdikking in het midden van den halven boog bedraagt 40 % van de top dikte, zoodat zooveel mogelijk de drukkingslijn in het midden blijft.

Het spreekt van zelf dat bij zulke afmetingen de drukking per eenheid van oppervlak zeer groot is. Bij Erbach is zij 30 K.G. per cM^2. als maximum, Het gebezigd portlandcement had na 7 dagen verharding eene trekvastheid van 16 à 18 en na 28 dagen van 22—24 K.G. Bij Munderkingen is de drukvastheid van het beton onderzocht en bedroeg na 7 dagen verharding in de lucht 202 K.G., na 28 dagen 254 K.G. Men ging in de constructie tot een drukking van 35 K.G. per cM^3. (34.9 atm. zooals de schrijver opgeeft).

Wat de mengverhouding betreft zijn te Erbach in het bovendeel van den boog 1 vol. cement en1 vol. zand op 3 vol. gruis gebezigd. Aan de einden van den boog was die verhouding 1 : $1^1/_4$: 4 à 5 en in het fundament 1 : 2 : 6. Bij Munderkingen is de verhouding voor den geheelen boog 1 : $2^1/_2$: 5., het gruis niet grooter dan 4 cM. van uitstekend harde Jura kalksteen en grof kiezel in een steenbreker op de vereischte maat gebroken. Het soort gew. van dit beton was 2.3. Het werk kwam in 7 maanden geheel gereed.

Van de brug te Erbach wordt nog aangeteekend dat het formeel 2 maanden bleef staan.

Het verdient wel opmerking dat het beton in deze constructies met de uiterste zorg bereid en op de plaats zelf goed ineengestampt werd (Stampfbeton) zoodat de formeelen zeer stevig moeten zijn.

J. E. D. M.

(1) Oesterr. Ing. und Arch. Ver. 28 Sept. 1894 bl. 461 Deutsche Bauz. 6 Oct. 1894 bl. 493 en het uitvoerigst in Zeitschr. für Bauwesen Heft X-XII 1894 bl. 541/542 (ook afzonderlijk verkrijgbaar).

Bijlage **B**.

EENIGE NIEUWE DENKBEELDEN OMTRENT RIVIERVERBETERING.

Veroorloof mij voor eenige oogenblikken Uwe welwillende aandacht te verzoeken voor een onderwerp, waarmede wij Indische ingenieurs, over het geheel genomen nog weinig te doen hebben gehad.

Dat onderwerp is de normaliseering van bevaarbare rivieren.

Zeker, het maken van kribben en oeververdedigingen is iets, dat wij allen of bijna allen onder handen hebben gehad. Een aangevallen oever, vooral bij eene brug of bij een moeilijk te verleggen weg geeft daartoe fluks aanleiding: wanneer het bedreigde gedeelte maar beschermd is, brengen de toestanden mede, dat wij ons gewoonlijk weinig meer bekommeren over de uitwerking der gemaakte werken boven- of benedenstrooms.

Ik wil hier niet mede zeggen, dat dit steeds zoo is, maar dat het gewone geval zich zoo voordoet, zal wel niet worden tegengesproken. De rivieren zijn toch gewoonlijk niet bevaarbaar.

Slechts bij weinige Indische rivieren is de toestand anders — zoodat het slechts enkelen onder ons zal voorkomen geroepen te worden tot het ontwerpen eener geheele normaliseering.

Toch heeft zich dat geval reeds voorgedaan: in 1892 is autorisatie verleend tot het normaliseeren van een gedeelte van de rivier de Brantas.

Nadat daarvoor in vorige jaren langdurige opnamen waren verricht is een ontwerp van den ingenieur der Burgerlijke Openbare Werken S. W. Becking goedgekeurd. De ontwerper werd ook belast met de uitvoering, die thans zoo niet geheel dan toch grootendeels is afgeloopen.

Daar er, op grond van reeds verkregen resultaten, ernstig sprake is de normaliseering nog verder voort te zetten, kwam het mij niet onbelangrijk voor eens na te gaan, welke nieuwe, tijdens het ontwerpen der normalisatie plannen van de Brantas alhier onbekende gezichtspunten omtrent dergelijke werken in het licht zijn getreden op het verleden jaar te 's Gravenhage gehouden congres van binnenlandsche scheepvaart, waar de meeste beroemde Europeesche ingenieurs, die zich met dergelijke werken hebben bezig gehouden, aanwezig waren. Ik neem slechts den tegenwoordigen „Inspecteur-Général de 1e classe" Fargue, die reeds van 1868 de meest belangrijke geschriften over dit onderwerp deed verschijnen, Mengin-Lecreulx, Guiard, Professor Jasmund, en zoo vele anderen, waaronder de Nederlandsche waterbouwkundigen, die ik in deze vergadering zeker niet behoef te noemen.

Een der rapporten heeft bizonder de aandacht getrokken, namelijk dat van den hoofdingenieur, belast met den specialen dienst van de Rhône, den heer GIRARDON: door niemand minder dan Fargue werd het in dat rapport medegedeelde „eene omwenteling op hydraulisch gebied" genoemd.

Moge deze uitdrukking eenigzins sterk gekozen zijn, toch is het stellig een uiterst lezenswaardig stuk, waaruit voor velen te leeren valt.

Van dat rapport, waarin de resultaten van jarenlange ondervinding op zeer duidelijke wijze zijn uiteengezet, wensch ik den hoofdinhoud mede te deelen.

Om niet te veel van Uw geduld te vorderen, zal ik dat zoo kort mogelijk doen. Een uittreksel moge hier volgen.

Het rapport begint met eenige algemeene beschouwingen, die in het kort aan het einde daarvan geresumeerd, aldus zijn samen te vatten:

1°. De natuurlijke waterloopen voeren in haar water vaste stoffen mede. De hoeveelheid dier stoffen hangt af van den weerstand van den grond van het bekken en van de bedding en zij vermeerdert, als alles overigens hetzelfde blijft, met de hoeveelheid afgevoerd water en met het verval.

De waterbeweging is periodiek; er wordt nu eens weinig, dan weder veel afgevoerd, maar water, dat eenmaal in beweging is, loopt door tot in zee. De beweging der vaste stoffen volgt de perioden der waterbeweging, maar is in stede van doorgaande, intermitteerend; de beweging der vaste stoffen geschiedt met tusschenpoozen. er zijn daarvoor rustplaatsen.

2°. De vorm van alle waterloopen is in platten grond bochtig, en bestaat uit eene reeks bochten en tegenbochten, die nu eens sneller, dan weder langzamer in elkander overgaan.

3°. In de dwarsprofillen is de diepte ongelijk: zij is het grootst in die gedeelten van het bed, waar de bodem het minst vast is. Vaste drempels, uitspringende steile of hooge gedeelten doen diepten ontstaan en blijven: holle bochten hebben dezelfde uitwerking.

4°. Het lengte-profil van de geul of den „thalweg" heeft geene gelijkmatige of doorloopende helling, maar bestaat uit een zeker aantal hoofdhellingen, die afgebroken worden en wier hellingshoeken afhangen van grootere vaste drempels of van groote zijrivieren. Tusschen die hoofdpunten bestaat het bed van de geul in lengte doorsnede uit eene reeks hellingen en tegenhellingen, die eene kromme lijn vormen, die om de hoofdhellingen schommelt. De hoogten en diepten van die gebogen lijn hangen af van de kleinere zijrivieren en van de verdeeling der weerstand biedende gedeeltên in het bed.

5°. Het bed bestaat uit eene reeks door drempels gescheiden kuilen en het lengteprofil van het wateroppervlak heeft den vorm van een trap; de kuilen zijn de aantreden en de drempels zijn de optreden. Die vorm is des te duidelijker, naarmate de algemeene helling, het totale verval van de waterloop grooter is, zij is vooral merkbaar als het water zeer laag is: naarmate het debiet vermeerdert, verdwijnen de treden.

6°. Iedere nieuwe hoogwaterstand vernieuwt de stoffen op den bodem van het bed en verandert zijn vorm. De nieuwe vorm gelijkt op den ouden door zijn algemeen uiterlijk, door de krommingen der oevers en het profil van de geul; hij verschilt er, naar omstandigheden meer of minder van door het tracé der bochten, de plaats der diepten, de ligging, de richting en de hoogte der drempels.

Maar wanneer de oevers van een waterloop vast bevestigd, afdoende beschermd zijn, zullen gewone hoogwaterstanden den vorm van den platten grond maar zeer weinig wijzigen, terwijl de diepten en drempels weder op dezelfde plaatsen ontstaan: laatstgenoemde verschillen soms alleen van die, welke zij vervangen hebben, in doorsnede en in richting.

Regularisatie-werken door vernauwing van het bed.

Het begin van regularisatie werken is gewoonlijk het aanleggen van werken om de oevers tegen afslaan te beschermen, of om overstroomingen te voorkomen: Oeverbekleedingen, kribben, dijken.

Zonder methode ondernomen komen die werken de scheepvaart niet ten goede, maar zijn daarvoor dikwijls nadeelig.

Eigenlijke regularisatie werken zijn in Europa eerst begonnen na den aanleg van spoorwegen, toen ook aan andere handelswegen hoogere eischen werden gesteld.

Waar men beweegbare stuwen heeft kunnen maken, dus waar men een rivier geheel kon kanaliseeren, is de kwestie opgelost, maar waar redenen zijn om de vrije stroom te regulariseeren, is dit nog niet het geval.

Gewoonlijk is de werkwijze deze: Men begint met het afsnijden van neven armen, en tracht dan in de zoo verkregen enkele geul de oeverlijnen vloeiend te maken. Voorts tracht men het water zooveel mogelijk in het laag water bed te houden om meer diepte te krijgen door den aanleg van niet te ver van elkander liggende werken.

Dat men armen afsnijdt is natuurlijk en levert geene bezwaren op; maar de regularisatie en het tracé der bochten is veel lastiger, vooreerst door plaatselijke omstandigheden, en ten anderen omdat men zekerder is van een goede uitkomst, wanneer men de geul niet te veel verplaatst.

Bochten met vrij groote straal zijn het best, omdat rechte einden eene slingerende geul geven en scherpe bochten haar diep en nauw maken,

Er zijn bepaalde verhoudingen en regels, die daarbij gevolgd worden; tracés met doorgaande bochten zijn te verkiezen; dit zijn de punten, waarover de bekende verhandelingen van Fargue loopen.

De moeilijkste kwestie is die van de bepaling der normale breedte. Men berekent die uit de formule voor de permanente beweging in open kanalen

$$Ri = bu^2$$

waarin R = gemiddelde straal, i = gemiddeld verval, u = gemiddelde snelheid, en b een coëfficient.

Soms neemt men daarvoor die, welke behoort bij de proeven, waaruit de formule gevonden is; soms doet men directe metingen.

Wanneer L de gezochte gemiddelde breedte voorstelt en Q het debiet van het gedeelte der rivier, dat men beschouwt, heeft men:

$$Q = L \times R \times u$$

$$u = \frac{Q}{L\,R} \qquad u^2 = \frac{Q^2}{L^2\,R^2}$$

$$Ri = bu^2 = b\,\frac{Q^2}{L^2\,R^2}$$

$$L^2\,i = b\,\frac{Q^2}{R^3}$$

waarin alles bekend is, wanneer R wordt aangenomen.

Soms neemt men voor R eenvoudig de waterdiepte, die men noodig heeft.

Soms zoekt men, door middel van een onderzoek over het geheele gedeelte, waarvan het debiet Q is, eene gemiddelde diepte R_1 en meet de minimum diepte t op dat gedeelte. Men krijgt dan de gemiddelde diepte R die men in de formule brengt uit een der vergelijkingen

$$R - T = R_1 - t$$

$$\text{of } \frac{R}{T} = \frac{R_1}{t}$$

waarin T de noodige waterdiepte is, en die beiden willekeurig zijn.

De aldus bepaalde breedte kan men nu verkrijgen door den bouw van strekdammen of kribben. Bij groot verval. of, wanneer men dammen van steen maakt, gebruikt men gewoonlijk de eersten; bij rijswerkconstructies maakt men liever kribben.

Kribben hebben het groote voordeel dat zij verlengd kunnen worden. En verlenging is dikwijls noodig. Zooals wij zagen, is de breedte-bepaling eigenlijk willekeurig; gewoonlijk moet de breedte later verminderd worden, want of men heeft 1° uit voorzichtigheid niet te veel versmald, of 2° de werken zijn met het oog op den middelbaren waterstand — den waterstand bij de uitvoering — gemaakt, en zijn dan te ver van de geul, die er tusschen slingerend blijft, of 3° men heeft eenvoudig de waterdiepte, waarop men rekende, niet gekregen.

Men verlengt dan de profillen op de hoogte van laag water; men krijgt dan eigenlijk twee profillen, één voor middelbaar en één voor laag water. Deze rationeele werkwijze is op vele rivieren, hetzij dadelijk, hetzij later toegepast.

Maar kribben geleiden den stroom niet in scherpe holle bochten en niet bij groot verval: men moet dus dikwijls een gemengd stelsel kiezen.

Het bovengenoemde omvat de algemeene regels: alleen de wijze van uitvoering verschilt soms veel.

Het beginsel blijft echter: het profil, dat bij de gewenschte diepte behoort, wordt bepaald in funktie van het bekende debiet en het bekende verval en dat profil wordt toegepast op de geregulariseerde as van de geul over de geheele uitgestrektheid der rivier.

Men maakt dus een normaal profil, dat men zou krijgen in een kanaal met regelmatig verval en constante diepte, en tracht op die wijze die constante diepte en dat regelmatige verval te krijgen.

Deze methode, die tot 1882 ook op de Rhône is toegepast geeft voor een bepaald gedeelte soms goede uitkomsten, maar de aan dat stuk grenzende gedeelten lijden er onder.

En dat kan niet anders, gegeven de beginselen, waarvan men uitgaat.

Een rivierbodem bestaat in lengte profil uit kuilen en drempels: het waterprofil helt weinig boven de kuilen en veel boven de drempels. De drempels zijn de ondiepten, dus te verbeteren plaatsen. Boven en beneden een drempel maakt men werken om het bed te versmallen, en zoo meer diepte te krijgen door opstuwing. Als de bodem tegen uitschuring bestand is, gebeurt dit ook. Maar de bodem is dat gewoonlijk niet de drempel bestaat gewoonlijk uit stoffen, die zich neergezet hebben, omdat het water ze bij het afloopen niet verder kon vervoeren

Door de vernauwing verandert de toestand echter; de snelheid wordt grooter en de drempel schuurt weg.

Maar die drempel was de stuw, die het water daarboven tegenhield, zoodat bovenstrooms de waterstand lager wordt. Men is in een analoog geval, als wanneer men in eene gekanaliseerde rivier een beweegbare stuw neerlaat: in het bovenpand daalt de waterspiegel en de valhoogte voegt zich bij die der hooger gelegen stuw, als er ten minste tusschen die stuwen geen natuurlijken drempel bestaat.

Op dezelfde wijze vergroot het wegnemen, het wegschuren van een drempel, den val bij de onmiddelijk bovenstrooms gelegen drempel, of doet eene nieuwe slechte plaats ontstaan, als er nog een minder hoogen drempel tusschen de twee, die wij beschouwden, lag.

Deze gevolgen kunnen gewijzigd worden door wat er benedenstrooms gebeurt. De losgemaakte stoffen vormen beneden bij de eerste verbreeding of op eene andere daarvoor gunstige plaats een nieuwen drempel; de nieuwe drempel zal de verlaging van den waterspiegel in meerdere of mindere mate tegenwerken.

Maar, daar het lengteprofil uit eene reeks treden bestaat, zal een weggenomen trede altijd ergens anders terugkomen, of wel een of meer der nabij gelegen treden zal hooger worden. De verkregen verbetering geschiedt dus ten koste van eene verslimmering op eene andere plaats.

Dat zal alleen niet gebeuren als de vervallen trede door eene gelijkmatige helling vervangen wordt.

Maar om die gelijkmatige helling te krijgen, moet men die overal op de rivier hebben. Zoo is men er toe gekomen, om overal werken te maken, om die helling te regulariseeren. En, om dat te doen, heeft men het profil overal willen regulariseeren. Gelijke profillen zouden gelijke hellingen geven, en men hoopte de daling in den waterspiegel, het gevolg van het wegruimen der drempels, te compenseeren door het water onder een sterker helling in een nauwer geul te laten loopen.

Tegen die redeneering zou niet veel te zeggen zijn, als de bodem niet bewegelijk was. Maar de bodem is niet vast: de nieuwe wijze, waarop het water loopt is oorzaak van veranderingen in den vorm van het bed, en die nieuwe vorm werkt weder terug op de wijze, waarop het water loopt.

Op een lang, door regularisatie versmald riviergedeelte zal de versmalling eerst eene vermeerdering van helling en, door de verhooging van den waterspiegel, ook een vermeerdering van diepte veroorzaken. Maar, daar de helling van den waterspiegel veranderd is, is die diepte bovenstrooms meer aangegroeid dan benedenstrooms; daardoor maakt het water bovenstrooms meer vaste stoffen los, dan het tot aan het einde der regularisatie kan medevoeren; die stoffen worden van boven naar beneden langzamerhand losgelaten; het bed is dus boven dieper geworden, en wordt aan het beneden einde hooger, ondieper.

Die vervorming werkt terug op het waterprofil, dat minder helling krijgt, en dit gaat zoo door tot de vermindering van het verval het arbeidsvermogen, het aan valsvermogen van het water voldoende verminderd heeft, om een nieuwen evenwichtstoestand in het leven te roepen.

Wanneer, zooals gewoonlijk de weerstand van den bodem op de verschillende punten ongeveer gelijk is, moet de helling eindigen met minder te worden dan zij was voor de uitvoering der werken.

De diepte en dus het waterprofil is grooter geworden; de helling moet dus minder worden, omdat het arbeidsvermogen even groot blijft.

Terwijl dus bij een vasten rivierbodem eene vernauwing de helling vermeerdert, is zij bij een beweegbaren bodem oorzaak van vermindering van het verhang.

In het geregulariseerde vak krijgt men dan, als het tracé overigens goed is, verbetering: vooreerst door de meerdere diepte, waarop men gerekend had; ten tweede door het verminderde verval, waarop men niet gerekend had.

Deze verandering geschiedt langzamerhand: bij laag water gebeurt er wel iets, maar toch weinig: doch na iederen hoogwaterstand wordt het duidelijker: op den duur wordt de verandering zoo groot, dat het duidelijk te bespeuren valt, dat men zoowel bovenstrooms als benedenstrooms van het geregulariseerde gedeelte grootere hellingen krijgt.

Een belangrijk voorbeeld van dit verschijnsel levert de arm van de Rhône, bekend als het kanaal van Miribel.

De regularisatie heeft daar bestaan in het verzekeren van een der armen op een deel, dat door herhaalde verplaatingen van de geul tot groote moeilijkheden aanleiding gaf. Het kanaal heeft thans een bruikbare diepte van 1.20 M. terwijl die vroeger slechts 0.80 à 0.90 M. was Ter loops wordt echter opgemerkt, dat niettegenstaande het belangrijke werk dat verricht is, waarvan men zich op de teekening (Fig. 1) kan overtuigen, de geul toch nog steeds uit eene reeks kuilen en drempels bestaat.

In het kanaal is het verval verminderd; van kilometer 8 tot kilometer 25 is het van 0.883 per K. M. gekomen op 0.696.

Doch bovenstrooms en benedenstrooms is het verval vermeerderd: van kilometer 25 tot kilometer 34 is het van 0.75 op 0.96; van kilometer 8 tot kilometer 5 is het van 4.49 tot 1.06 per kilometer gestegen.

Op het kanaal is de toestand voor de scheepvaart verbeterd: maar boven en beneden is de toestand slechter geworden.

Men zou de werken nu wel kunnen voortzetten: bovenstrooms is dat ook werkelijk gedaan, maar, aangezien analoge feiten zich op vele plaatsen voordeden en vermindering van verval een onvermijdelijk gevolg van vernauwing van het profil bleek te zijn, heeft men later meer getracht werken te maken om het kwaad te stuiten, dan om het te verplaatsen.

Daar het betrekkelijk negatieve resultaat zijn oorzaak vind in de aantastbaarheid van den bodem, lag het voor de hand te trachten den weerstand van den bodem te vergrooten. Dit is een oud denkbeeld: op de Rhône is het al zeer oud.

In 1842 zijn er, om de stroomversnellingen bij Saults te verbeteren ontwerpen gemaakt door ingenieur GOUX.

Het gevolgde denkbeeld kwam hier op neder: De vallen zouden bedekt worden door, bedolven raken onder de afzetsels, die het gevolg zouden zijn van het verkleinen der hellingen bovenstrooms door middel van eene reeks stuwen of drempels onder water.

Wanneer men in een riviervak eene helling wil krijgen, die niet te veel verschilt van de hellingen die op andere plaatsen natuurlijk voorkomen, dan kan men dat vak in gelijke deelen verdeelen en op ieder deelpunt een stuw of drempel maken, die zoo hoog ligt, dat de kruinen der verschillende drempels de gewenschte helling aangeven: de hoogte verschillen h van die kruinen zullen dan gelijk zijn.

Als nu de afvoer van de rivier zoo gering wordt, dat de snelheid en het verval in ieder pand ongeveer nul worden, dan zal het niveau verschil van twee achtereenvolgende panden constant en gelijk h zijn.

Vermeerdert nu het debiet dan ontstaat er in ieder pand eene helling, een verval, en van het eene pand naar het andere een val, die van den vroegeren verschilt. Maar daar alle drempels in denzelfden toestand zijn, zijn die vallen op iederen drempel dezelfde. Het hoogteverschil tusschen de waterspiegels in twee opeenvolgende vakken of van twee willekeurige punten in twee vakken op denzelfden afstand zal h blijven.

Het constante niveau-verschil h bestaat uit het totale verval p van een pand en den val van een pand naar het volgende

$$h = p + c.$$

Hieruit volgt: 1°. Dat het niveau-verschil van twee

opvolgende drempels de uiterste grens is voor de hoogte van den val van het eene pand naar het andere; 2° dat die uiterste grens slechts bereikt wordt, als p ongeveer nul is; 3° dat, zoodra die voorwaarde niet vervuld is, de valhoogte c kleiner wordt dan h. Zij wordt des te kleiner, naarmate het verval grooter wordt, zoodat, wanneer het debiet maar groot genoeg wordt $p = h$ en de helling van den waterspiegel regelmatig wordt.

De aanname van den gelijken afstand der drempels is natuurlijk niet noodig.

De ondervinding leert, dat dit waar is. Stuwen van 50 cM. hoogte hebben geen invloed meer op den waterspiegel als er 2 of 3 Meter water boven staat. Daar voor rivieren de gewenschte helling steeds klein is, is het gemakkelijk de drempels zoo laag te maken, dat zij bij middelbaren waterstand zonder invloed zijn. Konden de drempels glad worden afgewerkt als sluisdrempels, dan was er geene moeilijkheid: maar dit wordt te duur. Zij moeten dus onder water staan, daar zij gemaakt worden als verzonken kribben (épis noyés).

Voor de vallen bij Saults zijn de ontwerpen niet uitgevoerd: later zijn echter verschillende verzonken kribben gemaakt, en is er gebleken, dat zij 2.50 M. onder gewoon laag water moeten zijn, om niet te hinderen.

Wel is waar ontstaan er geen gelijkmatige hellingen door, maar zij vormen eene zeer goede bescherming van den bodem. Alleen in bizondere gevallen, als zij b. v. beneden onaantastbare drempels gemaakt worden, wordt het verval er regelmatiger door.

Zelfs al kon men dergelijke diepliggende kribben zoodanig aanleggen dat zij door hare hoogte een verval herstelden, dat door uitspoeling van den bodem bovenstrooms verminderd was, dan zouden zij toch geen invloed uitoefenen op een verval, dat door verhooging van den bodem verminderd was. Om veranderingen door dusdanige verhooging te vermijden, zou men den toestand zoo moeten maken, dat nergens in de waterloop zich stoffen konden afzetten — wat natuurlijk onmogelijk is.

Eene overal even breede vaargeul, die overal hetzelfde verval heeft, en wier diepte constant blijft, zou men alleen kunnen krijgen in een rivier met constant waterdebiet, constanten afvoer van vaste stoffen en met een onaantastbaren bodem.

Constante afvoer van vaste stoffen is niet denkbaar; er is niets zekerder, dan dat die afvoer steeds bij tusschenpoozen geschiedt.

Men kan wel door het aanleggen van werken op eene bepaalde plaats door vermeerdering der snelheid het afzetten van vaste stoffen beletten, maar het is eene dwaling te denken, dat men eene permanente beweging der vaste stoffen naar zee zou kunnen verkrijgen door profil en verval regelmatig te maken. Een gegraven regelmatig kanaal blijft dit niet.

Als tusschenzin, bij wijze van noot kan ik opmerken, dat ik dit zelf bij ondervinding heb. In 1884 en 85 heb ik eene rivierverlegging, die van de Lajangan in Pekalongan uitgevoerd. Die als regelmatig kanaal ontworpen en uitgevoerde verlegging is thans, en reeds een jaar geleden, toen ik toevallig de plaats terugzag, even bochtig geworden als ieder andere rivier. Het verschijnsel is trouwens iets, dat wel niet anders verwacht kan worden bij een zeer ongelijk debiet

Kortom, men kan slechts misrekeningen maken door een rivier met bewegelijken bodem, met varieerend water en slibdebiet te willen assimileeren aan een kanaal met vasten bodem, waar slechts water doorloopt.

Hoe meer eene rivier afwijkt van de gewone aanname bij hydraulische formules, hoe grooter de misrekening.

Maar, naarmate de ondervinding dit aantoonde, wees zij tevens op de noodzakelijkheid van sommige feiten en van sommige vormen; de uitwerking der werken werd beter bekend, en heeft er toe geleid ze aan te leggen onder voorwaarden, die beter overeenkomen met de wetten van de waterbeweging in natuurlijke waterloopen. Hoe van die ondervinding op de Rhône is partij getrokken, zal thans nader worden besproken.

Regularisatie werken. De tegenwoordige werkwijze aan de Rhône. In hoofdzaak heeft men afgezien van het stelsel van regularisatie, dat berust op het gebruik van een normaalprofil, dat berekend is, als f het bed vast en het waterdebiet het eenige is — en voorts is afgezien van het verkrijgen van een regelmatig verval.

Men behoudt dus een trapvormig lengteprofil. Men strijdt niet langer tegen de natuur door de natuurlijke voorwaarden van den water afloop te willen dwingen, maar men tracht haar tot bondgenoot te krijgen door haar na te bootsen, wat handelingen en vormen betreft.

Natuurlijke vorm van het bed. Het bed bestaat steeds uit eene reeks min of meer lange panden, die zich in horizontale projectie als bochten voordoen, betrekkelijk diep zijn en weinig helling hebben: gescheiden door drempels (ware natuurlijke stuwen), waarover het water afloopt van het eene diepere gedeelte naar het andere als over onvolkomen overlaten.

Door regularisatie werken kan men dien toestand niet veranderen, zoodat hij moet blijven bestaan.

Wanneer men het rivier gedeelte tusschen twee die pere door een drempel gescheiden vakken, dus twee tegengestelde bochten met haar buigpunt een „passage" of stroomovergang noemt, kan men daarvan twee hoofdtypen onderscheiden.

Type eener slechte passage. Een slechte overgang komt voor bijna altijd als de rivier verdeeld is, maar ook als er lokale omstandigheden bestaan, die oorzaak zijn van de vorming van twee geulen.

De kenmerken eener slechte passage (Type I) zijn dus dat de deelen der geul langs elkander heen schuiven; dat zij over hare geheele lengte weinig verval hebben,

en plotseling in eene richting, ongeveer loodrecht op den oever in elkander overgaan.

Voorts is de richting van den drempel zeer schuin; die drempel is een lange, weinig ondergedompelde overlaat. Op de Rhône had men op zulke plaatsen slechts 0.40 M. diepgang bij den laagsten waterstand.

Voor de scheepvaart is deze toestand zoo nadeelig mogelijk. Behalve de onvoldoende diepte, is de plotselinge verandering van richting nog oorzaak, dat de diepte, die er nog is, zelfs niet geheel kan gebruikt worden, omdat het niet doenlijk is onder die omstandigheden juist in de geul te blijven. Bovendien heeft men hevige stroom: bij laag water is zulk een overgang onbruikbaar.

Type eener goede passage (Type II). Hierbij heeft men juist het omgekeerde: de „thalweg" vertoont gelijkmatige regelmatige bochten; de buiging geschiedt langzamerhand zonder plotselinge verandering van richting; de drempel, die de twee vakken scheidt, staat ongeveer loodrecht op de algemeene richting der oevers; die drempel is een korte, weinig hooge overlaat; de golf, die er over heen gaat is hoog en de val lang.

In de Rhône is de diepte op dergelijke plaatsen 1, 5 à 2 Meter.

Werken, noodig om de eerste type in de tweede te veranderen Van de 1e type kan de 2e gemaakt worden door:

1e Het lage water in ééne geul te brengen.

2e In het bed dier geul de plaats der diepten en daardoor ook die der drempels te regelen.

3e De richting der drempels te regelen.

Samenbrengen van het water Om het water bijeen te krijgen, moeten nevenarmen, waar die voorkomen, worden afgesloten. De met dat doel te maken werken moeten alleen werkzaam zijn bij laag water; de stuw, die de nevenarm van den hoofdarm afsluit, moet niet hooger zijn dan de waterstand, die tegengehouden moet worden. Om dezen dam voldoende stevig te maken en den aanval, die hij bij het overloopen te verduren heeft, te minderen, maakt men in de af te sluiten armen eene reeks dwarsdammen, die de totale valhoogte verdeelen; men maakt dus het geraamte van een nieuw bed, ter hoogte van het hoog waterbed. Als de richting van den valschen arm de stroomrichting van hoog water is, moet men vooral zorgen, dat de stroom daarin niet terug kan keeren: daarvoor moet de eerste strekdam, die de grens der geul vormt met den oever verbonden worden door verbindingswerken, zooals die bij strekdammen gebruikelijk zijn, en waarop wij straks terugkomen.

Vastleggen der diepten in de bochten. Er is reeds gezegd, dat als de oevers goed vastgelegd zijn in de bochten, de afzetting van vaste stoffen tusschen en niet in de bochten plaats heeft. Daar verschillende waterstanden dezelfde weerstanden vinden, zijn hunne uitwerkselen analoog, wel niet in den zin, dat zij juist gelijke afmetingen geven, maar voldoende om de drempels op hun plaats te houden.

Het eerste wat gedaan moet worden is dus die vastheid verzekeren door eene geschikte bepaling van den vorm der oevers en van de werken, die de tracés vormen en bewaren.

In holle bochten blijven de diepten gemakkelijk bewaard en zijn des te grooter, naarmate de bocht sterker is; ook zijn zij dan dichter bij den oever. Ook leert de ondervinding dat aan den voet van steile hooge oevers diepten ontstaan en blijven.

Bij het tracé van eene bocht moet men dus zorgen, dat deze oorzaken elkander niet vernietigen: wanneer de beide oevers bestaan uit steile, gladde wanden, zal de geul niet bepaald zijn. Aan weerskanten is er dan neiging tot dieptevorming: daardoor krijgt men eene afzetting van vaste stoffen in het midden, en er, ontstaat een stroomovergang, die meer of minder op type 1 gelijkt.

Bij slecht tracé kan de stroomdraad zelfs tegen den bollen oever aangeworpen worden, en daar worden vastgehouden omdat die oever steil is.

Dan ontstaat er een zeer ongunstig geval; de geul volgt de oevers niet meer: de diepten blijven ook niet meer op dezelfde plaats.

Bij doorgaande strekdammen aan beide oevers bestaan voorbeelden van dergelijke feiten.

Wil men de diepte aan den hollen oever houden, dan is het niet genoeg dien oever den vorm te geven, die de geul aantrekt en vasthoudt, maar de holle oever moet zoo zijn, dat hij dat niet kan doen. *Langs den hollen oever mag dus geen leiddam voorkomen;* die oever moet den vorm hebben van eene zachte glooiing, zooal die natuurlijk voorkomt bij eene goede passage. Die vorm heeft ook het voordeel, dat zij geene vernauwing teweeg brengt, wanneer het water wast, en dus het verval niet vermindert.

Tracé van den hollen oever. Bij den hollen oever is in het algemeen de aangewezen constructie een leiddam die de diepte doet behouden blijven. Het tracé van dien dam heeft veel invloed op de goede richting van de geul en op de orientatie der drempels.

De geul van eene goede passage is in den top van de bocht dicht bij den oever en verwijdert zich daarvan langzamerhand, om bij het buigpunt ongeveer in het midden te loopen.

Zij vertoont dus eene vloeiende kromme lijn, met een maximum in den top van de bocht en eene waarde gelijk nul in het buigpunt, als men de as der rivier als as van die kromme beschouwt. De oever moet dus niet evenwijdig zijn aan de geul, en de krommingen van zijn tracé moeten zoo zijn, dat de geul er zich langzamerhand van kan losmaken: als de oever de geul vasthoudt, en de holle oever van de volgende bocht dat ook te lang doet, is de overgang te plotseling en nadert de toestand tot type I. En daar de oever de geul meer vasthoudt,

naarmate de kromming sterker is, moet die kromming in het midden der bocht het sterkst zijn en langzamerhand verminderen, dat wil zeggen, er moet eene *vloeiende overgang* zijn van de maximum waarde tot de 0 waarde.

De waarnemingen op de Rhône bevestigen dus volledig het waargenomene op de Garonne en de stellingen van Fargue omtrent de noodzakelijkheid van vloeiende overgangen.

Ik teeken hierbij aan, dat op het congres door Prof. JASMUND werd medegedeeld, dat in sommige gevallen cirkelbogen ook goed kunnen voldoen.

Uit de verdere mededeeling van GIRARDON blijkt, dat de keuze der kromme lijnen geen hoofdzaak schijnt te zijn: er zijn op de Rhône sinussoïden en spiraalvoluten gebruikt even als op de Garonne, maar eene reeks cirkelbogen met aangroeiende stralen bleek ook geschikt. Bij de discussie stemde Fargue dit gaaf toe, maar hij bleef protesteeren tegen de meening van Jasmund, dat ook grootere cirkelbogen wel kunnen worden toegelaten.

Het lengteprofil van den leiddam wordt door GIRARDON uit analoge beschouwingen afgeleid. De kruin moet zoo hoog leggen, dat zij het water bijeenhoudt bij den stand, die voor de scheepvaart noodig is. Bij hooger water moet het bed zoo groot mogelijk zijn. In het bizondere geval van de Rhône is dat niveau 1 Meter boven laag water; men maakt de leiddammen soms hooger, hetzij om, na het aanleggen der werken spoediger de gewenschte diepte te krijgen, hetzij voor het gemak der uitvoering, maar later brengt men ze op bovengenoemd peil terug. Maar dat peil is over de lengte van den leiddam niet hetzelfde.

Hoe hooger de oevers zijn, des te dieper is de geul en des te dichter bij den oever; wil men dus de geul langzamerhand van den oever doen afbuigen, dan moet de invloed van den leiddam minder worden, naarmate men het buigpunt nadert: even als de kromming afneemt, moet de hoogte van af den top der bocht afnemen; de kruin van den leiddam die in den top het hoogst moet zijn, moet geleidelijk afnemen tot de hoogte van de natuurlijke bank.

Zoolang het water laag blijft, is het nut van zulk een leiddam duidelijk; maar, als het water rijst zou de dam alleen onvoldoende zijn. De teen zou door overstortend water ontgronden, de geheele dijk zou misschien wegslaan. Achter den dam zouden stroomen kunnen ontstaan, die wellicht eene verkeerde geul zouden vormen; schepen zouden er ook op kunnen vastraken.

Om een en ander te voorkomen maakt men dwarsdammen, vasthouders of verbindingsdijken.

Die werken worden, uitgaande van den hoogen oever, stroomopwaarts geörienteerd, en zij gaan hellend naar beneden van den hoogen oever naar den leiddam; zoodat hunne helling met hunne orientatie samenwerkt om den stroom in de as van de hoofdgeul te brengen, zoodat zijstroomingen en overloop van water worden tegengewerkt. Zij moeten des te sterker werken, naar mate zij meer moeten keeren; de hellingen over hunne lengte moet dus het steilst zijn op de plaats, waar de kromming het sterkst is, dus in den top van de bocht. Hoe dichter bij den top, hoe steiler die moet worden.

Heeft men in een riviervak weinig verval en weinig sterke bochten dan zijn deze laatste werken voldoende, en kan de strekdam zelf worden weggelaten; maar zij werken dan minder sterk. Er zijn op de Rhône slechts enkele punten, waar de strekdam ontbeerd kan worden.

Tracé van den bollen oever. Wanneer de holle oever al glooiend en vast genoeg is, doet men niets. Is hij niet vast genoeg, dan construeert men zoogenaamde duikende kribben (épis plongeants), drempels gelijk met den natuurlijken bodem, die daarvan als het ware het geraamte vormen.

Als de bank niet bestaat, maakt men de drempels toch. Deze drempels moeten zoo gemaakt worden, dat zij den hoofdstroom in de geul terugwerpen; hunne hellingen moeten ook met dat doel voor oogen bepaald zijn; zij moeten sterker werken, naarmate de geul verder van den oever moet verwijderd worden. De krib, die met de sterkste kromming overeenkomt, moet dus de steilste helling hebben, en die hellingen moeten naar weerskanten afnemen.

Plaats van het buigpunt. Blijvende plaats van den drempel. Als de bovengenoemde maatregelen voor alle diepere gedeelten genomen worden, zal hunne ligging niet veranderen, zoodat men door het vastleggen der diepten en het verzekeren der holle oevers tegelijkertijd bewerkt, dat de afzetting van vaste stoffen in de buigpunten plaats heeft.

Het eenige, wat omtrent het tracé der oevers nu nog niet besproken is, is de bepaling van de plaats der buigpunten, in verband met lokale eischen, en met de voorwaarde van vloeienden overgang.

De stand dier buigpunten, dat is der rustplaatsen voor de vaste stoffen is niet willekeurig. Belangrijke veranderingen mogen daarin niet worden gebracht, want de onderlinge afstand hangt af van het régime der rivier, van het waterdebiet, het verval, het slibgehalte. Een en ander is verschillend voor verschillende rivieren of riviergedeelten. Die invloeden zijn zeer samengesteld; als men den afstand der drempels daaruit wilde afleiden, zou men willekeurige onderstellingen moeten maken waaruit men besluiten zou trekken, die later wellicht valsch zouden blijken.

Wel kan men echter van de eene plaats tot de andere besluiten. Als bovengenoemde oorzaken weinig veranderen, zal de plaats van den drempel ook niet veel verschillen. Men richt zich naar goede passages en houdt den afstand der drempels daarin ongeveer aan — of verandert er weinig aan. Als men verandert is het beter

het aantal drempels wat te *vermeerderen* dan het te *verminderen;* want bij vermeerdering worden de vallen geringer.

Daar de grenzen van het tracé door plaatselijke omstandigheden steeds zeer beperkt zijn, geven bovenstaande aanwijzingen dat tracé en den vorm der oevers voldoende aan: de diepten en de drempels blijven over het geheel op de plaatsen, waar zij natuurlijk aanwezig waren.

Oriëntatie der drempels. Dikwijls zijn de opgesomde werken voldoende, maar niet altijd. De kromming werkt op de geul door den dwarsstroom, die zij veroorzaakt en de daardoor ontstane diepte. De hoogte der aangelegde werken werkt op dezelfde wijze; er is wel eene zekere evenredigheid waar te nemen, maar toch hangt het resultaat van bijomstandigheden af, vooral van het verval en van de helling van den bodem. Wanneer men eene passage heeft met sterke helling, veel verval en weinig weerstandbiedenden bodem en eene andere met weinig verval en vasten bodem, dan is het resultaat niet hetzelfde. In het laatste geval krijgt men eene passage van de type II; in het eerste zal de overgang meer tot type I naderen.

Hoewel het tracé der oevers voldoende is om uit te werken, dat de drempels op dezelfde plaatsen ontstaan, s het niet steeds voldoende voor hun vorm en hunne richting.

Wordt die niet goed, dan moeten daarvoor nog afzonderlijke werken worden gemaakt.

Bij eene goede passage is de doorsnede der geul een driehoek met breede basis en van geringe hoogte; die driehoek wordt in het buigpunt gelijkbeenig en de overgang geschiedt langzamerhand.

Maar bij eene slechte passage heeft die driehoek een korte basis en eene groote hoogte; vooral dicht bij den oever is de geul diep. Op het buigpunt wordt het profil ineens symetriek.

Het gewenschte profil moet door kribben onder water worden gemaakt; laag genoeg, dat zij de scheepvaart niet hinderen en aan de oppervlakte geene beweging veroorzaken. Te beginnen bij den oever moeten zij stroomopwaarts gericht zijn, omdat zij den stroom moeten afwijzen, en hun laagste punt, dat de maximum diepte bepaalt, bepaalt tevens de plaats der grootste snelheden, de as van de geul. Die as moet des te dichter bij den oever liggen, naarmate het profil, waarin de grondkrib gebouwd wordt, dichter bij den top der bocht is; de grootste diepten moeten ook voorkomen in de nabijheid van de grootste krommingen — iets benedenstrooms daarvan, in overeenstemming met den „loi de l'écart" van FARGUE; de krib die met dat punt overeenkomt moet dus een lager teen hebben dan de overigen, moet sterker helling hebben en haar uiteinde in een dieper gedeelte. De volgende kribben liggen langzamerhand hooger en hare helling vermindert met haren afstand tot den top der bocht. De kruinlijnen der kribben vormen dus de beschrijvende lijnen van een scheef oppervlak, dat aan de toppen doorsneden heeft, overeenkomende met de uiterste vormen, en bij het buigpunt den gemiddelden vorm heeft.

Zoo krijgt men dus een vloeienden vorm in het lengte profil van den bodem zoowel als in het dwarsprofil.

Dergelijke kribben onder water vervullen dus eene dubbele funktie. Zij bepalen het buigpunt en beletten boven en beneden daarvan de vorming van te groote diepten. Zij bewaren den trapvorm en beletten de daling van den waterspiegel — het nadeelige gevolg van regularisatie door vernauwing. Maar daar zij de richting der drempels regelen, verlengen zijn tevens de vallen, en maken die gemakkelijk te passeeren.

Haar invloed op het verval is beperkt, daar zij diep onder water moeten liggen, en die werking bepaalt zich dus tot het voorkomen van uitschuring, die het verkleinen zou.

Soms kunnen zij de waterstand in de diepere gedeelten wel iets verhoogen, vooral als het mogelijk is haar kruin wat hoog te leggen. Men zal dit kunnen doen als door gebrek aan tijdige voorzorg het verval al te gering geworden is. Maar het verval er geheel mede egaliseeren, is natuurlijk onbereikbaar.

Is de bodem zeer aantastbaar, dan gaat men soms nog verder en trekt de dwarsdrempels over de geheele breedte der geul door; dan zijn het bodemkribben of bodemdrempels, die gemaakt worden als chevrons met de punt naar bovenstrooms.

De diepte, waarop deze werken liggen benadeelt hun richtenden invloed niet.

De werking hangt vooral af van hunne richting, hunne eigen helling, en de verandering dier helling. Naarmate die beter geregeld is zal hunne werking grooten zijn.

Omtrent de diepte, waarop men de grondkribben moet aanleggen, deelt Girardon niets naders mede. Zijne bedoeling is, dat men uitgaande van aanwezige goede passages de daar aangetroffen diepte zal aanhouden.

Het ligt dus niet in zijne richting een onderzoek in te stellen naar de diepte, die men onder bepaalde omstandigheden in de geul kan krijgen; wanneer de opgesomde werken zijn gemaakt, is het uiterste verkregen.

Toch, zou het zeker wel belangrijk zijn de verkregen resultaten te toetsen aan de maximum diepte, die volgens andere beschouwingen bereikbaar is. Belangrijk voor deze zaak en in het algemeen voor den aanleg van grondkribben is de verhandeling van Prof. ENGELS te Dresden: Tot welken grond kan men door normalisatie de bevaarbaarheid van rivieren verhoogen? — opgesteld naar aanleiding van een der vragen op het congres van ingenieurs te Chicago, die vrij vertaald is opgenomen in het weekweekblad „de Ingenieur" jaargang 1894 N^os^. 13 en 14.

Met het oog op dit feit, en om eene te tijdroovende uitweiding te vermijden, bepaal ik mij thans tot de mededeeling dat daarin eene formule tot bepaling der bereikbare geuldiepte voorkomt.

Beweging der vaste stoffen. Betrekkelijke vastheid der vormen en der diepten. Om tot de beschreven werkwijze op de Rhône terug te keeren: zij komt hierop neer, dat men geen kanaal tracht te maken, maar zich bepaalt tot een vloeiend maken, eene verzachting der bestaande vormen. Het hoog water krijgt door die werken een hoofdstroom in de richting der geul; het wordt niet tegengehouden, maar geleid.

De medegevoerde stoffen kunnen afgezet worden, maar alleen op de vooraf bepaalde plaatsen; de diepte is wel veranderlijk, omdat iedere hoogwaterstand eenigzins anders werkt dan de voorgaande; maar de geheele toestand is toch betrekkelijk constant.

De verbetering heeft dus niet die kenmerken van nauwkeurigheid, die bereikt wordt bij het kanaliseeren eener rivier, en die men soms te vergeefsch door vernauwing op eene open rivier tracht te bereiken; maar zij is toch belangrijk, daar goede overgangen overal voldoende diepten op de drempels verzekeren.

Het goede resultaat der wijze van uitvoering der werken is niet alleen afhankelijk van het ontwerp, maar ook veel van de volgorde, die bij de uitvoering gevolgd wordt, en van de wijze van uitvoering.

Alle scherpe hoeken en kanten moeten vermeden worden. Het talud van een leiddam b. v. moet vloeiend overgaan in de helling van den bodem; overal moet men afgeronde vormen hebben.

De veranderingen in de geul moeten langzamerhand worden aangebracht; eerst moet men de werken weinig profil geven; voorts ze zooveel mogelijk bij groepen uitvoeren, omdat zij invloed op elkander uitoefenen.

Zijn ze eerst met gering profil uitgevoerd, dan laat men ze voorloopig liggen. Niet alleen heeft men dan geen last van de woelingen van geprononceerde werken, maar men profiteert van de afzetsels, die door de gemaakte werken ontstaan, waardoor men goedkooper werkt. Ook is het een groot voordeel, dat men langzamerhand kan zien, of er gebeurt wat men wil.

Men moet dus ook bij de uitvoering dezelfde continuiteit in acht nemen als bij het ontwerpen, zoo van de horizontale projectie als van het lengte profil en het dwarsprofil.

Men kan, op geleidelijke wijze werkende, veel uit de uitvoering leeren, zoowel voor werken voor de scheepvaart als voor die welke alleen het vastleggen der oevers beoogen.

De natuurkrachten, die bij het stroomen van water door rivieren in het spel komen, zijn groot. Daartegen strijden is moeilijk, kostbaar en de kans van slagen is hoogst twijfelachtig. Op geleidelijke wijze werkende, is die kans veel grooter, omdat, wat men zich op ieder punt voorstelt te bereiken gering is, dus in overeenstemming met de geringe middelen, waarover men gewoonlijk beschikt.

Gevormde en niet gevormde rivieren. In verband met deze laatste opmerking, is het dunkt mij hier de plaats, om met een enkel woord nog melding te maken van een zeer belangrijk punt in de reeds genoemde verhandeling van Prof. ENGELS.

Daarin worden de rivieren onderscheiden in *gevormde* en nog *niet gevormde.*

De eersten ondergaan slechts verandering bij hooge waterstanden en dan nog slechts weinig. De laatsten schuren nog voortdurend uit en verminderen daardoor hun verval. Uitschuring van boven heeft ophooging beneden ten gevolge, en in verband daarmede eene verplaatsing van de banken, die oorzaak is, dat ook de plaats der buigpunten of drempels nog aan verandering onderhevig is.

ENGELS waarschuwt tegen eenige poging om rivieren van de laatste soort te regulariseeren, wat zeker treffend in overeenstemming is met de stelling van GIRARDON, dat men niet trachten moet zich tegen de natuurkrachten te verzetten. Regulariseeren toch is in dit geval eene poging om de toestand stabiel te maken tegen de geweldige natuurkracht in, die nog bezig is een bed te vormen.

Wanneer eene rivier, door afsnijding van bochten of door welke oorzaak ook, in een nieuwen toestand gebracht is mag men den eersten tijd geen regularisatie werken maken, maar mag daartoe eerst overgegaan worden, wanneer de natuur een betrekkelijk stabielen toestand heeft in het leven geroepen, wanneer dus de banken en drempels niet meer belangrijk verschuiven.

Voorbeelden van toepassing. Bij de verhandeling van GIRARDON is een stel kaartjes gevoegd van gedeelten der Rhône, geschikt om daarop de meest belangrijke werken na te gaan. Die platen zijn overgenomen in de figuren 3—11 (Platen VI en VII).

Figuren 3—4. Als voorbeelden van samendringen van het water in het bed komen hierop voor dwarsdammen en zoogenaamde „épis plongeants" bij Sénézan en Grigny (Fig. 4). Ook komen voor leiddammen aan de holle oevers bij St. Tous en Ivour (Fig. 3) bij Sénézan (Fig. 4).

Ook nog de groep van 20 kribben onder water zoogenaamde „épis noyés" van St. Tous, die 3 à 5 M. onder laag water liggen en gemaakt zijn met het doel omhet bed te versterken en uitschuring tegen te gaan die het gevolg zijn van de werking eener oude krib, 4 M. boven hoog water. Ook dienen zij om de geul van den oever af te wijzen. Eindelijk nog de groep van elf kribben te *Ivour.*

Figuren 5 en 6. — Fig. 6 vertoont vooreerst de „duikende kribben" van Jassoux bij St. Alban, die een slecht gelegen drempel, die door de andere werken niet verdween, hebben verwijderd en voorts vertoont Fig. 5 de zeer interessante strekdam van St. Alban in een zeer kromme passage, die van des Roches bij Condrieu; de kromtestraal is in den top bij de eerste 650 bij de tweede 450 M. De strekdam van St. Alban, die een zeer onregelmatige bocht rectificeert, ligt ver van den oever en is

daarmede verbonden door 12 dwarsdammen, wier hellingen afwisselen van 1¾ % tot 3 %.

Gronddrempels in den vorm van chevrons aangelegd over de geheele lengte van de geul om een zeer voor uitschuring vatbaren bodem te behouden komen ook bij St. Alban voor.

Figuren. 7 en 8. Als voorbeeld van „duikende kribben" die den hollen oever vormen, zijn belangrijk die van Berne, Lemony en Brèze. Die van Lemony, vijf in aantal, vormen een groote bank met zeer zachte hellingen, afwisselende van 0,8% tot 1,5%. In Fig. 8 komen nog voor de gronddrempels nabij Creux des Mailles, geconstrueerd even als die van St. Alban.

Ook vertoont deze plaat een voorbeeld van een hollen oever zonder dijk. Iets boven Creux des Mailles, is de passage van St. Rose, waar men zulke plaatselijke omstandigheden van kromming, verval en weerstand had, dat verbindingsdammen eindigende in kribben onder water voldoende waren. Dergelijke overgangen komen weinig voor.

Figuren 9.—10. Duikende kribben van Gervans-Crozès (Fig. 9); ook nog voorbeelden van kribben onder water.

Voorts strekdammen langs de holle oevers, en duikende kribben langs den bollen oever.

Fig. 11 vertoont de „duikende kribben" van La Cabane. Drie zulke kribben zijn voldoendegeweest om eene afzetting, die aan den voet van de kaaimuur van Port St. Louis ontstond, te doen verdwijnen en de noodige diepte langs die muur te herstellen.

Verkregen resultaten en kosten. Over het resultaat der Rhône werken slechts een kort woord.

De minimum diepte op de Rhône bij laag water was vroeger 0.40 M. (op enkele plaatsen slechts 0.30 M.)

Die is langzamerhand verbeterd, zooals blijkt uit het volgende staatje:

Jaren.	Minimum diepten in M.
1878	0.40
1882	0.80
1884	0.90
1887	1.05
1893	1.25

Wat slechte passages betreft: Het aantal plaatsen bij laag water minder dan 1,20 Meter diep was:

Vóór den aanleg der werken	81.—
In 1884	10.—
„ 1887	3.—
„ 1893	0

Minder dan 1.40 M.

Vóór de werken	104
In 1884	31
„ 1887	16
„ 1893	3

Wanneer de werken, die nog niet geheel voltooid zijn, zullen zijn gereed gekomen, hoopt men overal minstens 1.50 M. diepte te hebben.

Wat de scheepvaart betreft, wanneer men zich denkt de drie toestanden.

Geheele staking
Moeilijk varen.
Gemakkelijk varen,

dan had men vroeger

3 maanden staking
4 maanden moeilijk varen
5 maanden gemakkelijk varen.

Thans zijn die cijfers, 14 dagen, 14 dagen en 11 maanden; en gedurende de 14 dagen van moeilijk varen zijn de moeilijkheden nog minder groot.

Wat de kosten betreft: Van de beschikbare 45 millioen zijn uitgegeven 39.5 millioen francs.

Na afloop der werken zal dit bedragen per kilometer 120 à 125 duizend francs.

Het tegenwoordige stelsel is in 1882 ter sprake gekomen en min of meer begonnen: eerst in 1884 goed doorgevoerd.

Van 1878—1884 is er 32.5 millioen francs uitgegeven; van 1884—1893 *f* 14.400000.— francs.

De nieuwe werkwijze beveelt zich dus ook door min kostbaarheid aan.

GIRARDON eindigt zijne verhandeling met op die minkostbaarheid te drukken, en eindigt met te zeggen dat dergelijke werken, hetzij voor scheepvaart doeleinden, hetzij eenvoudig tot bescherming der oevers ondernomen, wel eenige oplettendheid en veel geduld en „esprit de de suite" zullen vorderen, maar slechts tot matige uitgaven behoeven te leiden.

En die matige uitgaven waarmede wij hier vooral niet minder dan elders hebben rekening te houden, vormen zeker eene groote aanbeveling voor zijne werkwijze.

Bijlage

Opgave der boekwerken en periodieken, enz. door de afdeeling sedert de laatste opgave (zie Tijdschrift 1893-1894), ontvangen:

1°. Ten gescheuke ontvangen van de Regeering:

a. Jaarboek van het Mijnwezen 1893, 2de deel.

b. idem idem 1894, 1ste deel.

2°. Van den Directeur der Burgelijke Openbare Werken.

a. Verslag over den aanleg en de exploitatie van de Staatsspoorwegen in Ned. Indië over het jaar 1893.

3°. Van den President van het 6de Scheepvaarts congres te s' Gravenhage:

Verslagen van het 6e Congres voor Binnen-scheepvaart te s' Gravenhage.

4°. Ontvangen van Genootschappen, enz. waarmede de afdeeling van edita wisselt.

Van het Bataviaasch Genootschap voor Kunsten en Wetenschappen:

a. Notulen van de Algemeene en Bestuursvergaderingen 1894, deel XXXIII, aflevering 1 en 2.

b. Bimaneesche texten door J. C. G. Jonker.

c. Nederlandsch-Indisch Plakaatboek 1602-1811. door Mr. J. A. van der Chijs, dertiende deel 1800-1803.

5°. Van het Koninklijke Instituut voor Taal-, Land- en Volkenkunde van Ned. Indië.

a. Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde.

Deel XLIV 3de aflevering.

Deel XLV 1ste en 2de aflevering.

6°. Van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Ned. Indië.

a. Natuurkundig Tijdschrift voor Ned. Indië.

Deel LIV, 1ste, 2de, 3de en 4de aflevering.

b. Supplement catalogus 1883-1893 van de Bibliotheek van de Kon. Natuurkundige Vereeniging in Ned. Indië.

7°. Van de Vereeniging tot bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Ned. Indië:

a. Geneeskundig tijdschrift voor Ned. Indië:

Deel XXXIV 3de aflevering.

Deel XXXV 1ste aflevering.

8°. Van de Koninklijke Paketvaart Maatschappij.

Halfjaarlijksche dienstregeling, passage en paketten tarieven enz.

9°. Diverse monsters, prijscouranten, catalogi enz.

Algemeen Verslag betreffende den toestand en de werkzaamheden van de afdeeling Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 1 April 1894 tot 1 April 1895.

I. Bestuur.

In het bestuur hadden de navolgende mutatiën plaats.

In de vergadering van 27 April 1894 werd ter vervanging van het in de vergadering van 7 Dec. 1893 tot vice-president verkozen bestuurslid G. P. A. Renaud, die voor deze benoeming bedankte, benoemd het lid D. R. J. Baron van Lijnden.

Tot secretaris in de plaats van den naar Europa vertrokken titularis L. J. C. van Es werd in de vergadering van 23 Aug. 1894 verkozen het lid J. J. Stieltjes, terwijl in dezelfde vergadering het naar Padang vertrokken bestuurlid J. Frenkel werd vervangen door het lid A. A. van Heurn.

Eindelijk werd in de vergadering van 15 Febr. 1895 in de vacature van secretaris, ontstaan door het vertrek van den heer J. J. Stieltjes voorzien door de benoeming van het inmiddels weder te Batavia teruggekeerde lid J. Frenkel.

II. Leden.

Het aantal leden bedroeg 153 volgens de ledenlijkst op 1 April 1895 tegen 141 op 1 April 1894.

III. Financiën.

Blijkens de balans bedraagt het kapitaal der afdeeling op 1 April 1895 *f* 12318.50 tegen 12214.12 op 1 April 1894.

IV. Vergaderingen.

Op 27 April, 23 Augustus, 29 November 1894 en 15 Februari 1895 werden vergaderingen gehouden.

V. Bibliotheek.

Met verschillende werken uitgegeven door vereenigingen waarmede de afdeeling van edita wisselt, werd de bibliotheek vermeerderd.

VI. Tijdschrift.

Het tijdschrift 1893—1894 werd in het begin van 1895 uitgegeven. De notulen der eerste van de onder IV sub 1°. genoemde vergadering werden daarin reeds opgenomen.

President,
J. E. de Meijier.
Secretaris,
J. Frenkel.

Verslag van den Penningmeester over het tijdvak loopende van 1 April 1894 tot Ult°. Maart 1895.

Uit de als bijlage overgelegde Winst- en verlies rekening blijkt, dat het kapitaal der Vereeniging in het afgeloopen boekjaar met *f* 104.38 is toegenomen.

Dit — in verband met de omstandigheid, dat naar aanleiding van het op de Algemeene Vergadering van 29 November 1894 genomen besluit aan de kas van het Hoofdbestuur de verhoogde bijdrage van *f* 12.50 per lid is uitgekeerd — zeer bevredigend resultaat zou niet verkregen zijn, indien de uitgave van het afdeelingstijdschrift 1893—94 geen buitengewone vertraging had ondervonden.

Contributie.

Aan reeds afgeschreven contributie over 1890—91 werd nog ontvangen *f* 25.

Van de ten overige jare op de balans gebrachte *f* 25.— contributie over 1891—92 werd *f* 12.50 geïnd; het restant moest worden afgeschreven, daar het lid, die dit bedrag verschuldigd was, volgens uit Nederland ontvangen bericht wordt geroijeerd.

Volgens het voorgaand verslag was op ult°. Maart 1894 over 1892—93 nog te innen *f* 270.— Hiervan werd *f* 245.— ontvangen en *f* 25.— ten name van het bovenbedoelde lid afgeschreven.

Volgens het voorgaande verslag was op ult°. Maart 1894 over 1893—94 nog te innen *f* 1840.— Dit bedrag moest worden verminderd met *f* 45.— en dus ten rechte worden gesteld op *f* 1095.

Van dit bedrag werd ontvangen *f* 780.— en blijft te innen *f* 315.—, welke som op de balans is gebracht.

Over 1894—95 is verschuldigd geworden:

door	129 gewone	leden à *f* 25.—	*f* 3225.—
"	10 buitengewone	" " " 15.—	" 150.—
"	17 leden mailsurplus	" " 5.—	" 85.—
		te zamen	*f* 3460.—

Hiervan is ontvangen *f* 2445.— en nog te innen *f* 1015.

Door 2 leden is de contributie over 1895—96 ten bedrage van *f* 50.— vooruitbetaald.

Deze som is aan de credit zijde op de balans gebracht.

Onder alle bovengenoemde sommen zijn niet begrepen de bedragen, die ten behoeve van de Instituutskas in Nederland hier zijn of moeten worden geïnd; wel de contributies, die in Nederland ten behoeve van de kas der Afdeeling zijn of moeten worden voldaan.

Deposito en effecten.

In de belegging der geldmiddelen kwam geen belangrijke verandering.

Een bedrag van *f* 8735.— bleef belegd in 9 pandbrieven (8 à *f* 1000.— en 1 à *f* 500.— nominaal) der Rotterdamsche Hypotheekbank, terwijl in de Bataviasche Spaarbank lag gedeponeerd *f* 1882·65.

Het deposito groot *f* 600.— bij de Nederlandsch-Indische Escompto bank werd teruggenomen.

Rente.

De gekweekte rente ad *f* 355.70 werd in hoofdzaak genoten op de pandbrieven. Het bedrag van *f* 125.— voorkomende op de balans is ongeveer het 5/6 gedeelte van de waarde der op 1 Mei 1895 vervallende coupons dier pandbrieven.

Bibliotheek en meubilair.

Dit hoofd is voor hetzelfde bedrag als verleden jaar op de balans uitgetrokken.

Afgeschreven zijn de onkosten, welke gemaakt zijn voor het inbinden van tijdschriften en de aanschaffing van 4 ballons voor de gaslampen.

Instituutskas in Nederland.

Aan de Instituutskas in Nederland werd *f* 2000.— geremitteerd. De rekening-courant gaf op ult°. Maart een saldo ten voordeele der Afdeeling aan van *f* 170.31.

Frankeer- en expeditiekosten.

Evenals in het voorgaande jaar is een bedrag van *f* 200.— gereserveerd voor nog te betalen frankeerkosten.

Afdeelingstijdschrift.

Ten behoeve van het afdeelingstijdschrift 1893—94 is uitgegeven *f* 863.75 en zullen in het volgende boekjaar nog uitgaven moeten worden gedaan.

Vergaderingen en lokaal.

Voor de op ult°. Maart 1895 nog niet betaalde lokaalhuur over de maanden November 1894 — Maart 1895 is op de balans *f* 200.— gereserveerd.

Kassa.

Het kassaldo bedroeg *f* 275.54.

Batavia, 31 Maart 1895.

De Penningmeester,

A. P. Melchior.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië,

1 APRIL 1894 tot 31 MAART 1895.

WINST- EN VERLIESREKENING.

Debet.			**Credit.**		
Contributie aandeel Instituutskas in Nederland..	*f*	1750.—	Nagekomen contributie 1890—91.....	*f*	25.—
Afgeschreven op contributie rekening 1891—92..	"	12.50	Contributie-rekening 1894—95.....	"	3460.—
" " " 1892—93..	"	25.—	Rente rekening.....	"	355.70
Herziening " 1893—94..	"	45.—	Verkoop van afdeelings tijdschriften.....	"	38.50
Afgeschreven op bibliotheek en meubilair.....	"	12.50			
Vergaderingen en lokaal.....	"	626.07			
Frankeer- en expeditiekosten.....	"	340.08			
Afdeelings tijdschrift 1893—94.....	"	863.75			
Diverse uitgaven w. o. disconto wissels.....	"	99.92			
Voordeelig saldo overgebracht op de kapitaal-rekening.....	"	104.38			
	f	3879.20		*f*	3879.20

BALANS.

Aan deposito en effecten rekening.....	*f*	10617.65	Per kapitaal-rekening.....	*f*	12318.50
" bibliotheek en meubilair.....	"	250.—	" contributie rekening 1895—96 voor voor-uitbetaalde contributie.....	"	50.—
" renterekening.....	"	125.—	" vergaderingen en lokaal voor nog te betalen huishuur.....	"	200.—
" contributie rekening 1893—94.....	"	315.—	" frankeer- en expeditiekosten voor nog te betalen verzendingskosten.....	"	200.—
" " " 1894—95.....	"	1015.—			
" instituutskas in Nederland.....	"	170.31			
" kassa.....	"	275.54			
	f	12768.50		*f*	12768.50

Gezien en accoord bevonden:

De Commissie van verificatie,

TH. A. M. RUIJS.

A. VROESOM DE HAAN.

BATAVIA, den 31 Maart 1895.

De Penningmeester,

A. P. MELCHIOR.

Ledenlijst op 1 Juli 1895.

J. C. van Aalst.	Magetan.
J. P. J. H. Alsdorf.	Loemadjang.
J. André de la Porte.	Blitar.
E. A. van Arcken.	Patti.
W. F. Batenburg.	Benkajang.
S. W. Becking.	Soerabaia.
F. Beijerinck.	Pangkal-Pinang (Banka).
H. E. van Berckel.	Tegal.
E. J. Bergmans.	Brebes.
P. J. Bertel.	Ketessie (Pekalongan).
C. J. N. Bijvanck.	tijd. in Europa.
R. Birckenhauer.	Soerakarta.
B. M. Blijdenstein.	Modjokerto.
J. de Booij.	Djocjakarta.
W. P. H. de Bruijn Kops.	Semarang.
Jhr. A. H. E. van der Does de Bije.	Poerworedjo.
L. J. J. Caron.	Soekadono (Modjokerto).
F. W. P. Clignett.	Atjeh.
Th. C. Colenbrander.	Probolinggo.
J. G. Cook.	Soerabaia.
M. Cornelissen.	Soerabaia.
Th. F. A. Delprat.	Malang.
C. Doesberg.	Palembang.
Jhr. T. L. C. van Doorn	Wonosalam (Cheribon).
J. H. Duppen.	Batavia.
T. Th. Engel.	Banjoemas.
J. Ph. Ermeling	Buitenzorg.
L. J. C. van Es.	tijd. in Europa.
E. A. C. F. von Essen.	Batavia.
J. C. H. Fischer.	Tjimahi (Pr. R.)
J. Frenkel.	Batavia.
R. J. Fritzlin.	Bodjonegoro.
H. van Gelderen.	Bodjonegoro.
J. E. C. van Geuns.	Poerwokerto.
J. F. de Gijselaar.	Bodjonegoro.
Z. H. Prins Hario Gondosiwojo.	Soerakarta.
W. B. van Goor.	Sidajoe lawas.
J. J. Goudswaard.	Semarang.
W. J. van de Graaff.	Soekaboemi.
A. D. J. Groenemeijer.	Soerabaia.
C. de Groot.	Singkep (Riouw).
S. E. Haagsma.	Mr. Cornelis.
A. Vroesom de Haan.	Batavia.
J. Haringhuizen.	Tegal.
D. H. Havelaar.	Tijd. in Europa.
J. Homan van der Heide.	Buitenzorg.
S. G. Heijmering.	Batavia.
J. C. Heijming.	Demak.
A. W. Hein.	Soerabaia.
W. F. Heskes.	Batavia.
A. Hesselink.	Halte Malamboeng (Pr. R.)
A. A. van Heurn.	Batavia.
B. A. Hildebrand.	Semarang.
L. G. Krol van den Hoek.	Batavia.
M. Hofland.	Padang.
G. van Houten.	Batavia.
B. V. E. Houthuijzen.	Bodjonegoro.
J. B. Hubenet	Batavia.
J. Ilcken.	Bandjanregara.
W. de Jongh.	Bondowoso.
L. L. Ch. J. Jonkergouw.	Poerworedjo.
E. H. Karsten.	Tjirandjang.
A. R. W. Kerkhoven.	Sinagar.
J. G. Kerlen.	Atjeh.
B. Kersjes.	Magelang.
F. M. E. L. Kerstens.	Medan.
W. Klaus.	Kraksaän.
W. H. Kloppenburg.	Porrong (Soerabaia).
F. H. van Kooten.	Koedoes.
D. A. Koster.	Bangil.
J. P. Kruimel.	Bodjonegoro.
A. G. Lamminga.	Tegal.
E. C. Lantzius.	Kesessi (Pekalongan).
H. J. Thal Larsen.	Magetan.
G. Lebret.	Redawoeng (Passoeroean).
P. Lichthart.	Padang.
D. R. J. baron van Lijnden.	Batavia.
J. C. Loon.	Batavia.
A. T. G. Mallinckrodt.	Soerabaia.
F. J. F. Martij.	Cheribon.
J. E. de Meijier.	Batavia.
A. P. Melchior.	Batavia.
H. P. Mensinga.	Poerweredjo (Bagelen).
D. H. F. Mentel.	Bondowoso.
A. Mijer.	Batavia.
J. J. A. Muller.	Padang Sidempoean.
S. C. P. van Musschenbroek.	Sembilangan (Madoera).
A. C. Nieuwenhuijs.	Ngloewat (Ngawi).
J. Nuhout van der Veen.	Batavia.
S. J. Numans.	Semarang.
G. Oosting.	Semarang.
H. Oostmijer.	Semarang.
F. J. van Oppen.	Semarang.
C. L. J. Palmer van den Broek.	Telok Semaweh.
H. G. C. de Paulij.	Glagamidang (Cheribon).
A. Perelaer.	Batavia.
J. L. Pierson.	Bodjonegoro.
P. Th. L. Grinwis Plaat.	Padang.
W. Polman.	Cheribon.
J. F. Quant.	Magelang.

J. J. R. Raat.	Madioen.
J. Radersma.	Loemadjang.
L. L. Graaf van Randwijk.	Malang.
O. E. Rappard.	Poerwokarto.
G. P. A. Renaud.	Batavia.
P. J. A. Renaud.	Batavia.
J. C. Ribbers.	Porrong.
P. Richter.	
Th. J. Rosskopf.	Djocjakarta.
F. J. W, van Rossum.	Bodjonegoro.
K. F. H. Roos.	Batavia.
Th. A. M. Ruijs.	Batavia.
A. S. Ruzette.	Atjeh.
H. H. Saltet.	Malang.
W. H. M. Schadee.	Batavia.
F. Scheers.	Bezoeki.
T. R. Scherius.	Wonosalam (Cheribon).
H. W. Scheuer.	Malang.
C. J. Schleijer.	Semarang.
C. J. Schotel.	Poerworedjo.
M. C. A. Seijfarth.	Banjoemas.
A. Sijthoff.	Natoh (Brebes).
Jhr. H. G. Six.	Semarang.
L. H. Slinkers.	Batavia.
A. Snethlage.	Batavia.
R. H. J. Spanjaard.	Probolinggo.
J. J. Staal	Buitenzorg.
H. G. Stal.	Madioen.
J. J. Stieltjes.	halte Malamboeng (Pr. R.)
J. F. P. J. Straatman.	Modjokerto.
H. C. J. Streugnaerts.	Bandjarnegara.
J. Tirion.	Padang.
J. K. E Triebart.	Bodjonegoro.
J. van Tubergen.	Koedoes.
L. G. de Val.	Karang anjer.
F. C. A. Vemer.	Lombok.
A. Verburgh.	Fort de Kock.
H. J. Verdam.	Bandong.
J. G. H. de Voogt.	Atjeh.
J. C. Voorduin.	Sitoebondo.
C. de Vries.	Batavia.
P. J. Ott de Vries.	Tegal.
J. W. P. Vrijbergen.	Batavia.
C. W. Weijs	Malang.
J. G. Westenberg.	Modjokerto.
M. IJpelaar.	Pekalen (Probolinggo).
J. W. IJzerman.	Solok.

STUDIËN OVER GETIJDEN

IN DEN

INDISCHEN ARCHIPEL.

XII. Cotidal lines in de

JAVA- en CHINEESCHE ZEE.

STUDIËN OVER GETIJDEN

IN DEN

INDISCHEN ARCHIPEL

XII. Cotidal lines in de JAVA- en CHINEESCHE ZEE.

§ 1. De eerste en tot nog toe eenige proeve eener kaart van „cotidal lines" voor de geheele wereld werd door Prof. WHEWELL gepubliceerd in de „*Philosophical Transactions*" van het jaar 1833: aan de uitdrukking „cotidal lines" werd hierbij niet die beteekenis gehecht, die meermalen in de vroeger verschenen studiën daaraan gegeven werd, nl. kromme lijnen, die, voor elk bepaald en juist gedefinieerd partieel getij afzonderlijk, die plaatsen verbinden waar de phase der golfbeweging dezelfde is en langs welke lijnen derhalve het kappagetal hetzelfde blijft.

De kaart door WHEWELL voor ruim 60 jaren saamgesteld, in 1849 door AIRY zonder noemenswaardige veranderingen in zijne beroemde en nu zeldzaam geworden verhandeling „*Tides and Waves*" gereproduceerd, en nogmaals in 1888 overgenomen in DARWIN'S artikel „*Tides*" in de Encyclopedia Britannica, geeft aan, niet de plaatsen van gelijke *kappagetallen*, maar van gelijke *havengetallen*, die toen ter tijd door WHEWELL met de meeste zorg waren bijeengebracht.

Hieruit is terstond op te maken welke fouten en onvolkomenheden zulk eene kaart noordzakelijk moeten aankleven.

De definitie toch van havengetal is: de tijd van hoogwater op den dag van nieuwe of volle maan, m. a. w. eene grootheid die des te meer nadert tot het kappagetal van het partieel getij M_2 naarmate dit getij met overwegende intensiteit optreedt, naarmate het zonsgetij S_2 relatief kleiner is, en naarmate springtij spoediger volgt op den datum van volle of nieuwe maan.

Zoodra echter òf de amplitude van S_2 groot wordt ten opzichte van die van M_2 — zooals b. v. het geval is in bijna den geheelen stillen oceaan — òf wanneer springtij op abnormale wijze voorkomt omstreeks de kwartiermanen, zal het havengetal aanmerkelijk kunnen afwijken van het kappagetal van M_2.

Bij het gebruik van havengetallen als gegevens voor het ontwerpen eener kaart is men dus blootgesteld aan een storenden invloed van den „leeftijd" der getijden, eene grootheid wier studie streng afgezonderd moet gehouden worden van die der kappagetallen zelve: onder bijzondere omstandigheden toch kan deze vermenging van begrippen aanleiding geven tot zeer ongewenschte afwijkingen der kromme lijnen, omdat inderdaad ongelijksoortige grootheden met elkander vergeleken worden.

Van meer gewicht echter is het bezwaar, dat de gegevens zelve hoogst onvertrouwbaar worden zoodra men de Europeesche havens van den Atlantischen Oceaan verlaat, en zich op opgaven moet verlaten van zoogenaamde havengetallen in zeeën, waar de enkeldaagsche getijden eene groote, dikwijs zelfs eene overwegende rol spelen.

Eene waarneming toch van den tijd van hoog- en laagwater op den datum van volle of nieuwe maan leidt alleen dan tot een havengetal — d. i. eene vrij wel constante grootheid, die eene praktische beteekenis heeft, waarmede bij eerste benadering de tijd van hoogwater ook voor andere dagen kan berekend worden — als het dubbeldaagsch maansgetij M_2 alle andere partieele getijden in grootte overtreft; op plaatsen waar het enkeldaagsch getij niet klein is ten opzichte van M_2 geeft zulk eene waarneming meestal eene zeer samengestelde en moeilijk te definieeren grootheid, en in zeeën als de Java-zee, waar het enkeldaagsch getij alle andere overheerscht, geeft eene dergelijke waarneming en opgave als havengetal aanleiding tot grenzenlooze vermeerdering der bestaande begripsverwarringen.

Terwijl dus de kaarten van „cotidal lines" voor den Atlantischen Oceaan en in 't bijzonder voor de zeeën die Engeland omgeven, als juist en bruikbaar mogen beschouwd worden, omdat daar het havengetal eene vrij goed definieerbare grootheid is, moet het gebruik dezer getallen als gegevens voor het maken van kaarten voor de overige zeeën bepaaldelijk worden afgekeurd en kan men voor die streken alleen dán verwachten dat dergelijke graphische overzichten welkome bijdragen zullen leveren tot de kennis van het ontstaan en de voortplanting der getijgolven, indien gegevens worden gebezigd

zooals men die verkrijgt door de toepassing der harmonische analyse. AIRY, in „*Tides and Waves*" § 575, zegt dan ook omtrent WHEWELL's wereldkaart:

„Even the African side of the South Atlantic is not free from serious doubts, the Indian Sea is still less known and for the Pacific Ocean east of New Zealand we have scarcely grounds for conjecture",

terwijl WHEWELL zelf aan zijne verhandeling den zeer bescheiden titel gaf van: „Essay towards a first approximation to a map of cotidal lines".

Het was wenschelijk hier nogmaals eenigszins uitvoerig te wijzen op de bezwaren, die tegen het gebruik van havengetallen zijn in te brengen en de onvertrouwbaarheid der voorhanden gegevens te doen uitkomen omdat, niet alleen voor 60 jaren, maar ook nog heden ten dage vele als havengetallen opgegeven getallen volkomen onjuist zijn.

In werken, die op dit gebied autoriteit hebben, worden nog steeds de meest zonderlinge gegevens telken jare op nieuw afgedrukt en zeker zou eene wereldkaart gebaseerd op de havengetallen zooals die voorkomen in de

„Tide Tables for the British and Irish parts, also the times and heights of high water at full and change for the principal places on the globe, published by order of the Lords commissioners of the admiralty."

„Connaissance des temps, extrait à l'usage des écoles d'hydrographie et des marins du commerce, publié par le bureau des longitudes,"

„Gezeitentafeln", uitgegeven door „das Hydrographische Amt des Reichs-Marine-Amts" tot de meest zonderlinge resultaten leiden.

In het eerste werk b.v. vindt men voor de Bankastraat bij Tandjong Kalean als havengetal opgegeven 8 uur, terwijl men aldaar zeker bij volle en nieuwe maan geen bepaald uur voor den tijd van hoogwater zal vinden en — als men dien wil afleiden uit de berekende constanten d.i. met abstraheering van de enkeldaagsche getijden en strikt overeenkomstig de definitie van het havengetal — veeleer 6.4 uur zou gevonden worden.

Nog onjuister is de opgave $2^u\ 30^m$ voor de Gasperstraat, waar het maansgetij geheel en al verdwijnt en dus van havengetal, zelfs in theoretische beteekenis, geen sprake kan zijn, terwijl deze opgave ook geen verband houdt met het enkeldaagsch getij; en even onjuist als die van 8 tot 10 uur voor Bawean, van 10 uur voor Batavia en $4^u\ 40^m$ voor Makasser, waarbij op de meest zonderlinge wijze de kappagetallen der enkeldaagsche getijden zijn gegeven onder een daarbij in 't minst niet passende definitie; op geen dier plaatsen zal men ooit — behalve op twee datums van de 365 per jaar — hoogwater op die uren vinden „by full and change" om de eenvoudige reden dat er geen havengetal bestaat.

Over dit gebrek aan kritiek bij de opgave moet men zich des te meer verwonderen, omdat in de inleiding tot dit periodiek door de Admiralty uitgegeven werk een „*Treatise on Tides*" van WHEWELL herdrukt is waarin, sub 12, pag. IX, uitdrukkelijk tegen het opnemen van dergelijke getallen gewaarschuwd wordt:

„But if the tides are very irregular, this is not the „case and then the establishment of the place is of no „use, or, rather, there is no proper establishment."

In dezen volzin moet de qualificatie „irregular" vertaald worden eer door de uitdrukking ongewoon of niet-reglementair dan door onregelmatig.

Soortgelijke begripsverwarringen worden ook gevonden in de beide andere bovengenoemde almanakken; in beide komen onder de benaming „havengetallen" tijdsopgaven voor die gedeeltelijk klaarblijkelijk onjuist zijn, gedeeltelijk volstrekt geen havengetallen zijn, omdat zij geen vast verband aangeven tusschen den stand der maan en den tijd van hoogwater.

Minder vergeeflijk dan deze onjuistheden is de wijze waarop in deze beide almanakken zelfs de geographische ligging wordt aangegeven, die in den Engelschen almanak althans juist is.

Zoo wordt b. v. in het extrait" Amboina gerekend in de Chineesche zee te liggen, en wordt in de Gezeitentafeln bijna geheel de Archipel van of Krakatau tot aan Banda gerangschikt onder het hoofd „Gasparstrasse."

Dat in de Gezeitentafeln hier en daar is bijgevoegd dat slechts één getij voorkomt in het etmaal en dat het gegeven getal alleen geldt voor den Oost- of Westmoesson, strekt niet tot verduidelijking, omdat dan ook het hoofd „Hafenzeit" ipso facto alle beteekenis verliest, de moessons niets met de getijden hebben uit te staan en bovendien deze op het getij K_1 betrekking hebbende getallen zelfs onder dit voorbehoud niet dezelfde zullen zijn voor nieuwe en volle maan; bij het enkeldaagsch getij toch verloopt in de 14 dagen, die tusschen beide phase liggen, de tijd van hoogwater altijd een vol uur.

Uit deze beschouwingen moge blijken, dat het op dit oogenblik niet mogelijk zou zijn uit de meest officieele bronnen gegevens te putten voor het verbeteren van WHEWELL's kaart van „cotidal lines" en dat dus die kaart zelve niet voldaan heeft aan de verwachtingen die men zich daarvan heeft gemaakt.

Het is dus niet te verwonderen, dat DARWIN in het bovengenoemd artikel in de Encyclopedia Britannica slechts een kort hoofdstuk aan deze quaestie wijdt en dat Prof. PETERS in de jongste editie (1894) VAN Joh. MÜLLER's „Lehrbuch der kosmischen Physik" WHEWELL's kaart van „Isorachiën" — zooals de lijnen van gelijke havengetallen dikwerf worden genoemd — niet overgenomen heeft, schoon zij door MÜLLER in de drie eerste uitgaven was gegeven en zeer zeker in een dergelijk werk te huis behoort.

De havengetallen zijn derhalve te beschouwen als grootheden die, qua definitione, ongeschikt zijn om tot gegevens te dienen voor het ontwerpen eener kaart; slechts op enkele plaatsen hebben de gegeven havengetallen die waarden

welke men er gewoonlijk aan hecht, en op de meeste plaatsen bestaat een eigenlijk havengetal niet, zoodat èn de definitie niet scherp, èn ten gevolge daarvan de waarneming onjuiste gegevens levert.

Slechts door toepassing van de methoden der analyse en statistiek kunnen vergelijkbare constanten berekend worden, die geschikt zijn om in kaart gebracht te worden en deze methoden leiden bovendien ook dan tot zuivere bepalingen als de grootheden zelve zoo klein zijn, dat zij in de praktijk aan de oppervlakkige waarneming ontsnappen; de berekening der zeer kleine M_2 getijden in de Java- en Chineesche zee, eene berekening die, zooals uit de hier bijgevoegde kaarten duidelijk blijkt, juist is, ook al bedraagt de amplitude minder dan 5 c. M., moge tot bewijs dezer stelling dienen.

Alleen voor Britsch Indië vindt men in de „Tide tables or the Indian ports" gegevens voor „cotidal lines" in den juisten zin van het woord, nl. kappagetallen en amplituden voor elk partieel getij afzonderlijk berekend uit exacte gegevens verkregen met behulp van goed gecontroleerde zelfregistreerende instrumenten; hoogst waarschijnlijk zullen derhalve voor de kusten van Voor- en Achter-Indië binnen korten tijd kaarten van „cotidal lines" het licht zien.

De in Britsch-Indië gevolgde methode van waarnemen echter brengt, bij groote voordeelen, ook nadeelen mede, die bij de beschouwing van deze problemen sterk op den voorgrond treden; voor kaarten van gelijke kappagetallen is het natuurlijk wenschelijk dat het aantal stations, waarvoor gegevens bekend zijn, zoo groot mogelijk zij; er blijven toch altijd nog genoeg lacunen over, die met hypothesen moeten worden aangevuld.

De opstelling van zelfregistreerende instrumenten echter is beperkt tot enkele gunstig gelegen plaatsen en bovendien zijn de kosten daaraan verbonden te zwaar en de moeiten van contrôle en bediening te groot, dan dat het mogelijk zou zijn zeer vele stations op te richten.

In de Nederlandsch-Indische zeeën, waar de meest gewenschte stations afzonderlijk gelegen riffen zijn en over 't algemeen de gelegenheden tot het plaatsen van zelfregistreerende instrumenten hoogst ongunstig moeten genoemd worden, zou zeker op deze wijze het beoogde doel nimmer bereikt kunnen worden.

Dit bezwaar treedt bij de methode van waarneming, die in Nederl.-Indië gevolgd is, nl. observatie op enkele bepaalde uren daags, geheel en al op den achtergrond, daar overal, waar het eenigszins mogelijk is een peilschaal op te stellen, een station kan opgericht worden, en noch met kosten, noch met gebrek aan deskundig toezicht rekening behoeft gehouden te worden.

Natuurlijk gaat dit voordeel gepaard met een nadeel, maar het eerste is grooter dan het laatste.

Wanneer men nl. de eerste dezer studiën — de bewerking der waarnemingen te Tjilatjap verricht — opslaat, dan zal men zien dat er minstens 21 afzonderlijke partieele getijden aangenomen kunnen worden en dat er dus, strikt genomen, even zoovele kaarten van kappagetallen zouden moeten ontworpen worden.

Zoowel uit de theorie als uit de resultaten der waarnemingen echter blijkt dat dit niet noodig en dus ook niet wenschelijk is; men kan nl. in de partieele getijden drie groepen onderscheiden, waarvan de leden blijkbaar bij elkander behooren, m.a.w. ongeveer gelijke of liever gelijk verloopende kappagetallen vertoonen en zich dus op analoge wijze voortplanten.

Wel zijn de kappagetallen b.v. van S_2 anders dan die van M_2, maar — en dit geldt vooral voor een beperkt gedeelte van 't aardoppervlak — hun verschil is meestal constant en de kaarten zullen derhalve gelijke bijzonderheden vertoonen voor S_2 als voor M_2 en ook voor N en de verschillen mogen als grootheden van de tweede orde aangemerkt en dus verwaarloosd worden.

Dezelfde bemerking geldt de beide enkeldaagsche getijden K_1 en O: het kappagetal van O is bijna overal kleiner dan dat van K_1, maar in hunne veranderingen houden beide getijden gelijken tred en de uitzonderingen, die hierop bestaan, kunnen voorloopig tot nader orde terzijde gesteld worden.

Wat betreft de perioden van korten duur zal het dus voldoende zijn indien kaartjes worden ontworpen van de getijden M_2 en K_1, de grootste en meest invloedrijke respectievelijk der dubbel- en enkeldaagsche getijden.

Dit nu kan voor de Ned-Indische binnen-zeeën even goed en spoedig geschieden bij de aangenomen methode van observatie als voor Britsch-Indië; maar voor de derde kaart, nl. die der perioden van langen duur — Mm, Mf, en Msf — zijn de gegevens verzameld met behulp van goed gecontrôleerde zelfregistreerende instrumenten te verkiezen boven die verkregen door waarneming op enkele uren.

Zelfs dan als de gegevens volledig zijn is de berekening van de constanten dezer getijden van langen duur eene moeilijke en tijdroovende zaak, maar als slechts op enkele uren daags is waargenomen, neemt die moeite nog toe omdat het eerst met behulp van vrij uitvoerige berekeningen mogelijk is ware daggemiddelden te verkrijgen.

Het is echter *mogelijk* om, als de peilschaal steeds op dezelfde plaats is opgesteld gebleven, de constanten dezer getijden te berekenen en schoon hier deze derde kaart niet gegeven wordt wegens de genoemde moeilijkheden, de gegevens er voor blijven aanwezig en hunne bewerking is eene quaestie van tijd.

Het zal ook dan nog de vraag blijven of het voor een beperkt oppervlak der moeite waardig zal zijn zulk eene kaart te teekenen; hoe langer toch de periode, hoe minder de veranderlijkheid en het zou mogelijk zijn dat het bij nader onderzoek bleek dat die veranderlijkheid alleen duidelijk uitkwam in kaarten voor het geheele aardoppervlak; deze getijden zijn bovendien klein van amplitude, voor de praktijk van geen belang, en alleen van waarde voor het wetenschappelijk onderzoek.

Van de jaarlijksche en halfjaarlijksche getijden Sa en Ssa

behoeft hier niet gesproken te worden; uit de in vorige studiën gepubliceerde resultaten der berekeningen blijkt duidelijk dat het moeilijk zal zijn voor deze oneigenlijke meteorologische getijden vaste constanten te vinden, tenzij dan uit zeer lange waarnemingsreeksen en bovendien dat het eindresultaat weinig meer geeft dan de kennis van het feit of hoogwater voorkomt in den eenen of in den anderen moesson, en hiervoor is het resumeeren der feiten in woorden doelmatiger dan in kaarten.

Uit deze beschouwingen volgt dat, wat niet voorbarig genoemd mag worden als men te doen heeft met de constanten der getijden M_2 en K_1, deze qualificatie wel zou kunnen verdienen zoodra het getijden betreft van langen duur.

Dezelfde reden die er toe geleid heeft om in de vorige studiën alleen met de voornaamste partieele getijden rekening te houden, en de berekening der kleine getijden van lange periode tot later uit te stellen, gelde ook nu als verontschuldiging voor het niet-geven eener derde kaart.

Ofschoon voor de Javazee en het zuidelijk deel der Chineesche zee, voorzooverre deze tot het Ned.-Indisch gebied behoort, zich bij het inteekenen der kromme lijnen verschillende problemen voordoen, wier beantwoording vooralsnog achterwege moet blijven, omdat de gegevens nog niet talrijk genoeg zijn, mag het geven van kaartjes voor deze streken toch zeker niet voorbarig heeten; eerstens omdat het aantal gegevens relatief reeds vrij groot is, grooter dan voor andere zeeën, ten tweede omdat reeds op zóóvele plaatsen is waargenomen dat van vermeerdering der stations in deze zeeën alleen toeneming der detail-kennis, niet van het algemeen inzicht in het mechanisme te verwachten is, in de derde plaats omdat deze kaarten, meer dan cijfers alleen, er toe zullen bijdragen eene juistere kennis en opvatting van de getijden in deze zeeën te verbreiden onder diegenen, wier betrekking het medebrengt dat zij in deze problemen belangstellen, en in de vierde plaats eindelijk, omdat uit dergelijke kaarten terstond blijkt wat er nog aan die kennis ontbreekt, zoodat maatregelen genomen kunnen worden tot aanvulling waar dit mogelijk is.

De waarde eener later uit te geven aldus verbeterde kaart zal dan des te beter begrepen worden omdat door de eerste uitgave de algemeene begrippen reeds ingang gevonden hebben.

§ 2. Zooals hierboven reeds werd opgemerkt, zijn tot nu toe onder den zeer juisten en ook welluidenden naam van „cotidal lines" verstaan die lijnen die de punten van gelijke havengetallen vereenigen.

Deze benaming kan natuurlijk zonder bezwaar ook toegekend worden aan de lijnen, die de punten van gelijke kappagetallen der partieele getijden verbinden, mits dan steeds er bijgevoegd worde, op welk getij zij betrekking hebben.

Overal echter waar onderwerpen van internationaal belang worden behandeld is het wenschelijk eene generieke benaming in te voeren die, afgeleid van algemeen bekende latijnsche of grieksche woorden, ook overal begrepen en in dezelfde beteekenis opgevat zullen worden.

De benaming *Isorachiën*, voor 't eerst voorgesteld in de vertaling van WHEWELL's verhandeling in „Berghaus' Physikalische Atlas", kan hiervoor moeilijk gebezigd worden; eerstens omdat deze uitdrukking nu eenmaal vast verbonden is aan lijnen van gelijke *havengetallen*, zoodat hiermede bedoeld wordt, dat men den tijd van het werkelijk voorkomen van hoogwater er terstond uit kan afleiden, en met het nieuw ingevoerde juistere begrip van kappagetallen ook een nieuwe naam moet geassocieerd worden; in de tweede plaats omdat de naam *Isorachiën* zoo onwelluidend mogelijk is en ook niet geheel juist. Het woord „Isorachiën" toch is afgeleid van ἴσος, — gelijk in waarde, getal of beteekenis — en ῥαχία, vloed, zoodat de beteekenis is: gelijk van vloed, terwijl de bedoeling in geenen deele is dat deze lijnen plaatsen zouden verbinden waar het water, bij vloed, even hoog stijgt, maar die waar de phase dezer golven gelijk zijn, zoodat veeleer het adverbium ὁμοῦ, dat *gelijktijdig* beteekent, dan het adjectief ἴσος in de woordvorming verdient opgenomen te worden.

Als derde argument om de benaming „Isorachiën" voor de lijnen van gelijke kappagetallen geen burgerrecht te verleenen, kan nog aangevoerd worden het feit dat, in de sedert de voorstelling verloopen 60 jaren, dit woord zich inderdaad geen burgerrecht heeft weten te veroveren, evenmin trouwens als het niet minder onwelluidende woord „homopleroten" dat men in de derde editie van MÜLLER's Kosmische Physik vermeldt vindt, terwijl eindelijk bij de nieuwe opvatting van de beteekenis dezer lijnen, het begrip „vloed" niet essentieel is; elk getij toch, hoe gering ook van intensiteit, heeft zijne „cotidal lines" maar de al of niet aanwezigheid van „vloed" hangt af òf van het het grootste getij òf van eene combinatie der verschillende partieele getijden.

Noch AIRY, noch DARWIN maken van een dezer kunsttermen gebruik en op alle deze gronden mag het dus niet als onbescheiden of ontijdig beschouwd worden, indien bij de publicatie van de eerste kaartjes van deze soort van „cotidal lines" eene nieuwe algemeene benaming wordt voorgesteld nl. „homokumenen", afgeleid van ὁμοῦ gelijktijdig, en κῦμα golf, zoodat de beteekenis kan weergegeven worden door lijnen van gelijktijdige golving.

Nog eene bemerking, een algemeen begrip betreffende, moge in deze paragraaf eene plaats vinden.

Bij de discussie der kaartjes wordt nl. herhaalde malen gesproken van interferentie en van vernietiging ten gevolge daarvan van getijgolven; het is bijna niet mogelijk, om wanneer men dergelijke vrij samengestelde begrippen als „interferentie" in eene praktische verklaring bezigt, zich voortdurend volkomen correct uit te drukken zonder telkens in langwijlige omschrijvingen te vervallen en het is dus wenschelijk om vooraf uiteen te zetten wat met deze uitdrukkingen bedoeld wordt.

Stellen wij ons voor een kanaal van oneindige lengte waarin, in tegenovergestelde richtingen, twee golven zich voortplanten van gelijke periode; wanneer men dan geene rekening houdt met wrijving, zoodat de beweging niet en nergens vermindert, en men noemt de verandering der phase in de eenheid van tijd n, de periode derhalve

$$T = \frac{2\pi}{n}$$

de golflengte, d. i. den afstand tusschen 2 punten van gelijke phase of den afstand afgelegd in den tijd T der periode, l, en stelt door C en C′ voor de phasen van de beweging der beide golven ieder op zich zelf beschouwd op den aanvangstijd, dan vindt men voor de samengestelde beweging de uitdrukking

$$A \cos\left(n t - \frac{2\pi x}{l} - C\right) + A \cos\left(n t + \frac{2\pi x}{l} - C'\right)$$

Hierbij is tevens gemakshalve aangenomen dat de amplituden der beide golfbewegingen gelijk zijn.

Deze uitdrukking kan tot den eenvoudigen vorm teruggebracht worden:

$$2\ A \cos\left(\frac{2\pi x}{l} + \frac{C - C'}{2}\right) \cos\left(n t - \frac{C + C'}{2}\right)$$

Hieruit blijkt dat het resultaat der samenwerking of interferentie is, dat eene staande golf wordt te weeg gebracht, waarbij alle waterdeeltjes om een evenwichtspunt oscilleeren in dezelfde periode als die der beide oorspronkelijke golven en met eene phase die de gemiddelde is tusschen die door elke golf afzonderlijk veroorzaakt; deze laatste gevoltrekking geldt natuurlijk alleen in de onderstelling dat de oorspronkelijke amplituden gelijk zijn; is dit niet het geval, dan is de resulteerende phase dichter gelegen bij die welke overeenkomt met de golf die optreedt met de grootste amplitude; de eerste conclusie echter, dat de periode der resulteerende golf dezelfde blijft is onafhankelijk van elke praemis betreffende de amplituden.

Terwijl echter bij elke golf afzonderlijk beschouwd, ieder deeltje een gelijken uitslag A heeft, is bij de samengestelde golving de amplitude afhankelijk van den afstand tot den oorsprong.

De amplitude is nul, d. i. er ontstaat een knoop, voor die punten waarvoor

$$\frac{2\pi x}{l} + \frac{C - C'}{2} = \frac{\pi}{2}$$

of

$$x = \frac{C' - C}{4\pi}\, l + \frac{l}{2}$$

en de amplitude is 't grootst en wel 2 A voor die punten waarvoor

$$\frac{2\pi x}{l} + \frac{C - C'}{2} = 0$$

of

$$x = \frac{C' - C}{4\pi}\, l$$

eene waarde die, 't geen ook natuurlijk is, eene halve golflengte verschilt van die der knooppunten; van vernietiging ten gevolge van interferentie kan dus eigenlijk niet gesproken worden, ten minste niet in algemeenen zin, daar aan beide zijden van het punt waar de amplitude nul is op eene halve golflengte afstand een punt te vinden is, waar de amplitude dubbel zoo groot is. Plaatselijk echter kan van zulk eene vernietiging ten gevolge van interferentie sprake zijn.

Wanneer dus twee even sterke getijgolven M_2, waarvan de periode 12.4 uren bedraagt, elkander ontmoeten, dan zal ergens de amplitude verdwijnen of ten minste zeer klein worden, maar op afstanden, die gemeten worden door den weg afgelegd in 6.2 uren, zullen daarentegen bijzonder groote amplituden optreden.

Voor het K_1 getij echter, waarvan de periode ongeveer 24 uren is, zullen die punten bijna tweemaal zoover verwijderd zijn van het punt van vernietiging, vooropgesteld dat de voortplantingssnelheid voor beide golven dezelfde is, 't geen het geval is in ondiepe zeeën.

Zooals uit de formule blijkt komt in de resulteerende golf de afstand x niet meer voor in de met den tijd periodieken cosinusterm m. a. w. deze golf, schoon het product van twee vrije golven, maakt niet meer het effect eener zich voortplantende golf, waar de phase op een bepaalden tijd met den afstand verandert, maar deze zou dezelfde zijn op een bepaald tijdstip langs den geheelen afstand x, als niet de amplitude voor de helft dezer lengte negatief werd. Stellen wij b. v. eenvoudigheidshalve C = C′, dan vinden wij dat hoogwater op denzelfden tijd nl. te

$$t = \frac{C}{n} \text{ uur}$$

optreedt langs den afstand

$$x = 0 \text{ tot } x = {}^1/_4\ l$$

en eveneens langs den afstand

$$x = {}^3/_4\ l \text{ tot } x = l$$

terwijl dan laagwater voorkomt langs den geheelen weg

$$x = {}^1/_4\ l \text{ tot } x = {}^3/_4\ l$$

voor deze waarde van x toch wordt de amplitude negatief, maar daar dit begrip niet bestaanbaar is met de definitie van amplitude als uitslag, moet dit opgevat worden alsof alle negatieve waarden in positieve veranderd zijn en tevens de phase met 180° vermeerderd of verminderd is, 't geen natuurlijk hetzelfde effect te weeg brengt.

Bij eene dergelijke staande golf kunnen dus geene „cotidal lines" geteekend worden, het begrip toch dezer lijnen is gebaseerd op dat eener zich voortplantende golf en eene staande golf plant zich niet voort.

Als zich ergens in werkelijkheid een toestand voordeed als de in dit voorbeeld aangenomene, dan zou men b. v. voor het getij K_1 langs een zekeren afstand overal gelijktijdig hoogwater vinden met naar de eindpunten afnemende amplitude, en daarna aan weerszijden over een gelijken afstand, op denzelfden tijd laagwater.

Eene lijn 14 uur zou dus zonder overgang gevolgd worden door eene lijn 2 uur; maar deze discontinuiteit in tijd zou slechts schijnbaar zijn, omdat de amplitude den regel „natura non facit saltus" zou bevestigen.

Wanneer echter de amplituden der beide interfereerende

golven niet even groot zijn, dan ontstaat er eene resulteerende golfbeweging, die niet aan de definitie van eene staande golf voldoet, omdat dan de phase afhankelijk blijft van den afstand en de wijze waarop de amplituden en de phasen langs den afstand l veranderen hangt nu geheel en al af van de verhouding dier beide amplituden.

Deze beschouwingen mogen voldoende zijn om aan te toonen, dat daar waar twee golven elkander ontmoeten, de „cotidal lines" op allerlei, waaronder de meest zonderlinge, wijzen op elkander kunnen volgen en dat het derhalve in 't algemeen niet mogelijk is om in eene kaart tusschen twee punten, waarvoor dit geval zich blijkbaar voordoet, volgens bepaalde principes het verloop der lijnen aan te geven en dit wordt, a fortiori, nog onmogelijker wanneer meer dan twee golven elkander kruisen.

Nog een geval moge hier theoretisch behandeld worden omdat dit eene toepassing kan vinden bij de beschouwing der kaarten en eene verklaring geven van een overigens onverklaarbaar feit.

De in het vorige voorbeeld gestelde praemis, nl. dat de beide golven onverzwakt door elkander loopen, doet zich in werkelijkheid nooit voor; door wrijving, zoowel als tengevolge van verspreiding, zullen de amplituden steeds kleiner worden en hierdoor wordt het probleem nog gecompliceerder.

Stellen wij, dat bij het punt $x = o$ eene golf aankomt van de amplitude H en de phase C (op den tijdsaanvang), dat, bij het punt $x = l$ = golflengte, het water de golfbeweging volgt gekenmerkt door de amplitude h en de phase C′ en dat beide amplituden zoodanig continue verminderen, dat zij op den afstand l geheel verdwenen zijn.

De amplituden zijn dan functies van den doorloopen afstand en kunnen voorgesteld worden door de uitdrukkingen

$$H\left(1-\frac{x}{l}\right) \text{ en } h\frac{x}{l}$$

de resulteerende golf derhalve door

$$H\left(1-\frac{x}{l}\right)\cos\left(nt-\frac{2\pi x}{l}-C\right) + h\frac{x}{l}\cos\left(nt+\frac{2\pi x}{l}-C'\right)$$

Deze uitdrukking kan vervangen worden door de formule

$$M\cos(nt-N)$$

waarin — als ter vereenvoudiging $C = C' + 180°$ gesteld wordt — de grootheden M en N bepaald worden door de vergelijkingen:

$$A\cos\frac{2\pi x}{l} + B\sin\frac{2\pi x}{l} = M\cos N$$

$$D\cos\frac{2\pi x}{l} + E\sin\frac{2\pi x}{l} = M\sin N$$

$$A = \left(H - H\frac{x}{l} - h\frac{x}{l}\right)\cos C$$

$$-B = \left(H - H\frac{x}{l} + h\frac{x}{l}\right)\sin C$$

$$D = \left(H - H\frac{x}{l} - h\frac{x}{l}\right)\sin C$$

$$E = \left(H - H\frac{x}{l} + h\frac{x}{l}\right)\cos C$$

of, indien wij, om een voorbeeld te nemen ter berekening, nog stellen

$$h = \tfrac{1}{2}H,$$

$$A = H\left(1 - 3/2\,\frac{x}{l}\right)\cos C$$

$$B = -H\left(1 - 1/2\,\frac{x}{l}\right)\sin C$$

$$D = H\left(1 - 3/2\,\frac{x}{l}\right)\sin C$$

$$E = H\left(1 - \tfrac{1}{2}\,\frac{x}{l}\right)\cos C$$

Bepaalt men nu, door aan x achtereenvolgens de waarden

$$o\quad \frac{l}{24}\quad \frac{2l}{24}\quad \frac{3l}{24}\quad \ldots\ldots\ldots\ldots\quad \frac{24}{24}l$$

te geven, de waarden der amplituden en argumenten voor deze equidistante punten, dan vindt men als bovendien C = o gesteld wordt,

$$A = H\left(1 - 3/2\,\frac{x}{l}\right),\quad B = 0$$

$$D = 0\quad E = H\left(1 - \tfrac{1}{2}\,\frac{x}{l}\right)$$

Het toekennen dezer bepaalde waarde aan C, de phase bij het aanvangspunt, doet aan de quaestie zelve weinig af, omdat C eene willekeurige grootheid is; de wijze waarop de homokumenen verloopen verandert met de waarde die men aan C toekent, zoodat deze berekening als een zeer speciaal voorbeeld moet beschouwd worden de amplituden echter zijn onafhankelijk van de waarde pdie C heeft.

De resultaten der berekening zijn gegeven in de volgende tabel:

Tabel I.

x	Amplitude	Argument hoekwaarde	Argument in uren	Verschillen
0	**1.00** H	0	0.0	—
1	0.94	16	1.1	1.1
2	0.90	33	2.2	1.1
3	0.90	49	3.3	1.1
4	0.88	65	4.3	1.0
5	0.90	79	5.3	1.0
6	0.88	90	6.0	0.7
7	0.85	100	6.7	0.7
8	0.77	109	7.3	0.6
9	0.67	118	7.9	0.6
10	0.52	129	8.6	0.7
11	0.35	144	9.6	1.0
12	0.25*	180	12.0	2.4
13	0.27	225	15.0	3.0
14	0.38	254	16.9	1.9
15	0.48	265	17.7	0.8
16	0.58	270	18.0	0.3
17	**0.63**	268	17.9	— 0.1
18	**0.63**	270	18.0	0.1
19	0.58	267	17.8	— 0.2
20	0.52	257	17.1	— 0.7
21	0.46	241	16.1	— 1.0
22	0.44*	219	14.6	— 1.5
23	0.44*	197	13.1	— 1.5
24	0.50	180	12.0	— 1.1

De eerste kolom geeft aan de afstanden van den oorsprong der coördinaten, uitgedrukt in 24ste deelen der golflengte, de tweede de amplitude der golfbeweging in deelen van H, de derde het argument of, als men wil, het kappagetal; in de vierde kolom vindt men deze waarde in uren, verkregen na deeling door 15°, de aangenomen verandering per uur; in de laatste kolom eindelijk de verschillen tusschen deze tijden van hoogwater voor de elkander opvolgende waarden van x.

Uit deze tabel blijkt dat twee maxima der amplituden gevormd worden, de een op afstand 0, de ander op afstand 17.5 en dat eveneens twee minima ontstaan: het hoofdminimum met slechts 0.25 H. op afstand 12 en een secundair minimum tusschen de afstanden 22 en 23.

Van nog meer gewicht is de wijze waarop de argumenten veranderen; het is nl. duidelijk dat de „cotidal lines," indien men deze lijnen in kaart wilde brengen, des te verder uit elkander zullen liggen naarmate de de verschillen in de laatste kolom kleiner zijn en des te meer opeen gedrongen naarmate deze verschillen grooter zijn.

De sterkste ophooping der homokumenen wordt gevonden usschen de afstanden 11 en 14, daar waar de amplituden het kleinst zijn. Op afstand 11 toch is het hoogwater te 9.6 uur en daar op afstand 12 hoogwater invalt te 12 uur, komen de homokumenen 10 en 11 te liggen tusschen deze beide punten; tusschen de afstanden 12 en 13 liggen de homokumenen 13 en 14, zoodat hier de onderlinge afstand dezer lijnen juist $^1/_4$ van de aangenomen eenheid of $\frac{1}{96}$ van de golflengte bedraagt.

Op deze opeenhooping volgt met snellen overgang eene ruimte waar de homokumenen ver uit elkander liggen; op afstand 15 moet de lijn van 18 uur geteekend worden en op afstand 19 is er nog geen verandering in den tijd van hoogwater gekomen, eerst op afstand 20 vindt men de homokumeen 17; de afstand der lijnen 18 en 17 bedraagt dus 5 eenheden of $\frac{5}{24}$ ste deelen der golflengte en de onderlinge afstand der uurlijnen is dus 20 maal grooter dan tusschen 12 en 13.

Daar waar de amplituden een secundair minimum vertoonen, nl. voor de afstanden 22 en 23, vindt men wederom eene opeenhooping der lijnen, maar de helft minder sterk dan bij 't hoofdminimum.

Op de afstanden 8 en 9 zijn de „cotidal lines" wederom ver uit elkander gelegen, ongeveer tweemaal zoo ver als bij de afstanden 0 tot 2.

Uit dit eene voorbeeld, dat natuurlijk, door een anderen afstand tusschen de beide punten aan te nemen, door de verhouding der amplituden te veranderen en uit te gaan van andere phaseverschillen en eene andere wet van vermindering der amplituden, op ontelbare manieren gevarieerd kan worden, moge blijken, dat opeenhooping der homokumenen niet altijd een kenmerk is van vermindering der diepte, maar dat interferentie evenzeer, zoo niet meer, hiervan de oorzaak kan zijn.

Deze bemerking vindt haar grond in de te algemeen gestelde uitspraak van AIRY in „Tides and Waves" § 576.

„We may then expect that, where the cotidal lines approach closely, the magnitude of the tides will be increased."

Deze uitspraak toch is gebaseerd op het feit dat de amplitude grooter wordt als een getijgolf van diep water overgaat tot meer ondiep water, maar uit het uitgewerkte voorbeeld blijkt, dat het tegendeel kan geschieden als interferentie in 't spel is en dat dan eene opeenhooping der lijnen gepaard kan gaan met eene *vermindering* der intensiteit.

Eene tweede gewichtige gevolgtrekking, die men uit het gegeven voorbeeld kan afleiden, is deze: indien men eene enkele golf op haren weg vervolgt, dan moeten de homokumenen steeds continue verloopen, d. i. voor een dubbeldaagsch getij moeten zij achtereenvolgens alle waarden doorloopen van 0 tot 11 en daarna wederom voortgaan in dezelfde volgorde; voor een enkeldaagsch getij van 0 tot 23 en verder 0, 1, 2, enz.

Zoodra echter interferentie optreedt is dit doorloopen der homokumenen volstrekt niet noodzakelijk en kan het voorkomen dat van uit beide waarnemingsplaatsen de getallen opklimmen tot een zeker maximum, dat niet overschreden wordt.

In ons voorbeeld bedraagt dit maximum 18 uur en men zou verkeerd gedaan hebben indien men tusschen de beide stations een continue verloop van 0 het 12 of van 0 door 24 tot 12 als geinterpoleerde waarde had aangenomen.

§ 3. In kaart I zijn de homokumenen getrokken van het dubbeldaagsch maansgetij M_2; hoewel bijna overal klein en ondergeschikt aan het enkeldaagsch getij, is het toch door de methode der statistiek mogelijk geweest met juistheid de amplituden en kappagetallen te bepalen, zelfs daar waar de amplitude uiterst gering was.

Dat deze gegevens werkelijk juist zijn, blijkt in de eerste plaats uit de overeenstemming tusschen de resultaten verkregen bij de bewerking van twee onafhankelijke jaarreeksen voor die plaatsen waar gedurende twee jaren observaties verricht zijn, en in de tweede plaats uit het regelmatig verloop der homokumenen ook in de Javazee, waar, voor Bawean, de Karimon Djawa Eilanden, Arisbaija, Oedjong Pangka en Semarang de eerste en beste vorm van kritiek niet kon toegepast worden.

De kappagetallen, zooals die in de vorige studiën gegeven zijn, hebben betrekking op localen tijd en zijn dus onderling niet vergelijkbaar.

Stellen wij b. v. het geval dat voor „de Bril" en Batavia gelijke kappagetallen gevonden waren, dan zou hieruit volgen, dat op beide plaatsen hoogwater van dit getij voorkomt evenveel tijd na den doorgang der fictieve ster — een gemiddelde maan — door den meridiaan der plaats. Daar nu het lengteverschil tusschen Batavia en „de Bril" ruim 12° bedraagt, gaat de maan bij laatst-

genoemde plaats 48 minuten vroeger door den meridiaan dan te Batavia en, waren de kappagetallen dezelfde, dan zou het in absoluten tijd toch bij „de Bril" 48 minuten vroeger hoogwater zijn dan bij Batavia, zoodat beide plaatsen niet door eene homokumene lijn vereenigd zouden mogen worden.

Ten einde hen geschikt te maken voor het inteekenen in eene kaart, moeten dus alle kappagetallen van alle getijden, enkel- en dubbeldaagsche, voor verschil in lengte gecorrigeerd worden, eene correctie die een uur bedraagt voor elk verschil van 15°.

In de volgende opgave — tabel II — der exacte gegevens die op dit oogenblik voor het getij M_2 beschikbaar zijn en voor het teekenen eener kaart kunnen gebruikt worden, zijn daarom de kappagetallen gereduceerd tot Batavia tijd; die der oostelijk gelegen plaatsen door aftrekking, der westelijke door optelling, terwijl tevens gemakshalve de resultaten in uren zijn opgegeven.

In de eerste kolom zijn de namen der plaatsen, in de tweede de tijd gedurende welken is waargenomen, in de derde de amplitude en in de vierde het kappagetal in uren gegeven.

De ligging der plaatsen vindt men in de vorige studiën vermeld, behalve die van Baros, Goenoeng Sitoli, Siboga en Natal op Sumatra's Westkust, residentie Tapanoeli, van Donggala, gelegen in straat Makasser op de Westkust van Celebes, van Taroena op Sangi, benoorden Menado, van Lirong op de Talauer-eilanden eveneens benoorden Menado en van Gamsoengi op de punt van de meest oostelijke landtong van Halmaheira.

Tabel II.

Amplituden en Kappagetallen van M_2 gecorrigeerd op Batavia-tijd.

			c.m.	uren.
1	Baros	1 jaar	26.7	6.0
2	Goenoeng Sitoli	181 dagen	20.6	6.0
3	Siboga	1 jaar	7.4	6.7
4	Natal	183 dagen	17.7	6.7
5	Ajerbangies	2 jaar	25.4	6.0
6	Padang	183 dagen	34.1	6.5
7	Tjilatjap	3 jaar	50.0	8.5
8	Java's 4e punt	2 jaar	22.5	7.3
9	Duizend Eilanden	1 jaar	0.8	9.2
10	Edam	1 jaar	4.9	10.1
11	Tandjong Priok	3 jaar	4.9	12.0
12	Boompjes Eiland	2 jaar	11.9	11.0
13	Karimon Djawa	1 jaar	2.1	8.3
14	Semarang	1 jaar	4.7	9.6
15	Bawean	8 maanden	3.9	2.1
16	Oedjong Pangka	1 jaar	3.0	4.2
17	Arisbaija	1 jaar	2.3	3.2
18	Soerabaija	1 jaar	44.3	11.7
19	Sembilangan	4 jaar	18.0	11.9
20	Karang Kleta,	1 jaar	59.3	11.4

Tabel II.

Amplituden en Kappagetallen van M_2 gecorrigeerd op Batavia-tijd.

			c.M.	uren.
21	Gading	1 jaar	59.2	11.5
22	Pasoeroean	1 jaar	59.6	11.3
23	Zwaantjes-droogte	2 jaar	45.3	11.1
24	Poeloe Sapoedi	2 jaar	27.8	11.1
25	Meinderts-droogte	2 jaar	24.8	10.8
26	De Bril	2 jaar	20.2	11.8
27	Makasser	306 dagen	3.4	0.0
28	Kotta-baroe	2 maanden	37.0	4.8
29	Donggala	1 jaar	12.8	5.0
30	Singapore	1 jaar	79.3	10.5
31	Tandjong-kalean	2 jaar	22.8	6.5
32	Poeloe Besar	2 jaar	22.8	5.8
33	Poeloe Langkoeas	2 jaar	0.0	—
34	Ondiepwater-eiland	2 jaar	7.9	2.1
35	Soekadana	1 jaar	10.4	11.2
36	Pontianak	1 jaar	11.5	5.7
37	Pemangkat	1 jaar	27.7	3.7
38	Gamsoengi	1 jaar	15.6	3.4
39	Taroena	153 dagen	54.0	5.1
40	Lirong	164 dagen	39.9	4.6

Van deze 40 plaatsen, voor welke de constanten van het getij M_2 goed bekend zijn, zijn de 6 plaatsen onder de nummers 18—23 gerangschikt te dicht bij elkander gelegen om voor eene kaart van kleine afmetingen gebruikt te kunnen worden, terwijl de nummers 38, 39 en 40 buiten de aangenomen grenzen der kaart liggen, zoodat er 31 bruikbare gegevens overblijven, die in de kaart zijn ingeteekend.

De kappagetallen of uren gebruikt voor de homokumenen in straat Malakka geteekend, zijn ontleend aan opgaven voorkomende in de „Hydrographische mededeelingen." uitgegeven door het Hydrographisch Bureau te Batavia. Als exacte gegevens berekend uit een groot getal waarnemingen, kunnen deze opgaven dus niet beschouwd worden, maar daar in deze zee het dubbeldaagsch getij overheerschend is, mogen zij als ongeveer juist aangenomen worden en kunnen zij dienen als illustratie van de wijze waarop deze getijgolf zich langs Sumatra's Oostkust voortplant.

In de kaarten zijn de plaatsen waar waarnemingen verricht zijn, door puntjes aangegeven, de getallen bij de plaatsen tusschen haakjes gesteld geven de amplitude aan, die bij de „cotidal lines" de uren.

Beschouwen wij nu de kaart en de tabel, dan blijkt dat de verschillende getijgolven van M_2, die van alle zijden de Chineesche en Javazee binnendringen, allen vrij groote amplituden vertoonen. Bij Singapore bedraagt de amplitude 79, bij Pemangkat 28, in Straat Soenda 22.5, tegenover straat Bali bij Meindertsdroogte 25 cm. terwijl uit straat Makasser een getijgolf stamt die bij Kottabaroe eene amplitude vertoont van

37 cm.; nergens is het M_2 getij eene grootheid, die ten van het enkeldaagsch getij op den achtergrond opzichte treedt.

De tot nu toe aangenomen hypothese, dat de merkwaardige enkeldaagsche getijden der Chineesche- en Javazee het gevolg zouden zijn van eene uit de noordelijke Chineesche zee stammende en dit karakter dragende getijgolf is dus onhoudbaar; de oorzaak van het verdwijnen, of ten minste zeer klein worden der M_2 getijden moet aan eene andere en meer inwendig gelegen oorzaak geweten worden en wel aan plaatselijke opheffing ten gevolge van interferentie van twee elkander neutraliseerende golven.

Het punt, of beter het oppervlak, waar deze neutralisatie der amplituden plaats grijpt, is blijkbaar te vinden in het gedeelte der Javazee gelegen beoosten Java tusschen de kleine Soenda-eilanden en de Zuidwestelijkste punt van Celebes; door de straten die de eilanden Bali, Lombok, Sumbawa, enz. scheiden, treedt eene golf in deze zee waarvan het kappagetal in ronde cijfers 11 uur is, dat tot 11.8 uur stijgt bij „de Bril".

In straat Makasser daarentegen plant zich een getijgolf voort om de Zuid, waarvan het kappagetal ongeveer 5 uur bedraagt en, daar bij dit dubbeldaagsch getij een verschil van 6 uren overeenkomt met tegengestelde phasen, moeten hier derhalve de beide golven elkanders werking geheel of gedeeltelijk opheffen.

Een punt van kleinste amplitude ligt klaarblijkelijk iets noordelijk van Makasser, waar het kappagetal nog overeenkomt met dat van de zuidelijke golf, maar waar de amplitude tot bijna nul is gereduceerd, ofschoon bij „de Bril" die amplitude nog vrij groot is. Het feit dat bij Makasser het maansgetij ongeveer verdwijnt, dat de amplitude daarvan klein is bij Donggala en daarentegen groot bij het tegenover Makassar gelegen Kotta-baroe, doet vermoeden dat de voortplanting der golven op andere wijze geschiedt langs de West- dan langs de Oostkust van straat Makassar. Een tweede punt van kleinste amplitude is te vinden bij het noordoostelijkste gedeelte van Madoera, zoodat men daar bij Sapoedi nog een vrij sterk maansgetij vindt, terwijl langs Madoera's noordkust hiervan nog slechts een spoor te vinden is, zooals blijkt uit de constanten van 't getij bij Arisbaija.

Overeenkomstig de in § 2 gegeven theoretische beschouwingen, vindt men noordelijk van deze lijn van kleinste amplitude wederom veel sterker getijden; bij Kotta-baroe is het maansgetij vrij sterk; maar de kappagetallen ondergaan den invloed van den om de noord de straat inloopende zuidelijke golf. Voorloopig ten minste, en op grond der voorhanden gegevens, laat zich op andere wijze niet verklaren waarom het kappagetal, dat bij *Taroena* 6.3 uur bedraagt, of 5.1 uur in Batavia tijd, bij Donggala en Kotta-baroe niet grooter zou zijn dan 5.0 en 4.8 uur, want de hieruit direct volgende gevolgtrekking, dat de hoofd-getij-golf zich noordwaarts zou bewegen,, kan met het oog op het intensieve M_2 getij in de Celebes-zee en den aard der beide zeeën, die straat Makassar verbindt, niet als juist aangenomen worden.

Het oostelijk deel der Java-zee, bezuiden straat Makasser, moet derhalve beschouwd worden als het centrum van waar uit eene golfbeweging zich naar het westen in de Java-zee voortplant; hoe klein ook de amplituden zijn, de homokumenen toonen duidelijk aan, dat dit inderdaad het geval is.

Welk aandeel hierbij bovendien nog hebben de direct van Borneo's Zuid-Oost punt uitgaande golven, de directe inwerking van de getij-golf die door de zuidelijke straten binnen treedt, de golving die uit de Soenda-zee stamt en eindelijk die, welke langs Borneo's Westkust om de zuid moet loopen, is hierbij niet uit te maken; als zeker mag aangenomen worden, dat alle deze invloeden zich laten gelden, maar tevens als waarschijnlijk, dat zij geen van allen overwegend zijn, 't geen blijkt uit de geleidelijke opvolging der homokumenen.

Hoe dit ook zij, het feit blijft bestaan, dat tengevolge van interferentie een uitgestrekt gebied wordt gevormd van bijna uitsluitend enkeldaagsche getijden, dat zich uitstrekt van Makasser tot aan straat Soenda en tot zoover in de Chineesche zee als de uit het noordelijk gedeelte dier zee en uit straat Malakka tredende golven dit gedoogen.

Duidelijkheidshalve is dit gebied in de kaart geschraffeerd; binnen dit terrein bedraagt de amplitude van M_2 minder dan 10 à 12 cm. en is dit getij derhalve voor de praktijk van geene beteekenis; hier is het zelfs niet direkt waarneembaar, maar alleen door berekening uit vele observaties af te leiden.

Neemt men aan, dat, niettegenstaande de boven opgesomde complicaties,, de golf mag beschouwd worden als eene zich vrij voortplantende, m. a. w., dat de complicaties eene zeer ondergeschikte rol spelen, dan mag de snelheid waarmede zich de golfbeweging voortplant afgeleid worden uit de verschillen van kappagetallen en moet het ook mogelijk zijn uit deze snelheid de diepte der zee te berekenen.

Nemen wij hiertoe de plaatsen Poeloe Sapoedi en Tandjong Priok, dan vinden wij voor een verschil in lengte van 7°383 een verschil in kappagetallen van 12.9 uren; hieruit volgt eene snelheid van 0.°5723 of 63589 meters per uur, of 17.66 meters per seconde en voor de golflengte, of den afstand doorloopen in den tijd der periode, d. i. 12.4 uur, 789.5 kilometer.

Hieruit blijkt — zelfs al beschouwt men deze getallen slechts als ongeveer juist —, dat de golflengte als oneindig groot mag beschouwd worden ten opzichte der diepte en in dat geval wordt de betrekking, die er bestaat tusschen de diepte der zee èn de snelheid van voortplanting, onafhankelijk van de golflengte en weergegeven door de eenvoudige formule

$$p = \frac{c^2}{g}$$

waarin c de snelheid van voortplanting, p de diepte en g de versnelling der zwaartekracht of 9.8 meters beduidt.

Met behulp van deze formule vindt men voor de gemiddelde diepte der Java-zee 31.8 meters of 18.68 vademen, een resultaat dat vrij wel overeenstemt met de diepte dezer zee gegeven in de Engelsche dieptekaart van 1886, waarop men in de nabijheid van Borneo's Zuidkust diepten vindt die aanmerkelijk beneden deze waarde blijven; ook in straat Karimata en het meest westelijk gedeelte der Java-zee tegenover de Sumatrakust vindt men dergelijke geringe diepten, terwijl alleen midden in zee de loodingen varieeren tusschen 20 en 40 vademen.

Waarom bij Boompjes-eiland de amplitude van het M_2 getij grooter is dan op meer oostelijk of westelijk gelegen plaatsen is moeilijk in te zien.

De bovengenoemde kaart toch wijst hier geene vermindering van diepte aan, zoodat de eenige verklaring die overblijft, deze is, dat eene langs Java's noordkust om de oost voortschrijdende golf, die zelve haar ontstaan kan hebben in straat Soenda en in straat Banka, bij Boompjeseiland interfereert — onder vergrooting der amplitude — met de om de west loopende golving, terwijl de hiermede correspondeerende plaatselijke opheffing van 't getij te vinden is bij Duizend-eilanden waar 't M_2 getij ongeveer verdwijnt.

Eene soortgelijke hypothese geeft eene voldoende verklaring van het feit dat bij Poeloe Langkoeas het getij M_2 geheel en al verdwijnt, ofschoon men wegens de vernauwing van het golfgebied eer eene vermeerdering der amplitude zou verwachten. De homokumeen toch van 12 uur loopt klaarblijkelijk langs de zuidkust van Billiton, terwijl het kappagetal op Banka's Oostkust 6 uur bedraagt.

Hier doet zich derhalve een soortelijk geval van interferentie met vernietiging van 't getij voor als bij Makasser en hierdoor is het mogelijk dat, terwijl het M_2 getij duidelijk waarneembaar is bij Poeloe Besar en bij Soekadana, dit in de daartusschen gelegen Gasparstraat verdwenen is.

Geene bevredigende verklaring kan op dit oogenblik gegeven worden van de groote kappagetallen en daarbij kleine amplituden, die uit de waarnemingen te Siboga en Natal verricht, zijn berekend; het is moeilijk in te zien hoe het kappagetal van M_2 te Baros, Goenoeng Sitoli en Ajerbangies overal 6.0 uur zou bedragen en op daartusschen gelegen plaatsen 6.6 en 6.7 uur. Siboga is gelegen in de baai van Tapanoeli en de zuidwaarts uitstekende landtong zal er zeker toe bijdragen de getijden te vertragen; ook Natal ligt in de baai van Natal, maar deze ligt zóó open, dat het zou schijnen dat hier de kappagetallen zeker niet grooter kunnen zijn dan te Ajerbangies. Meerdere waarnemingen, dan die nu beschikbaar zijn, zullen moeten uitwijzen of deze verschillen in werkelijkheid voorkomen.

Andere onzekerheden, waarop men bij de inteekening der homokumenen stuit, zijn de volgende. Het is onzeker hoe van af Baros naar Oleh-leh het verloop der lijnen genomen moet worden; naar analogie der kaart II zou men moeten aannemen dat, evenals de stroom en ook de windrichting, de getijgolf zich bij Nias in twee takken splitst, waarvan de eene om de NW de andere om de ZW langs Sumatra's kust voortschrijdt; in dit geval zijn de lijnen in kaart I niet juist geteekend, maar moet de beweging juist omgekeerd zijn.

Het is echter volstrekt niet noodzakelijk dat de getijgolf M_2 zich op dezelfde wijze voortbeweegt als de golf K_1 en de vrij groote amplitude bij Oleh-leh in aanmerking genomen tegenover de betrekkelijk kleine bij Baros en Goenoeng Sitoli, scheen het waarschijnlijker dat de beweging van noord naar zuid was.

Misschien heeft langs deze kust ook interferentie plaats van beide golven en in dat geval is het zelfs niet noodzakelijk, dat de lijnen continue doorloopen.

Observaties op eenige punten van Atjeh's Westkust, b.v. bij Melaboe en achter Poeloe Raija, zouden hieromtrent licht kunnen verspreiden.

Onzeker is ook de juiste ligging der lijn van 7 uur; in verschillende zeevaartkundige werken vindt men opgegeven als havengetal voor de Wijnkoopsbaai 5 uur en voor dat bij Patjitan 3 uur; deze getallen passen volstrekt niet in het schema van kaart I; ook hier zullen waarnemingen moeten uitwijzen of deze getallen werkelijk geheel onjuist zijn; daar op beide plaatsen het M_2 getij overheerschend is en dus het kappagetal hiervan gemakkelijk ongeveer juist te bepalen, is het moeilijk in te zien hoe men aan zulke geheel onjuiste cijfers kan gekomen zijn en is het niet meer dan voorzichtig om de zaak aan een nader onderzoek te onderwerpen.

De grootste moeilijkheid echter is, hoe tusschen Pontianak en Soekadana het verloop der homokumenen te teekenen. Hier toch ontmoeten elkander, blijkbaar met zeer korte tusschenruimte, twee golven, die ongeveer 180° verschillen.

Voor Pontianak wordt opgegeven, dat het verschil in tijd tusschen hoogwater daar ter plaatse en op de reede twee uren bedraagt; aan dit getal kan, als het resultaat waarschijnlijk meer van indruk dan van waarneming, geene groote waarde gehecht worden; in de kaart I is aangenomen dat de lijn van 5 uur hier de kust treft, maar ook dan is het onmogelijk te zeggen, hoe het verloop van 5 uur tot 11 uur bij Soekadana geschiedt. Hoogst waarschijnlijk bevindt zich tusschen beide plaatsen een punt waar geen spoor van het dubbeldaagsch getij overgebleven is, zoodat de lijn van volstrekte vernietiging van het getij M_2 dan zou loopen van de Duizend-eilanden over Poeloe Langkoeas tot aan een punt benoorden Soekadana.

Wat betreft het verloop der lijnen tusschen Singapore en Tandjong Kalean, zoo bestaat hier wel geene absolute zekerheid, maar de groote amplitude van 't getij M_2 bij Singapore maakt het zeer waarschijnlijk dat dit op de in de kaart aangegeven wijze geschiedt.

Waarnemingen van getijhoogten in den Riouw- en Lingga-archipel zullen zonder twijfel zekerheid hieromtrent kunnen verschaffen.

§ 4. De gegevens voor eene kaart der homokumenen van het enkeldaagsch getij K_1 zijn, uit den aard dier getallen, minder talrijk dan die voor getij M_2.

Voor het laatste getij toch is het mogelijk reeds uit eenige maanden waarnemens met vrij groote nauwkeurigheid het kappagetal te berekenen; voor het enkeldaagsch getij daarentegen is minstens eene volledige serie, zich uitstrekkende over één jaar, noodzakelijk; slechts met veel moeite is het mogelijk eene kortere reeks hiervoor te bewerken en alleen dan wanneer — als bij Bawean — dit enkeldaagsch getij verre de hoofdrol speelt.

In de volgende tabel zijn de op dit oogenblik beschikbare gegevens overzichtelijk bij elkander gebracht; alleen voor Kotta-Baroe en Bawean zijn waarnemingsreeksen korten dan een jaar gebezigd.

Tabel III.

Amplituden en kappagetallen van K_1 gecorrigeerd op Batavia tijd.

			cm.	uren.
1	Baros	1 jaar	13.5	21.3
2	Siboga	1 „	7.2	0.9
3	Ajerbangies	2 „	14.9	19.0
4	Tjilatjap	3 „	18.9	18.4
5	Java's 4 punt	2 „	6.0	16.0
6	Duizend Eilanden	1 „	28.1	11.0
7	Edam	1 „	16.0	9.1
8	Tandjong Priok	3 „	26.5	9.6
9	Boompjes-eilanden	2 „	15.5	6.9
10	Karimon-Djawa	1 „	23.3	23.5
11	Semarang	1 „	18.2	1.5
12	Bawean	8 maanden	43.0	21.3
13	Oedjong Pangka	1 jaar	50.6	21.3
14	Arisbaija	1 „	51.5	21.3
15	Soerabaija	1 „	46.9	20.7
16	Sembilangan	4 „	47.0	20.7
17	Karang Kleta	1 „	45.0	19.8
18	Gading	1 „	46.0	20.1
19	Pasoeroean	1 „	44.5	19.8
20	Zwaantjes-droogte	2 „	47.2	20.0
21	Poeloe Sapoedi	2 „	37.9	19.8
22	Meinderts-droogte	2 „	37.2	19.6
23	De Bril	2 „	26.9	19.1
24	Kotta-baroe	2 maanden	41.1	21.8
25	Donggala	1 jaar	39.3	19.0
26	Singapore	1 „	28 9	6.9
27	Tandjong Kalean	2 „	93.1	10.6
28	Poeloe Besar	2 „	73.8	10.3
29	Poeloe Langkoeas	2 „	60.3	9.5
30	Ondiepwater-eiland	2 „	53.2	9.3
31	Soekadana	1 „	56.7	9.5
32	Pontianak	1 „	31.7	9.6
33	Pemangkat	1 „	14.1	3.5
34	Gamsoengi	1 „	17.4	16.8

Van deze 32 goed bekende kappagetallen kunnen 7, nl. die onder nummers 14—19 gegeven en n°. 32, niet voor de kaart van „cotidal lines" gebruikt worden, zoodat er voor de inteekening 25 gegevens overblijven.

Zooals zij in Tabel III zijn ingeschreven zijn zij reeds gecorrigeerd op Batavia tijd, terwijl de tijd gerekend wordt op astronomische wijze, d.i. van af middag als 0 uur en doorgeteld tot 24, zoodat alle kappagetallen boven de 12 met vóór-, die beneden 12 met namiddag overeenkomen.

Daar in de Java- en Chineesche zee dit met sterretijd veranderend getij verre overheerschend is, heeft kaart II eene beteekenis voor de praktijk, die kaart I, voor deze zeeën althans, mist: de homokumeen 23 b.v. in de Javazee beteekent, dat langs deze lijn hoogwater wordt waargenomen te 11 uur v.m. Batavia tijd omstreeks 21 Juni, te 9 uur v.m. omstreeks 21 Juli, enz. met verschuiving van telkens 2 uren per maand, evenals de doorgangstijden eener ster door den meridiaan; omstreeks 21 December is het dan hoogwater te 11 uur n.m.

Eene dergelijke omschrijving van het karakter der getijden is natuurlijk niet meer dan eene vrij ruwe eerste benadering, evenals het gebruik van havengetallen voor plaatsen waar het dubbeldaagsch getij heerscht eene ruwe poging moet heeten om het gecompliceerde eenvoudig voor te stellen.

De wijze waarop dit getij K_1 in de Javazee ontstaat en zich voortplant, biedt verscheidene punten aan van overeenkomst, zoowel als van verschil met die van de M_2 getijden.

Bezuiden Java is het enkeldaagsch getij klein; de amplitude bij Tjilatjap bedraagt sleehts 19 cM. en het feit, dat het kappagetal bij „de Bril" 19.1 uur bedraagt, geeft aanleiding tot het vermoeden, dat de homokumeen 19 ongeveer loopt zooals in de kaart is aangegeven.

Voor Kotta-baroe is gevonden een kappagetal 21.8, zoodat men mag aannemen, dat de getijgolf K_1, die uit straat Makasser treedt, door de lijn 22 kan voorgesteld worden.

Voor Donggala bedraagt het gecorrigeerde kappagetal 19 uur, terwijl te Makasser wel langer dan een jaar is geobserveerd, maar gedurende de westmoesson-maanden de hevige stroom om de zuid eene juiste waarneming onmogelijk maakte.

Het getal is dus nog onvoldoende gecontrôleerd, want voor Kotta-baroe is het getal 21.8 slechts uit een tweetal maanden waarnemens berekend; zeker echter is het *ongeveer* juist en de conclusie alleszins gerechtvaardigd, dat de beide getijgolven, nl. die van 19 uur uit den Indischen Occean en die van 22 uur uit straat Makassar, elkander niet alleen niet tegenwerken, zooals bij de M_2 golven het geval bleek, maar elkaar versterken; voor tegenwerking toch zou, bij dit getij, een verschil in phase van 12 uur noodig zijn.

Het feit, dat de kappagetallen bij Sapoedi en Meindertsdroogte 19.6 en 19.8 bedragen, terwijl bij „de Bril" 19.1 is gevonden, vindt zijne verklaring in den invloed

van de getijgolf die uit straat Makasser treedt en die zoowel de amplitude sterk moet doen toenemen als het kappagetal grooter maken.

De aldus uit interferentie met versterking ontstane getijgolf plant zich hierna, evenals de M_2 golf, in westelijke richting voort; of zij zich ook in oostelijke richting in de Soendazee voortplant moet later blijken als het waarnemingsnet is uitgebreid.

Bij Bawean en op de noordkust van Madoera worden de amplituden groot om daarna bij de Karimon Djawa eilanden en verder bij Semarang en Boompjes-eiland aanmerkelijk kleiner te worden, 't geen een gevolg zou kunnen zijn van vermeerdering der diepte.

Met deze verklaring echter is de buitengewone opeenhooping der homokumenen, d.i. de langzame voortplanting der golf tusschen Karimon Djawa en Boompjes-eiland, moeilijk in overeenstemming te brengen; zulk eene opdringing toch der „cotidal lines" is in den regel het gevolg van het voortschrijden eener golf over ondiepe gedeelten, omdat eene golf zich des te sneller voortplant naarmate de diepte grooter is. Uit de boven gegeven formule blijkt, dat, zoolang deze gebruikt mag worden, d.i. zoolang de diepte klein blijft ten opzichte der golflengte, de snelheid van voortplanting evenredig is aan den vierkantswortel uit de diepte.

Daar nu ook de Engelsche diepten-kaart geene verandering der diepten in deze streken aangeeft, moet de vermindering der amplitude aan eene andere oorzaak geweten worden en deze wordt op ongedwongen wijze gevonden in de uitbreiding die het golffront moet ondergaan zoodra ook de Chineesche zee daarvoor open komt.

Voor de opeenhooping der homokumenen tusschen Karimon-Djawa en Boompjes eiland moet dan eene geheel andere reden bestaan, die met diepte-verschillen niets te maken heeft, en deze kan moeilijk ergens anders in gevonden worden dan door aantenemen dat hier in werkelijkheid eene dergelijke interferentie van twee golven plaats vindt als die welke in § 2 bij wijze van voorbeeld is berekend.

Ook deze verklaring kan niet anders dan natuurlijk genoemd worden, omdat het zich niet laat denken dat de om de west loopende getijgolf den Sumatrawal in de Javazee zou treffen, zonder aanleiding te geven tot het ontstaan eener teruggekaatste golf, die met de oorspronkelijke moet interfereeren en, evenals in het voorbeeld van § 2, wordt dan hier eene opeenhooping der homokumenen waargenomen, daar waar de amplitude het kleinst wordt, nl. bij Boompjes-eiland.

Het is moeilijk uit te maken of interferentie met de getijgolf die, afkomstig uit de Chineesche zee, zich langs Borneo's Westkust om de zuid voortbeweegt ook als oorzaak moet aangenomen worden van de opdringing der homokumenen en vermindering der amplituden bij die plaats; maar het is een feit, dat, naar het noordwesten toe eene dergelijke vermindering der amplitude niet gevonden wordt; integendeel, zoowel bij Soekadana als bij Banka bereikt het getij K_1 zijne grootste amplitude, die eene goede verklaring vindt in de afnemende diepten in de Karimatastraat en dicht onder de Sumatrakust.

Is deze verklaring juist, d.w.z., kan de voortplanting der golf in deze richting als ongeveer die eener vrije golf beschouwd worden, maar die langs Java's noordkust niet, dan moet ook eene berekening van de zeediepte uit het verschil der kappagetallen voor b.v. Sapoedi en Tandjong Priok tot minder juiste resultaten leiden, dan wanneer men b.v. Poeloe Sapoedi en Poeloe Besar als eindpunten aanneemt, en dan moet ook deze berekening tot betere resultaten voeren dan mogelijk was bij het getij M_2, omdat hiervoor nergens ongestoorde voortplanting der golven kon aangenomen worden.

Ook voor het getij K_1 geldt eenigermate deze tegenwerping, maar toch in mindere mate omdat het uit Straat Malakka tredende getij hier verwaarloosd kan worden, 't geen bij het M_2 getij in geenen deele het geval was; voor eene zeer juiste berekening der diepte echter is het terrein der golfbewegingen, wat men op het land zou noemen, te geaccidenteerd.

Voor den afstand tusschen Sapoedi en Poeloe Besar vindt men 1018 kilometers, voor 't verschil der kappagetallen 14.5 uur, voor de snelheid v n voortplanting derhalve 70207 meters per uur of 19.5 meters per seconde en voor de diepte der Javazee 38.8 meters of 22.8 vademen, een getal dat zoo goed met de aanwijzingen der diepte kaart overeenstemt als slechts verwacht kan worden.

Uit deze berekening blijkt tevens dat, zooals de theorie ook eischt, in eene ondiepe zee de snelheid der voortplanting onafhankelijk is van de golflengte, m.a.w. dat de getijden K_1 en M_2 waarvan het eerste eene bijna dubbel zoo groote golflengte heeft als het tweede, zich even snel voortbewegen. Neemt men voor beiden de hier gevonden snelheid van 70207 kilometers per uur aan als de juiste, dan vindt men voor de golflengte van het M_2 getij in de Javazee 872 en voor die van het K_1 getij 1680 kilometers.

Tusschen Singapore en Tandjong Kalean heeft hoogst waarschijnlijk wederom interferentie plaats, zonder welke het niet te verklaren zou zijn waarom de intense enkeldaagsche vloedgolf bij Banka te Singapore zulk eene geringe amplitude zou vertoonen; deze interferentie doet zich misschien reeds gevoelen in de straat Malakka en alleen waarnemingen bij een of meer stations in den Lingga Archipel zullen kunnen uitwijzen, hoe de homokumenen tusschen Singapore en Tandjong Kalean verloopen.

Eveneens moet men aannemen, dat de getijgolf, die uit de Javazee stamt en langs Borneo's Westkust om de noord loopt, tengevolge eener interferentie met eene uit de Chineesche zee komende golf — die dus een kappagetal van ongeveer 22 uur zou moeten hebben — zijne amplitude verliest; alleen op deze wijze is het begrijpelijk, hoe bij Pemangkat het enkeldaagsch getij zoo klein is geworden en dat de homokumenen zich tusschen die plaats en Pontianak zoo opeenhoopen.

Observaties in Britsch Borneo en het rijk van Broenei zullen hieromtrent licht moeten verbreiden, terwijl het zeker van zeer groot belang zou zijn, indien ook op Natoena, bij gelegenheid eener wetenschappelijke expeditie of eener hydrographische opneming kon waargenomen worden.

Beschouwen wij nu het westelijkst deel van de Javazee, bij straat Soenda, dan blijkt uit de opeenhooping der „cotidal lines", dat ook hier zeer gecompliceerde toestanden zijn ontstaan; maar nemen wij overeenkomstig de boven opgesomde argumenten aan dat de 10.5 uur lijn ongeveer langs den Sumatrawal loopt, en dat het deze golf is die daar teruggekaatst wordt, dan wordt het duidelijk hoe bij Java's 4de punt uit deze 10.5 uurgolf en de 18 uurgolf van den Oceaan een kappagetal van 16 uur ontstaat met vermindering der amplitude omdat het verschil in tijd 8 uur bedraagt.

De beide kappagetallen van Ajerbangies en Baros zijn zeker juist en de onderstelling dat de getijgolf van 18 uur zich zoowel naar 't noorden langs Sumatra als naar 't oosten langs Java's Zuidkust voortplant, is dus niet onwaarschijnlijk. Waarnemingen te Benkoelen en in de Wijnkoopsbaai verricht zouden hieromtrent uitsluitsel kunnen geven.

Observaties op Atjeh's Westkust, bij Oleh-leh en in Straat Malakka zullen aan het licht moeten brengen waarom de homokumenen van K_1 van af Ajerbangies elkander zoo snel opvolgen en of, al dan niet, ook hier aan interferentie met eene om de Zuid loopende golf moet gedacht worden.

Dank zij den krachtigen steun der Indische Regeering en de belangstelling door de hoofden van gewestelijk bestuur in dit onderzoek gesteld, zal het binnen eenige jaren mogelijk zijn verscheidene der hier aangegeven, nog open vragen te beantwoorden niet alleen, maar ook het terrein der kaarten uit te strekken tot over den geheelen Archipel.

Het is echter te verwachten, dat daar waar zoovele golven elkander ontmoeten en doorkruisen nog altijd ettelijke quaesties, zij het dan ook van ondergeschikt belang, onbeantwoord zullen blijven, ook dan wanneer het aantal stations tot een maximum zal zijn opgevoerd.

VAN DER STOK.

BATAVIA, November 1894.

SPOELRIOLEN VAN PORTLAND CEMENT BETON.

DOOR DE LEDEN

J. C. H. FISCHER en L. J. R. GEENE.

Inleiding.

De afvoer van faecaliën, verbruikt badwater en spoelwater binnen het nieuwe Militaire Hospitaal te *Magelang* heeft plaats middels eene over het grootste gedeelte van hare lengte opene leiding of riool, welk riool voortdurend doorspoeld wordt met water, ontnomen aan eene langs de Noordelijke grens van het etablissement loopende leiding.

Alle privaten en badkamers zijn onmiddelijk boven dat riool gebouwd; spoel- en morswater afkomstig uit de andere gebouwen wordt middels buizen langs den kortsten weg daarheen geleid, terwijl het ten slotte voor zooveel noodig en mogelijk ook dienstbaar is gemaakt aan den afvoer van het binnen de enceinte vallend hemelwater, dat in open goten daaraan wordt toegevoerd.

Het verbruikte riool- of spoelwater wordt op twee punten in een, op 100 à 160 M. oostwaarts van het hospitaalterrein gelegen, 15 à 20 M. diep ravijn, waarin de *Ello* rivier stroomt, geleid.

Van deze rioleering met open leidingen is uitgesloten de inrichting voor lijders aan besmettelijke ziekten, welke eene afzonderlijke rioleering heeft met gesloten buizen, die eerst buiten de enceinte van het hospitaal en nadat alle daarin mêegevoerde faecale stoffen gedesinfecteerd zijn, aan het open riool aansluit.

Algemeene eischen aan het open riool gesteld, lengte- en dwarsprofielen.

De leiding waaraan het spoelwater voor het open riool ontleend wordt, voorziet ook de op korten afstand van het hospitaal gelegen troepenkampementen en andere militaire inrichtingen daarvan, levert de beweegkracht voor de pompwerktuigen, die het drink-, spijs- en badwater opvoeren voor de bewoners der militaire gebouwen en dient tevens tot irrigatie van de ten zuiden van de hoofdplaats *Magelang* gelegen rijstvelden. Hoewel bij Gouvernements besluit bepaald is, hoeveel water per seconde uit de leiding mag afgetapt worden ten behoeve der militaire inrichtingen en die hoeveelheid ruim voldoende is, zoo werd toch bij het ontwerpen van de rioleering van het hospitaal er op gerekend, zoo weinig mogelijk water te gebruiken, waardoor meer water ter beschikking bleef van boven bedoelde irrigatie.

Door de verspreide ligging van de privaten, en in verband met de helling van het terrein moest het spoelriool op ongeveer 260 M. van de prise d'eau worden gesplitst in twee takken, welke ieder afzonderlijk hun water naar de *Ello* rivier afvoeren.

Ten einde met eene minimum hoeveelheid spoelwater te kunnen volstaan, werd aangenomen:

de breedte van den waterspiegel onder de privaatzittingen voor zieken 0.60 M., onder de overige zittingen minstens 0.50 M.; de minimum waterdiepte onder de zittingen 0.10 M. en de gemiddelde snelheid van het water 1 M. Daar verder de helling van den bodem bij riolen met eivormig profiel, bij gelijke snelheid van het water, geringer kan wezen dan bij die met rechthoekig profiel, zoo werd tot de toepassing van eerstgenoemde, voor zoover mogelijk besloten. Onder de privaatzittingen levert echter het eivormig profiel het nadeel op, van bij de geëischte breedte van den waterspiegel veel meer water te behoeven dan een rechthoekig profiel van de minimum afmetingen, aangezien de waterdiepte noodeloos groot wordt; daarom werd onder de privaatzittingen een rechthoekig profiel van 0.60 M. breedte gekozen en overal elders het eivormige profiel toegepast. Iedere tak van het riool had dientengevolge, bij eene gemiddelde snelheid van 1 M., aan spoelwater noodig:

$0.60 \times 0.10 = 0.060$ M³. per seconde zoodat in het nog niet gesplitste gedeelte 0.120 M³. water per seconde moest doorstroomen.

De afmetingen van het riool werden voorts zoo bepaald, dat zelfs bij zware regens al het hemelwater kon worden afgevoerd.

Uit voorloopige berekening volgde dat indien het eivormig profiel werd geconstrueerd, zooals aangegeven in het „Handboek der Waterbouwkunde van *Henket* en *Steuerwald* „4e Deel, Afdeeling XV „Wegen" pagina 731", eene bovenbreedte en diepte van 0.60 M. voldoende zouden zijn.

Uit de bekende formule:

$$v = c\sqrt{R\,I} \text{ of } I = \frac{v^2}{c^2\,R.}$$

waarin c = 63 werd aangenomen (1) en de overige factoren gegeven of te berekenen zijn vindt men dan:

voor het eivormige profiel in de verdeelde takken $I = 0.00277$ M.,
„ „ rechthoekige „ $I_1 = 0.0034$ M. en
„ „ eivormige „ in den onverdeelden tak $I_2 = 0.002$ M.

In dezen laatste bedraagt de breedte van den waterspiegel: 0.52 M., dus meer dan de toegelaten grens, reden waarom in den onverdeelden tak, die alleen door de privaten in het kampement van het bedienings personeel van het hospitaal stroomt, het eivormig profiel over de geheele lengte behouden is.

Bij het in rekening brengen van de hoeveelheid regen die moest worden afgevoerd, was aangenomen een regenval van 2.2 m.M. per minuut. In den staat gevoegd als bijlage No. 4 bij de Notulen der vergadering van de afdeeling *Nederlandsch-Indië* van het *Koninklijk Instituut van Ingenieurs* op den 20 April 1886 en opgemaakt door het Lid J. J. STAAL (2), wordt als de grootste waargenomen regenval gedurende de jaren 1880 tot en met 1885 opgegeven 2.8 m.M. per minuut; dit en het daarop volgende, ook slechts eenmaal voorkomende, cijfer van 2.4 m.M. buiten beschouwing latende, volgt uit berekening dat, aangenomen dat het een derde gedeelte van den gevallen regen onmiddellijk moet afgevoerd worden (3), bij eenen regenval van 2.2 m.M. per minuut, het gekozen eivormig profiel, in den zuidelijken riooltak nimmer geheel gevuld zal wezen, doch de waterstand in den Noordelijken tak waar hij het hospitaal terrein verlaat, 5 c.M. meer is dan de profieldiepte. Voor deze laatste berekening werd de begrenzing van het profiel vergroot gedacht door raaklijnen aan de groote cirkelbogen. Dergelijke buitengewone regens komen echter zelden voor, doch om ook dan het regenwater af te voeren en mede met het oog op de onzekerheid, die bestaat ten opzichte van de hoeveelheid regen die onmiddellijk moet worden weggevoerd, welke toch zeker afhankelijk is van de bebouwing en den aard van het terrein, werd de bovenkant van het eivormig riool profiel overal ten minste 0.20 M. onder het geëgaliseerde terrein ontworpen.

De groote helling van het bouwterrein maakte het noodzakelijk hier en daar storthellingen in het riool te maken, welke ook noodig waren bij overgang van het rechthoekige in het eivormige profiel ter voorkoming van opstuwing en daaruit volgende vermindering van de snelheid van het doorstroomende water onder de privaten.

Laatstbedoelde verlaging kan afgeleid worden uit de waterstanden in de verschillende profielen bij den minimum afvoer. Zij bedraagt 0.12 M.; bij den overgang van het eivormig in het rechthoekig profiel is natuurlijk deze verlaging van den rioolbodem niet noodig.

Met inachtneming van de hiervoren ontwikkelde grondbeginselen, is het lengte profiel van het riool ontworpen; het eivormig profiel is op Plaat I in de fig. 1 t/m 7 voorgesteld.

Waar het rechthoekige profiel werd toegepast onder de privaatzittingen, werd het riool in metselwerk uitgevoerd; aangezien hieromtrent niets bizonders valt mede te deelen zal in den vervolge alleen van het eivormige profiel sprake wezen.

In het open rioolgedeelte zijn de zijwanden gewone bekleedingsmuurtjes en golden dus voor de dikte daarvan niet de in verschillende werken over betonriolen gegeven afmetingen die, voor zoo ver kan nagegaan worden, steeds betrekking hadden op gesloten riolen waarbij dus de zijwanden steeds een groote steun vinden in de overdekking.

Eene ingestelde berekening deed nu zien, dat bij eene diepte van 1.60 M van den bodem beneden het maaiveld een dwarsprofiel als geschetst op Plaat I fig. 1 rechter helft (*licht* profiel), voldoende zoude wezen; de zijwanden ieder als één stuk steen,- los op den bodem rustende-, beschouwd zijn dan tegen den gronddruk bestand; waar de rioolbodem dieper in de opene ingraving lag, werd het zwaardere profiel van fig. 2 toegepast. Voor de opene leiding heeft men zich tot deze twee grond typen kunnen bepalen. Meerdere te vormen was niet wenschelijk, met het oog op de vele en dure houten gietvormen die noodig zouden zijn. De linker helft van fig. 1 geeft aan het profiel, waar het riool onder wegen enz. doorgaat en dus geheel gesloten is; wel zoude dan met een weinig minder wanddikte kunnen volstaan worden, doch werd ter besparing van kosten aan gietvormen besloten geen afzonderlijk grondtype daarvoor aan te nemen.

Zooals vroeger gezegd werd, is in den nog niet gesplitsten tak van het riool het rechthoekige profiel niet toegepast en dient dus het riool zelve tot fundeering van den zittingsteunmuur van het privaat en van den muur die de privaatvertrekken begrenst; de afmetingen van het riool volgen dan uit die van de vereischte muurdikten. Zoo is profiel fig. 3 gebezigd wanneer de rioolbodem meer dan 1.35 M. beneden het vloerpeil van het privaat gebouw was gelegen; dat van fig. 4 bij minder diepe ingraving.

In de privaatgebouwen zijn tevens de badkamers, zoodat somtijds op het riool slechts aan eene zijde een

(1) *Noot.* Zie *Heusinger von Waldegg* Handbuch der Ingenieurwissenschaften 2e Ausgabe, 3e Band, 1e Abteilung pag. 418 en 419.

(2) Tijdschrift K. I. v. I. Afdeeling *Nederlandsch-Indië* 1885—1886 pagina 18 en pagina 28—29.

(3) *Heusinger von Waldegg* als voren 1e Ausgabe 3e Band 1e Abteilung pagina 18.

scheidingsmuur rust, terwijl het toch overdekt moest worden; in dit geval werden de profielen van fig. 5 en fig. 6 toegepast, naar denzelfden maatstaf als zooeven gezegd.

Eindelijk stelt fig. 7 een profiel voor van een gedeelte van het riool dat, hoewel open, aan eene zijde als fundeering dient van eenen vrijstaanden muur.

Meermalen kwam het voor dat het riool moest overdekt worden, doch de geringe diepte ligging onder het terrein, het gebruik van halfcirkelvormige dekstukken niet toeliet, alsdan werden tot de afdekking gebezigd stukken bekapte riviersteen lang 0.86 M. dik 0.20 M., breed 0.20 tot 0.45 M.; deze worden op hun breedtevlak koud naast elkander gelegd en de naden met eene specie van Portland cement en zand volgegoten.

Ten aanzien van het tracé van het riool wordt nog opgemerkt, dat ter wille van de eenvormigheid, in het gegoten rioolgedeelte slechts bochten met eenen straal van 3 M. of 0.76 M. werden toegepast. Somtijds was het noodig in de verdeelde takken onder gebouwen dien straal op 0.30 M. vasttestellen; alsdan werd deze bocht geheel gemetseld, in aansluiting met het gemetselde rioolgedeelte onder het gebouw zelve.

Uitzetten en waterpassen van de as van het riool.

Uit de ligging van het riool ten opzichte van de gebouwen, kon de open veelhoek door de rioolas gevormd en zijne ligging ten opzichte van de hoofdas van de geheele ziekeninrichting, worden berekend. Met eene theodoliet en drie vijfmeterslatten werden de hoekpunten van den veelhoek op het terrein overgebracht en daarna door piketten buiten de te maken ontgraving vastgelegd.

Na het maken van deze laatste werden de hoekpunten op den bodem der ontgraving overgebracht en aldaar middels tot op het vereischte rioolbodempeil ingeslagen piketten aangegeven. Aangezien echter die hoekpunten niet in de rioolas zijn gelegen zoude men, door hunne peilen zoowel voor het boven als voor het beneden stroomsche gedeelte van den rioolbodem als geldende aantenemen, eene fout maken welke zich als volgt laat berekenen.

Stel dat het peil P (fig. 8), beschouwd als een punt van het bovenstrooms gelegen rioolgedeelte, zoude wezen $= p$, dan wordt dat van het tangentpunt α.

$$p^1 = p + s\ r\ tang:\ ^1/_2\ \alpha$$

waarin: s = de helling per lengte eenheid
r = de straal van den door de as beschreven cirkelboog en
α = de wendingshoek;

en dat van het tangentpunt b

$$p^2 = p - s\ r\ tang:\ ^1/_2\ \alpha$$

waaruit:

$$p^1 - p^2 = 2\ s\ r\ tang:\ ^1/_2\ \alpha$$

dit verschil mag echter slechts wezen

$$s\ \pi\ r\ \frac{\alpha}{180^\circ}$$

zoodat de gemaakte fout bedraagt:

$$\Delta = 2\ s\ r\ \text{tang:}\ ^1/_2\ \alpha - s\ \pi\ r\ \frac{\alpha}{180^\circ}$$

De vereischte mate van nauwkeurigheid bepaalt wanneer en in hoeverre voor deze fout eene correctie is aan te brengen.

Behalve de hoekpunten werden bij lange rechte gedeelten ook tusschenpunten van de rioolas op afstanden van ± 15 M. op den bodem der ontgraving overgebracht en aldaar door, tot op het vereischte rioolbodem peil ingeslagen, piketten aangegeven; voorts benedenstroomeinden van stortheilingen, snijdingen van de rioolas met gebouwassen op de plaatsen van overgang van het eivormige in het rechthoekige profiel- of omgekeerd.

Gebruikte beton, werkwijze in het algemeen, inrichting der werkplaatsen.

Voor het bepalen van de mengverhouding van het beton, moest te rade worden gegaan met de omstandigheid dat, hoewel de rioolwanden ook aan de inwerking van faecalien en hare ontbindings producten werden blootgesteld, door den voortdurenden waterstroom deze stoffen in veel meer verdunden staat aanwezig zouden zijn, dan in gewone stedelijke rioleeringen, welke slechts door regenwater van tijd tot tijd worden doorgespoeld. Waar dus voor laatstgenoemde riolen eene mengverhouding van 1 deel cement op 3 deelen grind voor bodem en wanden wordt aanbevolen, is vermeend dat hier veilig nog meer bijmengselen konden worden toegelaten; de samenstelling van het beton werd daarom vastgesteld op:

1 deel Portland cement
1 „ zand
3 „ en grind

of 1 cement op 4 bijmengselen.

Voor de riooldekstukken wordt gewoonlijk eene sterkere mortel voorgeschreven. Zij kunnen dan echter van geringere afmeting wezen dan de hier, om reeds vroeger bekend gestelde redenen toegepaste, daarom is ook voor de dekstukken dezelfde mengverhouding aangenomen.

In het Tijdschrift van het *Koninklijke Instituut van Ingenieurs* afdeeling *Nederlandsch Indië* Jaargang 1885—1886, zijn door het Lid A. SCHADÉE eenige mededeelingen gedaan over de vervaardiging van cement voorwerpen; men vindt daar voor rioolstukken beton van:

1 deel Portlandcement
2 — en zand
1 „ grind

dus 1 cement op 3 bijmengselen.

Wel is dit beton natuurlijk sterker dan het mede in bedoeld artikel aangegevene voor putringen t. w:

1 deel Portlandcement
3 — en zand
1 „ grind;

doch komt het voor dat laatstgemelde verhouding van 1

cement op 4 bijmengselen, zeer zeker voor open riolen is toe te laten. Opvallend is dat door het Lid SCHADÉE steeds in verhouding tot het gebezigde grind veel zand wordt gebruikt, terwijl in de door ons geraadpleegde werken de hoeveelheid grind of puin belangrijk meer is dan die van het zand.

De verhouding van de bestanddeelen in verband met de grootte van de steenstukken of van het grind en de korrelgrootte van het zand, bepaalt de uitlevering van de mortel. Voor het onderhavige geval waren geen gegevens te vinden doch werd in de begrooting van het werk door benadering uit andere opgaven aangenomen, dat de uitlevering zoude wezen het $^5/_6$ van de som der hoeveelheden zand en grind. In de practijk is gebleken dat deze onderstelling zoo goed als volkomen met de werkelijkheid overeenstemt.

Het beton bleek bizonder hard te wezen, bekappen was een zeer tijdroovend werk, dat slechts door steenhouwers van beroep kon worden verricht.

In de begrooting was gerekend op het gebruik van grindstukken met eene middellijn van 1 tot 4 c. M.: bij de uitvoering werd bevonden dat deze afmetingen moesten worden teruggebracht tot 1 — $2^1/_2$ c. M.; bij het bezigen van grover grind was het onmogelijk goed gevormde rioolstukken te maken; uitspringende deelen (lippen en randen) van den houten gietvorm vulden zich met enkel mortel of het grind zette zich hier of daar in den vorm vast en gaf zoo aanleiding tot het ontstaan van holten.

Bij stedelijke rioleeringen is, om de stremming in het verkeer zoo gering mogelijk te doen zijn, de gewone werkwijze, dat de drie deelen, waaruit het rioolprofiel bestaat, afzonderlijke in stukken van ± 1 M. lengte gemaakt en in de ontgraving in elkaar gezet worden; daar bij den hospitaalbouw te *Magelang*, het werkterrein geheel vrij was, werd een anderen weg ingeslagen. De bodem en dekstukken werden aangemaakt, doch de zijwanden na het leggen der bodemstukken op deze gegoten. Wel moest nu de ontgraving voor het riool veel langer openblijven om de zijwanden tijd tot verharden te geven, doch dit was hier geen bezwaar, men verkreeg echter de volgende voordeelen:

1e veel minder voegen in de rioolwanden die ter lengte van 10 M. in eens werden gegoten;
2e gemakkelijker te maken houten gietvormen daar eene zijde door den bodem werd gegeven;
3e betere aansluiting tusschen bodem en zijwand en
4e aanzienlijke ruimte besparing aan droogloodsen.

Ten opzichte van punt 3 wordt aangeteekend, dat de voeg tusschen bodenstuk en zijwanden bij uitkappen van reeds verharde stukken niet meer was terug te vinden. Eenige proeven, genomen met gieten van de zijwanden op reeds gelegde bodemstukken, gaven dan ook zulke gunstige uitkomsten, dat besloten werd het geheele riool op die wijze te maken.

Voor het maken van het beton, gieten van de stukken en laten drogen daarvan waren twee loodsen opgericht, welke op Plaat II fig: 1 en 2 in teekening zijn gebracht. Zij waren gelegen op het hoogste gedeelte van het bouwterrein om het transport te vergemakkelijken.

In de groote loods lang 105 M. waren aan het linkereinde 3 magazijntjes elk voor 100 vaten Portlandcement, daarnaast de inrichting voor betonbereiding bestaande uit: 5 ijzeren beton mengtrommels (a, de gemetselde bak voor de drooge en voorloopige natte menging van de cementmortel (b), een idem voor water ter bereiding van de specie (c), de waschbak voor zand en grind (w), de voorraad bakken voor reeds gewasschen zand (d) en grind (v) benevens een mortelmolen systeem LANDRÉ en GLINDERMAN (J). De bakken c en w ontvingen het water uit eenen in twee deelen verdeelden bezinkbak (e), en deze uit eenen tweeden bezinkbak in het rechter, voor de bereiding van gewone mortel bestemde, gedeelte van de loods; laatstbedoelde bezinkbak werd gevuld uit eene langs het bouwterrein stroomende leiding. Het water van deze kon eerst na eenmaal bezinken voor gewone metselspecie en na tweemaal bezinken voor beton worden gebezigd.

In de loods was verder eene ruimte afgeschoten om te dienen als timmerloods voor het maken en voortdurend vermaken van de houten gietvormen, eene kleine smederij voor het vervaardigen van de talrijke stukken klein ijzerwerk die bij de vormen te pas kwamen, eene kolenbergplaats en een gereedschapsmagazijntje.

Op de teekening is aangegeven waar de houten gietvormen voor de betonstukken werden opgesteld; daar langs en onder de betonmengtrommels was een DÉCAUVILLE spoor aangelegd, dat tevens diende tot vervoer van beton en gevormde stukken naar het werkterrein.

Buiten doch nabij deze loods bevonden zich een 6 tal grind-en zandbakken ten behoeve van den leverancier en aan de andere zijde de kleine loods lang 64 M., breed 12 M., bestemd voor droogplaats van betonstukken; de laatste was met de werkloods door DÉCAUVILLE spoor verbonden.

Overigens wordt voor de inrichting en constructie der loodsen verwezen naar de teekening Plaat II.

De houten gietvormen.

Alle gietvormen zijn van djattiehout vervaardigd; eene proef om daarvoor het zooveel goedkoopere wildhout te bezigen, mislukte geheel en al; door het water dat zich uit het beton afscheidt trokken laatstbedoelden zoo sterk dat zij niet konden gelost worden. Hoewel het op het eerste gezicht zoude schijnen als of aan de vormen overmatig veel hout is verwerkt (ruim 18 kubieke meter), zoo leerde toch de praktijk dat de gekozene afmetingen als uiterste grenzen zijn te beschouwen; bij het gieten van zware breede stukken was het, om uitpuilen van den vorm te beletten, noodig dezen te versterken. Nog moet

er de aandacht op worden gevestigd, dat alle onderleelen door houtschroeven aan elkander zijn verbonden en niet zijn gespijkerd, en dit zoowel ter vermeerdering van de stevigheid als om het uiteennemen te vergemakkelijken zonder de onderdeelen te beschadigen, terwijl eindelijk een ruim gebruik is gemaakt van ijzer beslag om alle verbindingen te versterken. Teneinde het toch reeds voor elk onderdeel van het riool-dwarsprofiel benoodigde aanzienlijke aantal vormen, tot een minimum terug te brengen, werden zij zoodanig geconstrueerd, dat zij door verplaatsing of bijvoeging van een onderdeel of los stuk voor het maken van de verschillende van het grondtype afwijkende betonstukken konden dienst doen. Het maken van de houten vormen geschiedde door ervaren Javaansche timmerlieden onder toezicht en medewerking van een bekwaam Europeesch werkman; vooral het vervaardigen van vormstukken voor bochten eischte eene meer dan gewone ambachtskennis van het werkvolk.

De riool bodem-en dekstukken verkregen meestal eene werkende lengte van 1 M., elk stuk rustte met eene lip in eene sponning van het voorgaande (zie Plaat II fig. 6); somtijds moest, zooals later zal blijken, van deze constructie worden afgeweken en tot het toepassen van stukken met twee lippen of twee sponningen worden besloten.

Vormen voor bodemstukken:

a. in rechte rioolgedeelten.

Uit de fig. 1 tot en met 7 van Plaat I, waar de aansluiting der verschillende deelen mede is aangegeven volgt, hoe in het algemeen het profiel der bodemstukken was.

Een houten vorm voor een bodemstuk (rechte rioolgedeelten) bestond uit:

een onderstuk
een bovenstuk
twee zijwanden en
eene afsluitplank met aangeschroefde sponning rib
eene lossse rib.

Het onderstuk — Plaat II fig. 3 en 4 — wordt gevormd door een raam van twee dwars- en twee langsribben zwaar 5 × 5 c. M. waarop planken van 3 c. M. dikte zijn geschroefd;

Het bovenstuk is eveneens een raamwerk van twee langs- en drie dwarsribben zwaar 5 × 5 c. M. waarop geschroefd zijn eenige ribben en planken die te zamen de bovenprofielslijn van het te gieten stuk vormen;

de zijwangen zijn twee platen dik 5 c. M.

Door zes ijzeren schroefbouten van 13 m. M. dikte, gaande door de langsregels van het onderstuk, de zijwangen en de dwarsregels van het bovenstuk worden bovenschreven deelen bij elkander gehouden; deze bouten zijn van oogen voorzien welke bij het vervoeren der vormen als handvatsels dienden.

De afsluitplank dik 3 c. M. wordt geschroefd tegen den laatsten dwarsregel van het bovenstuk en tegen de zijwangen; zij diende zoo om schranken van den vorm te voorkomen en eenen bodem er aan te geven; bij het gieten toch wordt de vorm op de afsluitplank overeind gezet; op die plank was eene rib geschroefd dik 5 c. M. welke nauwkeurig het bovenprofiel volgde, zoodat aan het stuk eene sponning werd gevormd ter diepte van 5 c. M.

De losse rib, die nadat de vorm bijna gevuld was, er in werd gelegd was zwaar 5 × 6.5 c. M., het gietstuk bekwam daardoor eene lip lang 5 c. M.

De onderdeelen van iederen vorm waren gemerkt tot bespoedigen van het in elkander zetten.

In de fig. 3 en 4 van Plaat III is een vorm geschetst van bodemstukken van het profiel van fig. 1 Plaat I; aangezien het riool voor verreweg het grootste deel dit profiel had waren zeven stuks van dit soort vormen noodig. Verder moesten nog worden gemaakt twee stuks overeenkomende met de nu beschrevene, doch voor het profiel van fig, 2 Plaat I, benevens twee stuks, waaruit door verplaatsing van de zijwangen naar willekeur bodemstukken voor profielen van fig. 3 tot en met 7 en dus ook voor dat van fig. 2 zouden worden gemaakt, te zamen *elf* stuks vormen.

Met deze konden nu worden gegoten:

1e gewone bodemstukken met ééne sponning en eene lip, met eene werkende lengte van 1 M. Hierbij moest er op gelet worden of het deel van het profiel, dat eene hellende zijwang had rechts of links van de stroomrichting zoude komen; steeds moest de sponning benedenstrooms liggen; door nu in den vorm de in fig. 2 geschetste ribbetjes p en q met elkaar te verwisselen met dienverstande dat p op het onderstuk van den vorm rustte en q met zijn uitgesneden profiel aansloot tegen het bovenstuk konden rechtsche of linksche stukken worden gemaakt, die de sponning aan het benedenstroomeinde hadden;

2e. bodemstukken met 2 sponningen; het losse ribbetje p van 5 × 6.5 c. M. werd dan vervangen door eene rib als q; men moest bij het leggen er op bedacht wezen dat deze stukken slechts eene werkende lengte van 0.95 c. M. behielden.

Voor het maken van bodemstukken met 2 lippen — dus zonder sponning — was een afzonderlijke vorm aanwezig. Deze was vervaardigd als de reeds beschrevene, met dien verstande dat de afsluitplank was vervangen door eene 3 c.M. dikke plank waarop een ribbetje als p was geschroefd, welke plank in den vorm kon worden bewogen en en op elken gewilden afstand van het opene uiteinde kon worden vastgezet. Door klampen werd nu het schranken van den vorm belet. Van dit soort werden geene kortere stukken dan van 0.25 M. en geene langere dan 1.25 M. lengte vervaardigd, terwijl met den gewonen vorm door het bezigen van twee ribbetjes van 5 × 6.5 c.M. — aan elk einde een — ook stukken met 2 lippen doch van eene werkende lengte van 1.05 M. werden verkregen.

Het gebruik van deze stukken met 2 sponningen of 2 lippen zal later worden beschreven.

Ten einde de overgang, van licht in zwaar profiel en omgekeerd gemakkelijk te maken, werd de sponning en de lip van bodemstukken, onverschillig welk profiel zij hadden, steeds 6.5 c. M. hoog gemaakt, gerekend onder het laagste punt van de profiellijn. (Fig. 5 op Plaat II).

Op verschillende plaatsen in het riool, bijvoorbeeld benedenstrooms van privaten zijn houten schuiven ontworpen, welke dienen ter opstuwing van het water om van tijd tot tijd krachtiger te kunnen doorspoelen. Deze houten schuiven worden geplaatst in sponningen, welke zijn uitgespaard in bodem en zijwanden. Tot het verkrijgen van zulke sponningen werd op het bovenstuk van den vorm op 0.15 M. afstand van het bovenstroomseinde een latje zwaar 2 × 4 c. M. geschroefd.

Ten opzichte van deze sponningen wordt echter opgemerkt, dat het plaatsen en uithalen van de planken schuiven zeer licht aanleiding geeft tot beschadigen van de kanten der sponning en het daarom aanbeveling verdient, in plaats van uitsparen in den betonwand de sponning in stukken natuurlijke steen uit te kappen en die in het riool in te metselen.

In rechte rioolgedeelten werden ook steeds gelegd de storthellingen en de overgangen van het eivormig in het rechthoekig profiel en omgekeerd, zij dienen dus hier behandeld te worden.

1e. *bodemstukken voor storthellingen.*

De storthellingen kwamen alleen voor bij het lichte rioolprofiel. Ingeval het verschil tusschen de bodempeilen boven en beneden de helling minder bedroeg dan 15 c. M. werd de helling gemaakt onder 3 aanleg op 1 hoogte, bij grootere verschillen 2 aanleg op 1 hoogte; zulks was gedaan om groote onhandelbare gietstukken te vermijden, terwijl om dezelfde reden, als het hoogteverschil meer dan 25 c. M bedroeg dit verval over twee hellingen werd verdeeld, waar tusschen een riool gedeelte lang ± 2 M. onder de gewone helling werd gelegd, zooals geschetst op Plaat II fig: 6 en 7. Alle storthellingstukken konden dus worden gegoten in twee vormen eene voor de helling van 3 op 1, eene voor die van 2 op 1. De lengte van zulk eenen vorm was 0.50 M.; uit het vorengezegde volgt dat geen langere stukken noodig waren.

De vorm was samengesteld als die voor gewone bodemstukken, doch met een hellend bovenstuk en schuin oploopende zijwangen, terwijl de sluitplank die voorzien was van een onder de goede helling volgens profiel afgewerkt ribbetje in den vorm beweeglijk was en voor ieder stuk op de juiste maat moest worden gebracht en met klossen in den vorm vastgezet.

In een van de riooltakken moest, om dezen onder eene openbaren weg, door te voeren, een hellend gedeelte worden gemaakt; de verlaging van den bodem bedroeg 1.25 M. en werd dit stuk onder eene helling van 4 aanleg op 1 hoogte gelegd, zoodat de lengte horizontaal gemeten 5 M. bedroeg. De bodem daarvan bestond uit drie gewone stukken en twee langere met bizonder gevormde lippen en sponningen. In fig: 8 van Plaat II is de aansluiting van deze storthelling aan de gewoone helling geschetst. De aansluitings-stukken werden gegoten in den vorm voor gewone bodemstukken licht profiel met beweegbare sluitplank; de vorm van de te bezigen sponningribbetjes is uit de teekening fig: 8 Plaat II af te leiden.

2e. *bodemstukken voor profielsovergangen.*

Noodig waren overgangsstukken van het eivormig in het rechthoekig profiel en omgekeerd en wel aansluitende aan verschillende op Plaat I geschetste grondvormen. De eerstgenoemde soort kwam voor bij de profielen van fig: 1, 2, 5 en 6, de laatst genoemde bij die van 1, 2 en 6. Steeds sloot een overgangsstuk aan eene zijde tegen een geheel gemetseld rioolgedeelte aan; om die aansluiting beter te kunnen maken en moeielijke gietvormen voor de zijwanden te vermijden, werd de zijwand van het overgangstuk niet ondersneden, doch volgens een verticaal vlak gemaakt, zoodat het profiel als geschetst in fig: 9 op Plaat II toegepast werd. Bij den overgang van het rechthoekig in het eivormig profiel moest het peil van den bodem 12 c. M. worden verlaagd, het overgangsstuk werd dus tegelijk eene storthelling. De vorm, waarin de hier bedoelde stukken werden gegoten, kwam overeen met dien van de storthelling, doch was om de verandering in profiel geleidelijk te doen wezen 1 M. lang; in 't geheel waren slechts 2 stuks vormen noodig welke door verwisselen en verstellen van de zijwangen voor alle soorten konden dienen; eene platte grond van een bodemstuk is schematisch in fig: 10 van Plaat II voorgesteld.

b. in bochten.

Bochten met den straal van 0.76 M. (zie hiervoren) kwamen slechts voor met wendingshoeken van 90°; die van 3 M. straal met zeer uiteenloopende hoeken, welke bij het berekenen van den door het riool gevormden veelhoek waren bepaald. Bochten met den grootsten straal waren noodig voor de profielen van fig: 1 en 2 van Plaat I; met den straal van 0.76 M. voor dat van fig: 2, verder voor dat van fig: 7 waarbij het middelpunt aan de smalle zijde van het stuk kwam en eene voor het profiel van fig: 4 met het middelpunt aan de breede zijde van het stuk. Voor al deze bochtstukken werden slechts 2 vormen gebruikt, ééne voor den straal van 0.76 M. en ééne voor dien van 3 M.; deze vormen waren zoo groot dat door verplaatsen van onderdeelen alle stukken konden worden gemaakt. De vormen waren samengesteld zooals voor de gewone bodemstukken is beschreven.

Bodemstukken met den straal van 0.76 M. beschreven werden steeds in één stuk gegoten, voor de andere werd de bocht in deelen verdeeld. Voor eerstgenoemde werd bij het vervaardigen er rekening mede gehouden of zij

linksch dan wel rechtsch moesten wezen. Voor de aansluiting met de rechte gedeelten, waren zij aan hunne beide einden met een recht gedeelte van 5 c. M. lengte verlengd voor de vorming van sponning en lip (fig. 11 Plaat II).

Bij de bochten met grootere straal kon steeds door het leggen van de stukken stroomopwaarts of stroomafwaarts van dezelfde soort stukken worden gehruik gemaakt en behoefde men dus bij het gieten niet op de richting van de wending te letten.

De lengte van den geheelen boog door de as gevormd werd verdeeld in stukken van ongeveer 1 M. (hoogstens 1.30 M.) aslengte.

De voor elk stuk nauwkeurig berekende koorde van den binnen en buitencirkel werd op het bodemstuk van den vorm afgeschreven en nu volgens den cirkelboog 5 c. M. aan iedere koorde, doch slechts aan eene zijde toegevoegd om de sponning van het stuk te vormen ; de lip werd op de gewone wijze door eene losse rib verkregen In fig. 12 van Plaat II is deze constructie aangegeven. De lijnen *c f* en c^1 f^1 zijn derhalve niet gericht naar het middelpunt van de cirkelbogen, wel de lijnen *c b* en *a d;* de gedeelten *c f e b* en c^1 f^1 *d a* kunnen dus ook als een recht gedeelte worden beschouwd, evenals de lip en sponning bij stukken voor den kleinen straal. Daardoor werden wijde voegen bij den overgang van rechte in gebogen rioolgedeelten, en omgekeerd vermeden en konden de gewone sponningribbetjes gebezigd worden.

Eindelijk moet nog melding worden gemaakt van eenen vorm voor het bodemstuk van het verdeelpunt in het riool. Een van de takken liep in het verlengde van den onverdeelden tak, de andere scheidde zich af volgens eenen cirkelboog met eenen straal van 3 M[1]., de wendingshoek was 90°, het rioolprofiel volgens fig. 1 van Plaat I. Het bodemstuk voor dat verdeelpunt werd zoo groot genomen dat aan de drie einden het gewone profiel werd verkregen; de bocht is door gewone bochtstukken voltooid; het had aan den onverdeelden tak eene lip, aan de beide andere einden eene sponning.

Alle te zamen genomen zijn voor de bodemstukken 18 houten gietvormen gebezigd, waarvan de meeste verstelbaar waren.

Vormen voor dekstukken.

Zooals uit de profielen van Plaat I blijkt, is het voor de dekstukken onverschillig op welk rioolgedeelte zij komen, alle zijn van dezelfde afmetingen en werd er bij het gieten van de zijwanden door verplaatsen van de sponninggleuf opgerekend, dat de dekstukken steeds dezelfde dikte zouden verkrijgen.

Evenals bij de bodemstukken rustte elk dekstuk met eene lip in eene, in het voorgaande stuk uitgespaarde sponning, bij het leggen van bochten, kon steeds door stroomop — dan wel stroomafwaarts te werken, voor linksche of rechtsche bochten van dezelfde soort stukken worden gebruik gemaakt.

Noodig waren halfcirkelvormige en kwartcirkelvormige stukken en wel van de eerste rechte en gebogene volgens eenen straal van 3 M. De gebogene stukken verkregen alle eene lip en eene sponning, van de rechte moesten sommige twee sponningen hebben en de eindstukken slechts eene lip òf eene sponning ; na het daarvoor bekend gestelde bij de bespreking der bodemstukken is het duidelijk dat deze verschillende typen door gewijzigde plaatsing van eene half- of kwartcirkelvormige losse rib werden verkregen.

De houten gietvorm voor de halfcirkelvormige dekstukken bestond uit eenen bollen binnen- en eenen hollen buitenvorm (zie fig. 1 Plaat III). De binnenvorm was gemaakt als een gewoon formeel, doch met aaneengesloten latten; door kruis- en langsschoren werd schranken van den vorm voorkomen; tegen de laatste lat aan iedere zijde was een ribbetje van 5 × 5 c. M. geschroefd. De buitenvorm was op gelijke wijze samengesteld, doch was de cirkelboog van de buiten welflijn met een recht gedeelte over eene lengte van 5 c. M. verlengd. Tusschen dit rechte gedeelte en de ribben van 5 × 5 c. M. die aan den binnenvorm waren geschroefd, pasten de twee 5 c. M. dikke planken die de eindvlakken aan den boog moesten geven, en dus denzelfden dienst deden als de zijwangen van de vormen voor bodemstukken. Die planken waren geschroefd op drie andere die, aan binnen en buitenvorm bevestigd, deze samenkoppelden. Tusschen binnen- en buitenvorm was de halfcirkelvormige afsluitplank verplaatsbaar; op die afsluitplank was de gebogen sponninglat vastgeschroefd. De lengte van den vorm bedroeg 1.25 M. Het gieten van dekstukken voor bochten geschiedde in overeenkomstige vormen, samengesteld als de hier boven beschrevene. Ook bij deze werden lip en sponning als bij de gebogen bodemstukken gevormd, teneinde bij de aansluiting groote voegen te vermijden.

Voor kwartcirkelvormige dekstukken werden overeenkomstige vormen gebezigd; de straal van de binnenwelflijn bedroeg 0.60; echter werd aan den cirkelboog nog een recht stukje van 5 c.M. lengte toegevoegd om het dekstuk te doen vatten in het metselwerk waartegen het steunde (zie fig. 5 en 6 Plaat I). De overgang van halfcirkelvormige in kwartcirkelvormige dekstukken kwam eenige malen voor; beide verkregen dan een recht eindvlak zonder sponning of lip van de gewonen vorm, doch werd eerstgenoemd stuk 5 c.M. in het andere ingelaten, daarvoor werd bij den vorm een bizonder soort sponninglat gebezigd (fig. 5 Plaat III).

De samenstelling van de gietvormen voor zijwanden van het riool zal beschreven worden tegelijk met de opstelling en het gebruik er van.

Maken van het beton, gieten van bodem- en dekstukken, lossen en drogen daarvan.

Het gebezigde Portland cement was van het bekende

merk: *Deijkerhoff und Söhne*, het zand vrij scherp eenmaal gewasschen rivier zand.

De voor elken dag benoodigde hoeveelheid zand werd 24 uren te voren nog éénmaal gewasschen in den op Plaat II fig: 1 geschetsten bak W. waarna het werd overgeschept in eenen van de twee bakken d, waarin het een geheelen dag kon uitdruipen.

Voor het overziften van de volgens contract geleverde grind van 1 — 4 c. M. grootte, werd gebruik gemaakt van eene zeefinrichting als geteekend in fig: 13 van Plaat III; *a* zijn twee uit plat- en rondstaafijzer samengestelde stevige roosters; de vrije ruimte tusschen de staven van het bovenste rooster was 2, 5, van het onderste 1 c.M. in het midden werden de in eene enkele rij staande staven op den juisten afstand gehouden door eene van gleuven voorziene rib van 5 × 7 c M. Het door het bovenste rooster vallende grind werd door de plank *p* geleid naar het boveneinde van het benedenste rooster (met de nauwe openingen), zoodat in den naast de roosters geplaatsten bak het bruikbare grind zich verzamelde; in de practijk bleek deze zifting voor het doel zeer voldoende te wezen. Vóór dat het grind werd gebruikt voor beton, werd het in schepmandjes eenige malen in den waschbak w gedompeld om het van slib en vuil te zuiveren en daarna in den verbruikbak v gestort.

Voor het maken van het beton zijn gebezigd 5 stuks ijzeren mengtrommels, opgesteld zooals uit de fig. 1 en 2 van Plaat II volgt. Deze beton-mengtrommels of molens zijn lang 0.75 M. breed en diep 0.50 M. en vervaardigd van een viermaal rechthoekig omgebogen stuk plaatijzer van 3 m.M. dikte, dat geklonken werd op 2 ramen van hoekijzer van 45 × 45 m.M. (zie fig. 14 Plaat III), op welke ramen ook de zijwanden zijn aangebracht. De trommel wordt gesloten door een deksel van plaatijzer dik 3 m.M., geklonken op een raam van plat staafijzer zwaar 39 × 13 m.M., welk deksel door een klemstaaf en een drietal oogen op de trommel wordt geklemd; voor de waterdichte afsluiting was op het deksel een reep pompleder bevestigd. De as waarom de trommel werd rondgewenteld — eene van de lichaamsdiagonalen — was eene staaf vierkantijzer van 26 m.M., aan de wanden van de trommel met steunijzer vastgeklonken; zij rustte in de van messingen voeringen voorziene tappannen, die op de houten stelling waren geschroefd (zie fig. 2 Plaat II).

Voor het afmeten van de drooge bestanddeelen van het beton werd gebruik gemaakt van houten bakjes lang en breed 0.25 M. hoog 0.30 M.; het gewicht van een bakje gevuld met mortel bedroeg 18 K.G., met grind 30 K.G., zij konden dus nog door één man over korten afstand gedragen worden. Het Portland-cement en het zand werden eerst droog dooreen gemengd, daarna onder toevoeging van een weinig water met de kalkhouw eenige malen omgezet en ten slotte door eenen mortelmolen gedreven. Daaruit komende werd de mortel opgevangen in houten bakjes als boven beschreven; rekening houdende met de inklinking der drooge grondstoffen werden nu de bakjes slechts voor 4/5 gevuld (van het gebruik van verschillende soorten meetbakjes werd, om door zorgeloosheid van het Javaansche werkvolk licht te verwachten verwisseling te vermijden, afgezien; de vulling tot 4/5 van de hoogte geschiedde spoedig zeer nauwkeurig). Twee bakjes specie werden in een mengtrommel gestort en dan drie bakjes grind met kracht er in geworpen. De hoeveelheid beton in den molen was, daar de uitlevering van de drie bestanddeelen te samen het 5/6 van de som van het zand en grind was:

$5/6 \times 0.1875 + 5/6 \times 3 \times 0.1875 = 0{,}0625$ M³.

zoodat de betonmolen voor 1/3 was gevuld.

Na sluiten van den molen werd deze aanvankelijk langzaam (10 à 12 omwentelingen in de minuut) rondgedraaid, zoodra men het grind niet meer afzonderlijk langs de wanden hoorde rollen, doch de massa daar langs schoof, werd de beweging versneld tot 40 slagen in de minuut; na ongeveer 5 minuten draaien was het beton volkomen dooreengemengd; alle grindstukken waren overtrokken met een laagje specie en het grind was gelijkmatig in de mortel verdeeld. De trommel werd nu met het deksel benedenwaarts gekeerd, de klemstaaf uitgetrokken en het beton in den inmiddels onder den molen gereden stortwagen, die twee molenladingen kon bevatten, opgevangen. De rails, waarover zich de stortwagens bewogen, waren zoo diep in den grond ingezonken, dat de man die de wagens voortduwde gebukt onder de wentelende molens doorliep.

Het draaien van de molens was een zeer vermoeiend werk, aan elken molen werkten 5 krachtige Javaansche koelies; het is zaak deze betonmolens niet dicht bij bewoonde gebouwen op te stellen, daar zij bij het rondwentelen, vooral in het begin, een oorverdoovend leven maken.

De wagens met beton werden gereden naar de plaats waar de gietvormen waren opgesteld (zie fig. 1 Plaat II). Deze vormen werden, alvorens ineengezet te worden, overal waar zij met beton in aanraking zouden komen met eene dunne laag groene zeep bedekt, om te beletten dat het beton zich aan het hout zoude hechten. Zij werden op de afsluitplank overeind gezet; bij vormen voor bodemstukken werden over het opene einde twee of drie losse klampen gelegd, teneinde uitpuilen van den vorm te beletten; de onderdeelen van de breede vormen voor bodemstukken werden bovendien nog ter halverhoogte tusschen een tweetal balkjes en met behulp van dunne wiggen, stevig op elkander geklemd. Uit den wagen werd met schepmandjes het beton in den vorm geworpen en daarin aangedreven door houten stampers. Het vullen had plaats in lagen van ± 10 c.M. dikte; voor de onderste laag werd beton gebezigd waaraan eene hoeveelheid specie van cement en zand was toegevoegd; die laag werd zoo lang gestampt tot de mortel zich weder boven het beton had verzameld, daarna weder beton inge-

worpen en deze zoo lang aangedreven tot zich het mortellaagie er door heen had gewerkt. Zoo werd voortgegaan tot 3 à 4 c.M. beneden het opene einde, als wanneer de losse rib (c.q. de sponninglat) in het beton werd geklopt, met een paar wiggen tegen onder- of bovenstuk gedrukt, waarna de vorm met eenen kop van ongeveer 1 c.M. werd gevuld; de wiggen van de losse rib konden dan voorzichtig worden weggenomen en de daardoor gemaakte gaten worden gestopt; het cementslib, dat zich boven het beton verzameld had, werd onmiddellijk verwijderd. Na een half uur werden de losse klampen afgenomen en met een plankje het overtollige beton weggestreken. Bij het vervaardigen van dekstukken moest er vooral op gelet worden, dat de gleuf in de zijwangen zich goed vulde met specie. Het gebruik van te drooge beton is voor het gieten van deze betrekkelijk dunne stukken niet aan te bevelen, aangezien, als eenmaal holten zijn ontstaan, de moeielijk beweegbare drooge specie deze niet meer vult; het toevoegen van eene overmaat mortel aan het beton van de eerste laag, welke door het stampen zich van beneden naar boven werkte, gaf de zekerheid dat alle hoeken en gaten behoorlijk gevuld waren; het water, dat door het aanstampen uit het beton vrij komt, loopt door de naden van de vormen gemakkelijk weg.

De gietstukken werden, na 15 à 16 uur in den vorm te hebben gestaan, gelost. Dit geschiedde voor bodemstukken als volgt: de vorm werd gekanteld, zoodat hij met eene der zijwangen op een op den vloer gelegd schaaldeel rustte, de sluitplank losgeschroefd en weggenomen, de koppelbouten losgemaakt en uitgetrokken, daarna éérst het onderstuk, dan de bovenliggende zijwang en eindelijk het bovenstuk verwijderd. Bij de eerste twee of drie gietstukken uit eenen nieuwen vorm lieten de planken niet zoo gemakkelijk van het beton los en moest door zacht kloppen met houten hamers de aanhechting worden verbroken; toen het hout echter meer met zeep was doortrokken, moesten, na uitnemen van de koppelbouten, de onderdeelen bijeen worden gehouden om beschadiging van het gietstuk door het vallen van vormdeelen te beletten. Het lossen van dekstukken kon niet op de beschreven wijze geschieden; voor deze werd de vorm 2 maal voorzichtig gekanteld, zoodat de afsluitplank boven en de losse rib op den grond kwam, daarna werden de planken, waarop de zijwangen waren bevestigd losgeschroefd en weggenomen, door zacht kloppen de binnenvorm vrijgemaakt en verwijderd en eindelijk de afsluitplank met den buitenvorm; vooral bij gebogen dekstukken was voorzichtigheid zeer aanbevolen, daar bij deze de binnenvorm niet gemakkelijk losliet. De houten vormstukken werden daarna onmiddellijk afgewasschen en met stroowisschen van aanklevende cementdeeltjes gereinigd, met groene zeep ingesmeerd en weder in elkander gezet, waartoe reserve zijwangen aanwezig waren.

De geloste gietstukken bleven circa 24 uur staan, die van zwaar profiel werden gestut, de lichtere gaven geene vrees voor omvallen. De stukken kwamen geheel gaaf, scherp kantig en als gepleisterd uit den vorm. Na aldus een etmaal te hebben gestaan en gedurende dien tijd drie maal met water te zijn begoten werden zij gekanteld, de bodemstukken op het ondervlak gelegd, zoodat nu de zijwang kon verwijderd worden, de dekstukken met hunne holle zijde naar boven geplaatst. De gietstukken werden achteruit gebracht en bleven nog 2×24 uur in de werkloods liggen. Op rechte bodemstukken werd de as van den bodem door eene dunne lijn aangegeven, op bochtstukken alleen de eindpunten van die as; alle stukken werden genummerd en in een register geboekt. De stukken van geen grooter gewicht dan 500 K.G. werden na verloop van den laatstvermelden termijn van 2 dagen overgebracht naar de droogloods en aldaar op stellingen gelegd, de zwaardere bleven in de werkloods, deze was groot genoeg om, naarmate zij zich met betonstukken vulde, de gietvormen te verplaatsen. Op zijn vroegst *elf* à *twaalf* dagen na het gieten werden de betonstukken in het werk gebracht; zij waren dan zoo hard, dat beschadiging niet meer was te vreezen.

In de betonfabriek waren te werk gesteld behalve de timmerlieden en smeden de navolgende koelies:

4 man voor het wasschen van zand en grind, toezicht op de grindzifting, die bij aanneming geschiedde, en verwerken van de mortel in den mortelmolen;

2 man voor de drooge en voorloopige natte menging van de mortel;

25 man voor het vullen, draaien en ledigen van de beton mengtrommels, het lossen en keeren van de den vorigen dag gegoten stukken, wasschen en weder in elkander zetten van de vormen;

3 man voor het vervoer van het bereide beton naar de gietvormen en het vullen van deze

---

34 man te zamen;

onder toezicht van 1 mandoer en 1 metselaar, terwijl een Europeesche onderofficier werkman over deze en alle andere werkzaamheden aan het riool opzicht had.

Maken van de ontgraving en leggen van bodemstukken.

Het maken van de ontgraving geschiedde bij aanneming, tot 1.50 M. diepte tegen *f* 0.15 en voor grootere diepte tegen *f* 0.20 per M^3 grond, gemeten in de uitgraving; voor dit werk had zich aangeboden eene ploeg van 8 tot 10 man, groote stevige Javanen die per man en per dag tot 4.5 en 5 M^3 grond verwerkten op eene diepte van 2 M., eene voor inlanders zeer groote hoeveelheid. De taluds konden steeds te lood worden opgezet, ook bij de diepste ingravingen van 3.80 M. en bezat de grond genoeg samenhang om een hulpspoor dicht langs de ingraving te kunnen leggen. De breedte van de ingraving bedroeg zooveel, dat ter weerszijde van de te leggen bodemstukken 0.40 M. tot 0.50 M. vrije

ruimte overbleef. In de ingraving werd een zandbed gestort van 5 c.M. dikte en dit ingewaterd.

Ten behoeve van het leggen der bodemstukken waren de volgende werktuigen in gebruik:

1°. Een onderstel van eenen stortwagen stelsel *Décauville* tot vervoer van de betonstukken van de loodsen naar het riool. Deze wagen werd bewogen over een smal spoor (wijdte 0.40 M.), dat aan de loodsen begon.

2°. Eene verplaatsbare hijschkraan, voorgesteld in fig 7 van Plaat III. Zij bestond uit 2 onderstellen van stortwagens; op elk was een houten stijl van 12 × 12 c.M. door 4 ijzeren schoren stevig bevestigd, op die stijlen rustte een draagbalk van 12 × 15 c.M., aan de eene zijde vast met den stijl verbonden, aan de andere draaibaar om eene ijzeren pen *p;* dit was gedaan om bij het doorrijden van bochten of ongelijke voortbeweging van de wagentjes ontsporing te voorkomen.

In het midden van den draagbalk hing een *Westonsche* differentiaal takel. De hijschkraan liep over twee hulpsporen; bij breede uitgravingen werd aan de zijde waar het spoor niet meer geheel op den beganen grond rustte eene ondersteuning van balken en stukken spanrib gemaakt.

3°. Drie stel tangen. Elk stel bestond uit 3 gebogen stukken staafijzer van 26 m.M. welke in eenen ring samenkwamen, die ring werd aan het onderste blok van den differentiaal takel gehangen. In fig. 8 van Plaat III is een van de stellen tangen geteekend, noodig waren:

1 stel voor bodemstukken van licht profiel.
1 idem idem breed 1 tot 1.30 M.
1 idem idem idem 1.32 tot 1.60 M.

De te leggen stukken werden aangevoerd uit de loods en gereden tot boven het midden der uitgraving. Het hulpspoor van de hijschkraan kruiste het aanvoerspoor op den linkeroever door middel van eene draaischijf, op den rechteroever was het aanvoerspoor eenvoudig onder het andere geschoven (fig. 6 Plaat III). De tang werd aan het stuk aangeslagen met eenen korten arm ter weerszijde en den derden langen arm aan het sponningeinde van het betonstuk. Hulp- en aanvoerspoor werden naar behoefte verlengd of verlegd.

Het leggen van de bodemstukken geschiedde als volgt

a. in rechte gedeelten.

Over de twee laatstgelegde bodemstukken en den eerstvolgenden piket, die de rioolas en het bodempeil ter plaatse aangaf, werd een dun koord gespannen, het zandbed daaronder gelijk gemaakt in dier voege, dat aan het bovenstroomsche einde iets meer en aan het benedenstroomsche einde de vrije ruimte tusschen het richttouw en het zand iets minder was dan de dikte van het te plaatsen stuk. Het richttouw werd weggenomen en het nieuwe bodemstuk neergelaten zoodanig, dat zijne lip rustte in de sponning van het voorgaande stuk; de tangen drongen dan in het zandbed en konden door een weinig heen en weder bewegen gemakkelijk verwijderd worden, waarna de hijschkraan werd teruggereden om een volgend stuk te halen. Het pas neergelaten stuk werd, door het benedeneinde middels een houten koevoet en houten steunblok een weinig op te lichten en door het snel terugtrekken van den koevoet, te laten vallen in de juiste helling gebracht, hetgeen door spannen van het richttouw werd nagegaan, daarna door zijdelings oplichten over de breedte horizontaal gesteld, wat door het plaatsen van een luchtbelwaterpas in de sponning werd gecontroleerd. Dan was nog slechts eene geringe verschuiving naar links of rechts noodig om de op het bodemstuk aangegeven as juist onder het richttouw te brengen, waarna het zandbed ter weerszijde van het stuk werd aangestampt, daarbij zorgende dat geene verplaatsing van het reeds gelegde stuk konde geschieden.

Het volgieten van de voegen had eerst plaats als de zijwanden zouden worden gegoten.

Voor het leggen was het volgende werkvolk noodig:

4 man voor het halen der stukken uit de loods; voor zeer zware stukken moesten deze door lieden uit de loods worden geholpen.
2 man voor het in orde brengen van het zandbed.
4 man voor het plaatsen der stukken, deze stonden onder leiding van eenen bekwamen metselaarsbaas.

10 man en 1 metselaarsbaas te zamen.

b. in bochten.

1°. bochten met eenen straal van de as van 3 M.

Op 3 à 4 M. van het bovenstroomsche einde van eene bocht werd het leggen van de bodemstukken op de gewone wijze gestaakt en eerst een recht stuk met twee sponningen gelegd, zoodanig dat de voorzijde van het benedenstroomsche einde op eenen afstand $= r\ tg.\ ^1/_2\ \alpha$ van het hoekpunt was verwijderd ($r =$ straal van de as, $\alpha =$ de wendingshoek); dit bodemstuk werd op de gewone wijze stroomopwaarts verlengd met 2 of 3 stukken en de thans in het rechte gedeelte overblijvende ruimte gesloten door een passtuk met 2 lippen, dat voor elke bocht afzonderlijk op maat werd gegoten. Daarna werd het rechte stuk geplaatst dat aan het benedenstroomsche einde van de bocht moest aansluiten; dit stuk had eveneens twee sponningen en werd zoo gelegd, dat het einde van de bovenstroomsche sponning op eenen afstand van $r\ tg.\ ^1/_2\ \alpha + 5$ c.M. van het hoekpunt kwam. Dit stuk werd door 2 of 3 gewone bodemstukken in de nieuwe rechte strekking vastgelegd. Bij het plaatsen van het benedenstroomsche aansluitingstuk werd de fout weggenomen, die in het peil van den rioolbodem zoude komen, door het peil van het buiten de as staande hoekpunt ook als voor den benedenstroomschen tak geldende aan te nemen (zie pagina 3) en geschiedde dit door het richttouw hooger aan den in den piket geslagen draadnagel te bevestigen. Alsnu kon bovenstrooms beginnende tot het leggen van de bochtstukken worden overgegaan.

De juiste ligging werd door eenen, langs de binnenzijde van de bocht aangelegden mal, die ook over een

recht gedeelte van circa 2.5 M. lengte doorliep, gecontroleerd; de helling werd bepaald door plaatsen van een luchtbelwaterpas, waarvan de uitwijking van te voren berekend was.

De bocht werd voltooid door een sluitstuk met 2 lippen dat 5 c.M. meer werkende lengte had dan de andere bochtstukken, daar het uit denzelfden vorm als deze was verkregen door het gebruik van twee sponninglatten; om die reden werd het beneden aansluitingstuk 5 c.M. verder van het hoekpunt gelegd dan het laatste rechte bovenstroomsche stuk ($r\ tg.\ ^1/_2\ \alpha + 5\ c.M.$ in plaats van $r\ tg.\ ^1/_2\ \alpha$). Zooals bij de beschrijving van de vormen reeds is gezegd waren de lippen en sponningen niet volgens den straal doch recht afgesloten, de bocht werd zoodoende verlengd met een nagenoeg recht gedeelte van 5 c.M., wat bij den betrekkelijk grooten straal van 3 M. geene bezwaren had.

Alle gewone bochtstukken verkregen de lip aan dezelfde zijde; om echter daarmede zoowel linksche als rechtsche bochten te leggen werd, hetzij, zooals boven beschreven van boven naar beneden of omgekeerd gewerkt, doch moest bij het plaatsen der aansluitingstukken er op gelet worden, dat waar het gebogen sluitstuk kwam, de afstand tot het hoekpunt 5 c.M. meer moest bedragen dan waar het leggen van de bochtstukken zoude aanvangen.

2e. bochten met den straal van 0.76 M. Deze waren steeds in één stuk gegoten, voor het leggen van deze behoefde slechts aan eene zijde een recht aansluitingstuk met 2 sponningen geplaatst te worden. De afstand van dit stuk tot het hoekpunt bedroeg $\frac{\pi\ r'}{2} + 5$ c.M. en werd, naargelang het een linksche of rechtsche bocht gold, beneden- of bovenstrooms van de bocht gelegd. Om het bochtstuk in de goede helling te krijgen werd aan het vrije einde in de rioolas een piket op de juiste hoogte ingeslagen en dan met rij en waterpas het stuk gecontroleerd.

c. Storthellingen.

Weder werd het leggen van de gewone bodemstukken op 3 à 4 M. boven de storthelling gestaakt; daarna benedenstrooms van het te plaatsen storthellingstuk een bodemstuk met 2 sponningen gelegd en dit naar beneden met een paar stukken verlengd, vervolgens het storthellingstuk gelegd met de lip in de nog vrij zijnde sponning van het eerstgemelde stuk en daarna stroomopwaarts voortgewerkt tot eindelijk de overblijvende opening door een passtuk met 2 lippen gesloten werd.

Bij in twee deelen verdeelde storthellingen werd eerst de benedenstroomsche en 2 M. verder de bovenstroomsche helft gelegd.

3e. het hellend rioolgedeelte onder 4 aanleg op 1 hoogte.

Dit werd aan het boveneinde begrensd door een bodemstuk met 2 sponningen, dat door een passtuk met 2 lippen aan den reeds gelegden bodem aansloot. Het eerste stuk van de helling had eene bizondere lip (fig. 8 Plaat II) terwijl het einde van de helling door een dergelijk stuk werd gevormd, er tusschen lagen gewone stukken.

d. Overgangstukken van het eivormige in het rechthoekige profiel en omgekeerd.

Tusschen een overgangsstuk van het eivormige in het rechthoekige profiel en omgekeerd lag steeds een gemetseld rioolgedeelte.

Voor het leggen van de overgangsstukken werd boven respectievelijk benedenstrooms een bodemstuk met 2 sponningen geplaatst; het eerste op de gewone wijze door een passtuk met 2 lippen aan het reeds gelegde riool aangesloten, het laatste benedenwaarts met gewone stukken verlengd.

De eerstgenoemde overgangsstukken werden dan op de gewone wijze gelegd, de andere als storthellingstukken. Voor behoorlijke verbinding van het betonstuk aan het metselwerk werd het stuk zoo lang gemaakt dat het op een steensdikte (6.5 c.M.) van de as van den muur eindigde (fig. 11 en 12 Plaat III). Om onderloopsheid te voorkomen werd het gietstuk gelegd op eenen gemetselden dorpel, breed $1^1/_2$ à 2 steen, hoog circa 50 c.M.; tusschen den drempel en het betonstuk werden een paar houten wiggen geslagen om het onder de goede helling te krijgen en de voeg met eene stijve brij van 1 deel Portlandcement op 1 deel zand met wat fijn grind gevuld; deze specie werd zoo diep mogelijk in de voeg gedreven.

De lip van het betonstuk was, waar mogelijk, zoo hoog dat de onderste platte laag van den gemetselden rioolbodem er onder greep, zoodat geene doorgaande voegen ontstonden (fig. 11 Plaat III).

Maken van de zijwanden van het riool.

De zijwanden werden op den reeds gelegden bodem gegoten, tusschen houten vormen welke ieder eene lengte van 1 M. hadden. In fig. 4 Plaat III is eene dwarsdoorsnede over het riool in licht profiel geteekend, op het oogenblik dat het gieten van de zijwanden zal beginnen. De houten- vormen der zijwanden bestonden uit eenen binnen en twee buitenvormen. De eerste was een ton bestaande uit drie planken dik 3 c. M., aan elkander verbonden door een bovenkruis, 2 binnenkruizen en eene 5 c. M. dikke belatting, welke laatste de binnenwelflijn van den te gieten zijwand volgde. Tegen de buitenste planken was eene klamp gespijkerd om den vorm te kunnen lichten, terwijl aan de onderzijde de planken eene inkeping hadden, zoodat tusschen den vorm en den bodem eene kleine wig kon geslagen worden. Elke buitenvorm bestond eveneens uit drie planken dik 3 c. M. door schoren en eene 5 c. M. dikke belatting aan elkander verbonden, welke laatste de buitenwelflijn vanhet profiel volgde; tegen het ondereinde was eene sponninglat van 3 × 4 c. M. geschroefd. In geval het profiel aan de

buitenzijden een recht beloop had, werden de latten van 5 × 5 c. M. vervangen door eene 3 c. M. dikke beplanking (fig. 2 Plaat III). Alle verbindingen waren zooveel doenlijk met bandijzer versterkt.

Voor de verschillende dwarsprofielen, bochten, storthellingen, overgangen enz. waren niet minder dan 69 vormen noodig, niettegenstaande bij bochten enz. de vormen zoo groot werden gemaakt, dat door verplaatsen van onderdeelen ook kleinere stukken bocht konden worden gegoten. Voor rechte rioolgedeelten werd o. a. het volgende aantaal vormen gebezigd

10 stuks binnenvormen,
20 „ buitenvormen voor gewoon licht profiel,
10 „ buitenvormen voor te lood staande zijwanden,
5 „ buitenvormen voor schuine zijwanden,

45 „ te zamen.

De overige 24 stuks dienden voor bochten, overgangen, storthellingen, enz.

Het ineenzetten van de vormen en gieten van de zijwanden geschiedde als volgt:

Terwijl een gedeelte van het werkvolk bezig was met lossen van het den vorigen dag gegoten riooleinde werd de bodem van het nieuw te gieten stuk zorgvuldig schoongemaakt, gewasschen, de voegen uitgekrabd en deze volgegoten met eene dunne specie van 1 deel Portlandcement op 1 deel zand. Daarna werden de schoongemaakte en met groene zeep ingesmeerde binnenvormen op den rioolboden gezet en onderling door drie ijzeren bouten verbonden nadat hun bovenvlak met een waterpas over de breedte horizontaal was gesteld. Hierna werden de buitenvormen geplaatst met hunne sponninglat rustende in eene, langs het bodemstuk gelegde rib, die door houten klossen tegen den wand van de ontgraving was gestempeld; het aanbrengen dezer stempels moest om verschuiven van het bodemstuk te voorkomen gelijktijdig ter rechter — en linkerzijde geschieden. Buiten en binnenvormen werden daarna door klampen k (zie fig. 4 en 2 Plaat III) aan elkander verbonden; in deze klampen waren inkepingen gemaakt welker afstand ab juist gelijk was aan de bovenbreedte, die de zijwand moest verkrijgen; door wiggen werden deze klampen aangedreven en vervolgens de buitenvormen door bouten aan elkander geschroefd. Om den vasten stand van de geheele stelling te verzekeren, werden de boveneinden der buitenvormen nog gestempeld tegen den zijwand van de ontgraving. Ten einde het te gieten stuk in de lengte richting te begrenzen, werden tusschen buiten — en binnenvormen plankjes gebracht als voorgesteld in fig. 9 van Plaat III; deze werden door klossen vastgezet; de op verschillende tijdstippen gegoten gedeelten sloten dus met gelijke sponningen en ribben aan elkander als de dekstukken op de zijwanden.

Nadat de vormen gesteld waren werden de bodemstukken nat gemaakt. Het beton werd uit de mortelloods aangevoerd in DÉCAUVILLE stortwagentjes, ter plaatse van bestemming gekomen nog eenmaal in de wagens met patjols dooreen gewerkt en met schepmandjes tusschen de vormen gestort in lagen van 10 à 15 c. M. dikte die zorgvuldig werden aangestampt.

Hierbij werd er in het bizonder op gelet dat zich langs het eindvlak van den vroeger gegoten zijwand een dun laagje specie naar boven werkte ten einde goede aansluiting te verkrijgen. De vormen werden gevuld met eenen kop van 1 of 2 c. M. en het betonslib onmiddellijk verwijderd. Moest het riool worden overdekt dan werden, na de vulling de klampen paarsgewijze weggenomen en vervangen door een raamwerk (fig. 10 van Plaat III), bestaande uit 3 plankjes, door latten verbonden, en waartegen eene halfcirkelvormige lat was gespijkerd; deze raamwerken konden met wiggen tegen de vormen gekneld worden en werden met kracht in het beton gedrukt.

De versch gegoten zijwand werd overdekt, gedurende een half uur aan zich zelf overgelaten en daarna het bovenvlak gelijk gestreken. Den volgenden morgen werden de vormen gelost. Daartoe werden eerst de klampen of de raamwerken voor bovensponningen verwijderd, de bouten die de binnenvormen aan elkander koppelden losgeschroefd en de eindplankjes tusschen buiten en binnenvorm losgemaakt. Door in de inkeping van de voorste plank van den binnenvorm eene wig te drijven, werd die vorm aan de eene zijde gelicht tot hij geheel vrij was van den betonwand, twee koelies konden hem dan voorzichtig verticaal uitlichten zonder den wand te beschadigen. Nadat alle binnenvormen waren verwijderd, werden de houten stempels tusschen buitenvorm en ingraving voorzichtig losgeslagen, de koppelbouten van de buitenvormen losgeschroefd, door het indrijven van eene wig tusschen het bodemstuk en de rib de buitenvorm geheel vrij gemaakt, waarna deze door achter uitkantelen verwijderd kon worden. Alle vormen werden daarna onmiddelijk schoongemaakt met stroowisschen. De pas gegoten wand werd na het lossen van de vormen met troffels glad gewreven; indien het gieten met de noodige zorg was geschied behoefden de wanden niet gepleisterd te worden.

Voor het gieten van de zijwanden waren te werk gesteld:
2 metselaars voor het afwrijven van pas gegoten stukken en volzetten van de voegen van de bodemstukken.
10 koelies voor lossen en stellen van de vormen, schoonmaken en inzeepen daarvan, aanvoeren van het beton en gieten.

12 man te zamen onder toezicht van eenen metselaarsbaas.

Bij het gieten van de zijwanden werd het volgende in acht genomen:

1°. Van wanden in licht profiel werd steeds 10 M[1], van die in zwaar profiel 5 M. in één stuk gegoten.

2e. De nieuw gegoten wand mocht nimmer eindigen boven eene voeg tusschen 2 bodemstukken.

3e. Van eene bocht die uit meerdere stukken moest gegoten worden, werd het eerste stuk tegelijk gemaakt met een recht gedeelte van den bovenstroomschen tak, een ander gedeelte met den benedenstroomschen tak en werd de lengte van die deelen zoo gekozen dat, voor het dan nog overblijvende deel een geheel aantal gebogen vormen kon gebezigd worden.

Bochten met den kleinen straal van 0.76 M. werden steeds gegoten tegelijk met een recht stuk boven- en benedenstrooms.

4e. Storthellingen werden tegelijk met een rechtgedeelte van 5 M. lengte boven- en evenveel benedenstrooms gegoten.

5e. Bij overgangen van licht in zwaar profiel werden zooveel bodemstukken zwaar profiel gelegd, dat de lichte rioolwand er 0.50 M. over doorging; steeds werd een deel van het zware profiel gelijktijdig gegoten met een deel licht profiel, zoodat op de aansluiting geen voeg ontstond.

6e. Bij overgangen van het eivormige in het rechthoekige profiel of omgekeerd werd het overgangstuk tegelijk met 7 of 8 M. gewoon riool gegoten.

7e. Het eindvlak van een reeds gegoten stuk werd, vóór een nieuw deel daartegen aansloot, zorgvuldig afgekrabd, en nat gemaakt zoodat alle zeep die er nog van het afsluitplankje aan konde kleven verwijderd was. Hieraan en aan het overdekken der voegen na de voltooiing moest de grootste zorg besteed worden, omdat gebleken was dat bij minder zorgvuldige behandeling op deze plaats scheuren konden ontstaan.

Wanneer de zijwanden gereed waren werd de ontgraving schoongemaakt en aangevuld tot gelijk met den bovenkant van de bodemstukken.

De nieuwe zijwand werd door een afdakje tegen de zonnewarmte beschut en gedurende 4 dagen iederen dag twee maal met water begoten en daarna geheel onder water gezet waartoe een aarden dam in de ingraving werd opgeworpen.

Veertien dagen na het gieten werd de ontgraving aangevuld tot gelijk met den bovenkant van de zijwanden, en konden in de opengedeelten de aarden taluds afgegraven en met plakzoden belegd worden.

Plaatsen van de dekstukken.

a. halfcirkelvormige dekstukken.

Een galg met *Westonsche* differentiaal takel en tweearmige tang werd geplaatst boven de uitgraving bij het begin van een te overdekken rioolgedeelte.

Het te leggen dekstuk werd op het aanvoerspoor gereden tot boven de uitgraving waar de galg was opgesteld, en, in het midden hangend tusschen de tangarmen, nedergelaten op een bok die in zijn hoogsten stand was opgevijzeld (fig. 3 Plaat III).

Deze bok, die voortbewogen werd op *Décauville* rails, geplaatst in het riool, bestond uit eene houten plaat, rustende op twee assen met raderen, en waarin twee moerbussen van bankschroeven bevestigd waren; de zich daarin bewegende vaarschroeven droegen eene tweede, van boven cilindervormig afgewerkte plaat, waarvan de beweging werd geleid door twee ribben die door openingen in de onderplaat schoven.

Het dekstuk werd nu naar zijne plaats gereden en door beide bankschroeven gelijktijdig neer te draaiën, (een van de koelies hurkte in het reeds overdekte riool) en tegelijk den bok aan te drukken, op de zijwanden, waarvan het bovenvlak te voren was bestreken met eene specie van 1 deel zand en 1 deel Portland cement, neergelaten, waarna de bok werd teruggetrokken. De lip van het pasgelegde stuk rustte in de sponning van het voorgaande en de bok werd zoo ver voortgereden, dat bij het dalen de vlakken van de aansluitende stukken langs elkandergleden. Onmiddelijk nadat een stuk was gelegd werd de halfcirkelvormige voeg volgegoten met eene specie van Portland cement en zand.

Bij het indekken van rechte riooleinden werd begonnen aan het tegenovergestelde einde waar de galg stond met een dekstuk met eene sponning en zonder lip, en geeindigd met een stuk met eene lip doch zonder sponning; het laatstgenoemde werd niet korter dan 0.25 M. gemaakt. Voor dekstukken in bochten kwam de bok niet geheel tot zijn recht doch moesten de stukken na zoover mogelijk te zijn gereden, door vier koelies op hun plaats worden gebracht, waarna 1 of 2 man, het stuk op hunnen rug dragende, het nauwkeurig stelden. Bij bochten tusschen twee overdekte rechte einden, werd eerst een recht dekstuk met twee sponningen gelegd, zoodanig dat eene sponning in de bocht viel, daarna dat rechte gedeelte ingedekt, de galg verplaatst, vervolgens de bocht en ten slotte het andere rechte einde van dekstukken voorzien.

Op de einden der overdekte gedeelten werden lage borstweringmuurtjes opgetrokken.

b. kwartcirkelvormige dekstukken.

Deze konden mede niet geheel met den bok geplaatst worden, doch werden door twee man op den rug getild en zoo gesteld. De muur waartegen het stuk moest aansluiten (zie Plaat I fig. 5 en 6), was te voren zoo hoog opgemetseld dat het boveneinde van het betonblok er juist op konde rusten; na plaatsing er van werd de muur onmiddelijk hooger opgetrokken.

Kostenberekening.

Volgens gedurende het werk gemaakte aanteekeningen zijn aan het riool voor zooverre het in beton is uitgevoerd de volgende sommen ten koste gelegd; alle bedragen tot guldens afgerond:

OMSCHRIJVING.	Gereed geld.		Materialen uit 's lands voorraad.	
	Gulden	cts.	Gulden	cts.
Voor het oprichten van eene werkloods en eene droogloods ..	750	—	—	—
Voor zand en grindbakken benevens droogstellingen	50	—	—	—
Voor waschbakken, bak voor drooge menging van de specie.	46	—	—	—
Voor 5 stuks ijzeren betonmengtrommels, de stellingen daarvoor en 2 grindzeven	288	—	63	—
Voor het maken en vermaken van alle houten gietvormen voor bodem-dekstukken en zijwanden:				
aan hout 18.114 M³ à *f* 64.75.....	1173	—	—	—
„ werkloon en brandstof ..	1620	—	—	—
„ divers-ijzer- en houtschroeven.....	—	—	31	—
Voor hulpwerktuigen (galg, bok, loopkraan enz.).....	36	—	5	—
Voor het maken van de ontgraving	348	—	—	—
Voor het gieten van bodem- en dekstukken, vervoeren en plaatsen van de bodemstukken benevens gieten van de zijwanden:				
aan werkloon.....	4254	—	—	—
„ aanvullingszand onder de bodemstukken 170 M³ à *f* 1.40.—	238	—	—	—
„ metselzand voor beton 110 M³ à *f* 1.90.....	209	—	—	—
„ grind 325 M³ à *f* 2.34 (kostprijs vermeerderd met de onkosten voor de zifting).....	760	—	—	—
„ Portland cement 1140 vaten à *f* 10.—.....	—	—	11400	—
„ groene zeep.....	250	—	—	—
„ mislukte gietstukken (waarde ca. 3½ % van de gebruikte).....	32	—	390	—
Voor afdekken van het riool met betondekstukken of stukken natuurlijke steen, aanvullen van de ontgraving, bijwerken van de taluds, maken van de inlaatsluis en van de bekleedingsmuurtjes; vervoer van overtollige grond, dichten van de voegen in bodem- en dekstukken en bijwerken van beschadigde deelen:				
aan werkloon.....	1819	—	—	—
„ 168.32 M. riooldekstukken van bekapte rivierstenen à *f* 3.18.....	535	—	—	—
„ Portland cement 174 vaten à *f* 10.—.....	—	—	1740	—
„ steenen, zand, enz.....	848	—	—	—
Te zamen....	13256	—	13629	—
Totaal Generaal....	*f* 26885.—			

Op transportkosten voor vervoeren van het Portland cement van *Semarang* naar *Magelang* is nog niet gerekend, deze zullen later worden besproken.

Voor de bovenvermelde som is gemaakt:

804 M. riool van het profiel van fig. 1 Plaat I (rechter helft) z. g. licht profiel; inhoud betonprofiel = 0.283 M².

67 M. idem van het profiel van fig. 2 Plaat I z. g. zwaar profiel; inhoud betonprofiel = 0.624 M².

11.5 M. idem van het profiel van fig. 3 Plaat I; inhoud betonprofiel = 0.928 M².

13.9 M. idem van het profiel van fig. 4 Plaat I; inhoud betonprofiel = 0.704 M².

8.2 M. idem van het profiel van fig. 5 Plaat I; inhoud betonprofiel = 0.668 M². (zonder de dekstukken).

28 M. idem van het profiel van fig. 6 Plaat I; inhoud betonprofiel = 0.556 M². (zonder de dekstukken) en

22.9 M. idem van het profiel van fig. 7 Plaat I; inhoud betonprofiel 0.816 M².

955,5 M. riool te zamen, waarvan 194 M. overdekt met half- of kwartcirkelvormige gebogen betonstukken en 168.32 M. met stukken natuurlijke steen; de gezamenlijke inhoud van het gebezigde beton (in het werk gemeten) is 360 M³.

De kosten hebben dus bedragen voor het geheel afgewerkte riool:

per strekkende meter lengte..... *f* 28.14
„ kubieke „ beton inhoud... „ 74.68

Om vergelijking mogelijk te maken volgt hieronder eene opgave van de dagloonen van het werkvolk dat aan het riool gearbeid heeft t. w.:

een timmermansbaas..... *f* 1.—
„ bekwame timmerman..... „ 0.80
„ timmerman voor eenvoudig werk. „ 0.70 en 0.60
„ metselaarsbaas..... „ 1.—
„ metselaar..... „ 0.70 „ 0.60
„ smidsbaas..... „ 1.40
„ smid..... „ 1.— „ 0.80
„ koelie..... „ 0.30
„ idem voor zeer eenvoudig niet zwaar werk..... „ 0.25

n.b. alle vaste koelies bij het riool kregen *f* 0.30 per dag.

Als tot dit onderdeel behoorende volgen hier eenige gegevens omtrent den tijd benoodigd geweest voor sommige werkzaamheden aan het riool:

1e. *Gieten van bodem- en dekstukken.*

De gewone ploeg van 34 man (zie pagina 9) moest de volgende stukken maken:

6 bodemstukken licht profiel
2 idem zwaar profiel
1 recht halfcirkelvormig dekstuk lang 1 M.
1 gebogen idem idem „ 0.675 „
1 recht kwartcirkelvormig idem „ 1 „

---

11 stukken te zamen

en gebruikte daarvoor den volgenden tijd:

lossen en keeren van den vorigen dag gegoten bodem- en dekstukken ..... 2 uur.
wasschen en schoonmaken van de vormen... 1/2 „
ineenzetten en inzeepen van de vormen ..... 2 „
maken van het beton (waaronder ook dat, bestemd voor de zijwanden) en gieten van bodem- en dekstukken..... 3 „

na het ineenzetten van de vormen verliep 1/2 uur voor de eerste betonspecie gereed was.

Verbruikt waren 23 molen ladingen beton en wel:

voor de 6 vormen licht	profiel	9	ladingen
„ „ 2 „	zwaar „	7 1/2	„
„ „ dekstukken		6 1/2	„
te zamen....		23	„

2e. *Leggen van bodemstukken.*

Door de op pagina 10 genoemde ploeg van 1 metselaar en 10 man werden gelegd in eenen werkdag van 9 1/2 uur:

14—16 bodemstukken licht profiel in rechte strekkingen of
6—8 bodemstukken zwaar profiel in rechte strekkingen of
1 bocht van 90° met den straal van 3 M.

Onder deze werkzaamheden is begrepen het vervoer van de stukken over ongeveer 250 M. afstand en het in orde brengen van het zandbed.

Het leggen van een storthellingstuk vorderde 2 uur tijd, evenzooveel het leggen van een overg ngstuk van het rechthoekige in het eivormige profiel of omgekeerd, het laatste zonder het metselen van den steenen drempel (fig. ss. Plaat III).

3e. *Gieten van de zijwanden.*

Door eene afzonderlijke ploeg van 2 metselaars en 10 koelies (zie pagina 12) werden voor het maken van 8 M. zijwand in licht profiel gebezigd:

Voor het lossen van het den vorigen dag gegotene, afwasschen en inzeepen van de vormen..... 2 1/2 *uur*.
weder in elkander zetten van de vormen... 2 „
gieten en afwerken waaronder begrepen het vervoeren van het beton over ongeveer 250 M. afstand ..... 5 „
verbruikt waren 25 molenladingen betonspecie, aangemaakt door de sub 1 genoemde ploeg koelies.

Voor gieten en afwerken van 6 M. zijwand in zwaar profiel, dus zonder stellen en lossen van de vormen was noodig..... 7 1/4 „
(vervoer als boven); verbruikt waren 37 molenladingen beton.

Voor gieten en afwerken van 5 M. zijwand volgens het profiel van fig. 7 Plaat I, verder geheel als boven..... 7 *uur*
verbruikt waren 40 molenladingen beton.

4e. *Maken van de beton specie.*

Door 25 van de sub 1 genoemde ploeg van 34 koelies werd met 5 molens gemaakt eene hoeveelheid van 48 molenladingen of

$$48 \times 0.0625 = 3 \text{ M}^3.$$

beton, in 5 1/2 *uur* tijd.

Daaronder is niet begrepen de droge en de voorloopige natte menging van het zand en het Portland cement.

Het vervoer van het beton geschiedde steeds in stortwagentjes op een *Decauville* spoor.

Besluit.

Eene vergelijking van de kosten van betonriolen met die in metselwerk is in het algemeen niet wel mogelijk, aangezien verscheidene factoren welke grooten invloed hebben niet goed onder cijfers zijn te brengen.

In de voornaamste plaats geldt deze opmerking de duurzaamheid der constructie.

Een betonriool biedt zeer veel weerstand aan de inwerking van riool vochten. *Het Bouwkundig Weekblad* van den 9e Juli 1889 bevat dienaangaande eene zeer merkwaardige mededeeling van de Afdeeling *'s Gravenhage* der Maatschappij tot *Bevordering der Bouwkunst* als antwoord op eene vraag „welke resultaten men heeft ver„kregen door de toepassing van riolen en beerputten ver„vaardigd uit cement en grind".

Men leest daar o. a.:

„Bij het leggen van eene nieuwe rioolleiding hier ter „stede, waarvoor een oud gedeelte, uit Portland cement „beton vervaardigd riool, dat verscheidene jaren gelegen „had, opgeruimd moest worden, heeft men gelegenheid „gehad dat oude riool deugdelijk te onderzoeken" en verder: „Voorts is bij dat onderzoek gebleken dat het vocht „slechts 1 c. M. diep in de wanden en den bodem van „het riool gedrongen was, terwijl het overige gedeelte „gaaf, droog en hard bevonden werd".

De hieruit getrokken conclusie:

„dat riolen en ook beerputten van Portland cement „beton vervaardigd, volkomen bestand zijn en blijven te„gen den invloed van faecaliën en rioolvochten" kan dan ook gereedelijk worden toegegeven. In het aangehaalde opstel wordt opgegeven voor de mengverhouding:

1 deel Portland cement.
3 deelen grind,

zijnde dit voldoende voor kleine eivormige riolen b. v. van 0.75 op 0.825 M., voor grootere vermeent de Afdeeling te moeten voorslaan:

1 deel Portland cement.
2 deelen grindzand,

d. i. zeer fijn grind; evenzoo voor dekstukken (rioolkappen).

De stedelijke rioleeringen voeren meestentijds uitsluitend faecale stoffen, urine, huishoudwater, straat vuil enz. af, alle stoffen welke op de rioolwanden, zij het dan ook zooals uit het bovenstaande volgt in geringe mate inwerken, en worden slechts periodiek d. i. bij regenbuien

doorgespoeld. Met het te *Magelang* gemaakte riool is dit niet het geval; wel komen dezelfde stoffen in het riool,- maar door den voortdurenden aanvoer van spoelwater worden zij onmiddellijk zóó verdund, dat van chemische werking op het beton wel geen sprake meer zal wezen.

Waar dus voor gewone rioleering reeds wordt aanbevolen een beton van:

1 deel Portland cement.
2 deelen zand.
3 deelen steenslag.

dus 1 cement op 5 bijmengselen (1) zoo rijst de vraag of de voor *Magelang* gekozene verhouding van 1 cement op 4 bijmengselen nog niet voor vermindering vatbaar is. Gebruikt men b. v. beton van de volgende samenstelling:

1 deel Portland cement.
2 deelen zand.
5 deelen grind,

dan geeft dit eene besparing van ongeveer *f* 4200.—, ongerekend het voordeelig verschil aan transportkosten van het cement.

(1) Zie *Heusinger van Waldegg*. Handbuch der Ingenieur wissenschaften 1e Ausgabe 3e Band pagina 192.

Veilig kan men zeggen dat het gemaakte riool, wat duurzaamheid betreft niets te wenschen zal overlaten en zeer weinig onderhoud zal vorderen; om te bepalen of de hier boven opgegeven zwakkere mengverhouding goed is, zoude een rioolgedeelte zoo moeten gemaakt worden. Zeker is het dat een gemetseld en gepleisterd riool zeer veel aan onderhoud kost, als ten minste het stelsel van open riolen moet gehandhaafd blijven; kleine scheurtjes zijn dan niet te vermijden, zij geven aanleiding tot inwateren en bij niet zeer nauwlettend en dus kostbaar toezicht, tot het zich ontwikkelen van plantengroei en tengevolge daarvan het aanhoudend bijpleisteren van beschadigde deelen.

Bij de berekening van de kosten van het betonriool zijn nog buiten beschouwing gelaten de uitgaven voor het vervoer van het Portlandcement van het naastbij gelegene Geniemagazijn te *Semarang* naar *Magelang;* deze kosten bedroegen ongeveer *f* 5600.—. Het cement moest eerst per spoor naar *Willem I*, (71 tariefkilometer) en van daar per kar naar het nog 24 paal ver verwijderde *Magelang* worden gebracht.

TABEL

VAN

DRUKHOOGTEVERLIEZEN EN SNELHEDEN

bij strooming van water in buisleidingen

samengesteld door het lid L. J. R. GEENE.

De tabel is afgeleid uit de formule van *Dupuit*

$$H = \left(\frac{Q}{20}\right)^2 \times \frac{l}{d^5}$$

waarin Q de hoeveelheid doorstroomend water in M^3. per sec.
l de lengte van de buis in M^1.
d de diameter in M^1.

Als toelichting op de tabel diene het volgende:

De formule geeft slechts voldoend nauwkeurige waarden wanneer de snelheid van het stroomend water in de buis blijft binnen de grenzen van 0.30 M. en 1.50 M. per secunde. Slechts voor snelheden binnen die grenzen zijn dan ook de drukhoogteverliezen berekend.

Ten einde echter den ontwerper van een buizennet in de gelegenheid te stellen dadelijk te kunnen beoordeelen in welke mate hij de grenzen overschrijdt bij de keuze van eene naastliggende, nauwere of wijdere buis is voor deze laatsten nog de stroomsnelheid berekend, waaruit de ontwerper zelf zal moeten concludeeren of hij die buiten de grenzen vallende snelheden in zijn ontwerp wenscht toe te laten.

Bij de samenstelling der tabel is verondersteld het gebruik van Engelsche getrokken ijzeren buizen met een diameter van $^1/_2$" tot $2^1/_2$" opklimmende met $^1/_2$" om in de meest gebruikelijke handelsmaten te blijven.

Boven een diameter van $2^1/_2$" zal men zelden meer getrokken buizen gebruiken en daarom is voor diameters boven die afmeting gerekend op het gebruik van gegoten ijzeren buizen volgens de duitsche normaaltafel.

De hoeveelheden doorstroomend water zijn gekozen opklimmende met $^1/_4$ L. per secunde tot aan eene hoeveelheid van $10^1/_4$ L. daarboven met $^1/_2$ L. teneinde de tabel te bekorten.

Voor de tusschenliggende waarden van Q kan het gevraagde door eenvoudige berekening gevonden worden uit de opgegeven waarden voor de halve hoeveelheid doorstroomend water.

De stroomsnelheid toch is evenredig met de hoeveelheid doorstroomend water en het drukhoogteverlies is evenredig met het vierkant van die hoeveelheid.

Zoo vinden we voor $Q = 10^1/_2$ en $\delta = 0.10$ $v = 2 \times 0.6684$ en $H = 4 \times 0.6891$. Het is om die reden dat voor $Q = 5^1/_4$ tot en met $Q = 10^3/_4$ de tabel is berekend tot en met de halve grenswaarde van $v = 0.30$ M.

Bij de samenstelling der tabel is voorts geen rekening gehouden met den zekerheidscoefficient voor aanzetting der buizen, die wordt gesteld op 1 tot 2 afhankelijk van den aard van het doorstroomend water.

Q	v.	d									
	H.	1/2"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	0.075	0.10	0.125		
1/4	v.	1.9736	0.4934	0.2193							
	log.v	0.29525	9.69319	9.34101							
	H.	47.296	1.478								
1/2	v.	3.9471	0 9868	0.4386	0.2467						
		0.59628	9.99422	9.64204	9.39216						
	H.		5.912	0 7784							
3/4	v.	5.9206	1.4802	0.658	0.3700	0.1698					
		0.77237	0.17031	9.81813	9.56825	9.22985					
	H.		13.302	1.7517	0.4157						
1	v.		1.9736	0.8771	0.4934	0.3158	0.2264				
			0.29525	9.94307	9.69319	9.49937	9.35479				
	H.		23.648	3.1142	0.7390	0.2422					
1 1/4	v.		2.4670	1.0965	0.6167	0.3947	0.2829				
			0.39216	0.03998	9.79010	9.59628	9.45170				
	H.			4.8659	1.1547	0.3784					
1 1/2	v.		2 9603	1.3157	0.7401	0.4737	0.3395	0.1910			
			0.47134	0 11916	9.86928	9 67546	9.53088	9.28100			
	H.			7.0078	1.6627	0.5448	0.2370				
1 3/4	v.			1.535	0.8634	0.5526	0.3961	0.2228			
				0.18611	9.93623	9.74241	9.59783	9.34795			
	H.			9.5372	2.2632	0.7416	0.3226				
2	v.			1 7543	0.9868	0.6316	0.4527	0.2546			
				0.24410	9.99422	9.80040	9.65582	9.40594			
	H.				2.956	0.9686	0.4214				
2 1/4	v.			1.9736	1.1101	0.7105	0.5093	0.2865			
				0.29525	0.04537	9.85155	9.70697	9.45709			
	H.				3.7411	1.2259	0.5333				
2 1/2	v.			2.1929	1.2335	0.7894	0.5659	0.3183	0.2037		
				0.34191	0.09113	9.89731	9.75273	9.50285	9.30903		
	H.				4.6187	1.5134	0.6584	0.1563			
2 3/4	v.			2.4121	1.3568	0.8684	0.6225	0.3501	0.2241		
				0.38240	0.13252	9.93870	9.79412	9.54424	9.35042		
	H.				5.5886	1.8313	0.7967	0.1891			
3	v.			2.6314	1.4802	0.9473	0.6791	0.3820	0.2445		
				0.42019	0.17031	9.97649	9.83191	9.58203	9.38821		
	H.				6.6509	2.1794	0.9482	0.2250			
3 1/4	v.				1.6035	1.0262	0.7356	0 4138	0.2648		
					0.20507	0.01125	9.86667	9.61679	9.42297		
	H.				7.8055	2.5577	1.1128	0.2641			
3 1/2	v.				1.7269	1.1052	0.7922	0.4456	0.2852		
					0.23726	0.04344	9.89886	9.64898	9.45516		
	H.					2.9664	1.2906	0.3063			

N.B. In de tabel is H berekend per 100 M¹ buis en evenals v in meters uitgedrukt; Q is vermeld in liters per secunde; *d* in Eng. duimen tot en met 2 1/2"; daarboven van af 0.075 in Meters.

Q	v. / H.	d									
		2″	2½″	0.075	0.10	0.125	0.15	0.175	0.20	0.225	0.25
	v.	1.8502	1.1841	0.8488	0.4775	0.3056	0.2122				
	log.v	0.26722	0.07340	9.92882	9.67894	9.48512	9.32676				
3¾	H.		3.4053	1.4815	0.3516	0.1152					
	v.	1.9736	1.3631	0.9054	0.5093	0.326	0 2264				
		0.29525	0.10143	9.95685	9.70697	9.51315	9.35479				
4	H.		3.8745	1.6856	0.4000	0.1311					
	v.	2.0969	1.342	0.9620	0.5411	0.3463	0.2405				
		0.32158	0.12776	9.98318	9.73330	9.53948	9.38112				
4¼	H.		4.3739	1.9029	0.4516	0.1480					
	v.	2.2202	1.421	1.0186	0.5730	0.3667	0.2546				
		0.34640	0.15258	0.00800	9.75812	9.56430	9.40594				
4½	H.		4.9036	2.1334	0 5062	0.1659					
	v.	2.3436	1.4999	1.0752	0.6048	0.3871	0.2688				
		0 36988	0.17606	0.03148	9.78160	9.58778	9.42942				
4¾	H.		5.4635	2.3769	0.5641	0.1848					
	v.		1.5789	1.1318	0.6366	0.4074	0.2829				
			0.19834	0.05376	9.80388	9.61006	9.45170				
5	H.		6.0539	2.6338	0.6250	0.2048					
	v.		1.6578	1.1884	0.6684	0.4278	0.2971	0.2183	0.1671	0.1320	
			0.21953	0.07495	9.82507	9.63125	9.47289	9 33899	9.22301	9.12071	
5¼	H.			2 9037	0.6891	0.2258	0.0907	0.0420	0.0215		
	v.		1.7367	1.2449	0.7003	0.4482	0.3112	0.2287	0.1751	0.1383	
			0.23973	0.09515	9 84527	9.65145	9.49309	9 35919	9.24321	9.14091	
5½	H.			3.1868	0.7562	0.2478	0.0996	0 0461	0.0236		
	v.		1.8157	1.3015	0.7321	0.4686	0 3254	0 2391	0.1830	0.1446	
			0.25904	0.11446	9.86458	9.67076	9.51240	9.37850	9.26252	9 16022	
5¾	H.			3.4832	0.8266	0.2709	0 1089	0.0504	0.0258		
	v.		1.8946	1.3581	0.7639	0.4889	0.3395	0 2494	0.1910	0.1509	0.1222
			0.27752	0.13294	9.88306	9.68924	9.53088	9 39698	9.28100	9.17870	9 08718
6	H.			3.7926	0.9000	0.2949	0 1185	0.0548	0.0281	0 0156	
	v.		1.9735	1.4147	0 7958	0.5093	0.3537	0.2598	0 1989	0.1572	0.1273
			0.29525	0.15067	9.90079	9 70697	9.54861	9.41471	9 29873	9.19643	9.10491
6¼	H.			4.1153	0.9766	0.3200	0.1286	0 0595	0.0305	0.0169	
	v.		2.0525	1.4713	0.8276	0.5297	0.3678	0.2702	0.2069	0.1635	0.1324
			0.31228	0.16770	9.91782	9.72400	9.56564	9.43174	9.31576	9.21346	9.12194
6½	H.			4.4510	1.0562	0.3461	0 1391	0.0464	0.0330	0.0183	
	v.			1.5279	0.8594	0.5500	0.3820	0.2806	0.2149	0.1698	0.1375
				0.18409	9.93421	9.74039	9.58203	9.44813	9.33215	9.22985	9.13833
6¾	H.			4.800	1.1391	0.3732	0.1500	0.0694	0 0356	0.0198	
	v.			1.5845	0.8913	0.5704	0.3961	0.2910	0.2228	0.1761	0.1426
				0.19989	9.95001	9.75619	9.59783	9.46393	9.34795	9.24565	9.15413
7	H.				1.225	0.4014	0.1613	0.0746	0.0383	0.0212	

Q	v. H.	d									
		0.075	0 10	0.125	0.15	0.175	0.20	0.225	0.25	0.275	0.30
	v.	1.6411	0.9231	0.5908	0.4103	0.3014	0.2308	0.1823	0.1477		
	log.v	0.21513	9.96525	9.77143	9.61307	9.47917	9.36319	9.26089	9.16937		
7 1/4	H.		1.3141	0.4306	0.1730	0.0801	0.0411	0.0228			
	v.	1.6977	0.9549	0.6112	0.4244	0.3118	0.2387	0.1886	0.1528	0.1263	
		0.22985	9.97997	9.78615	9.62779	9.49389	9.37791	9.27561	9.18409	9.10131	
7 1/2	H.		1.4062	0.4608	0.1852	0.0857	0.0439	0.0244	0.0144		
	v.	1.7542	0.9868	0.6315	0.4386	0.3222	0.2467	0.1949	0.1579	0.1305	
		0.24409	9.99421	9.80039	9 64203	9.50813	9.39215	9.28985	9.19833	9.11555	
7 3/4	H.		1.5016	0.4920	0.1977	0.0915	0.0469	0.0260	0.0154		
	v.	1.8108	1.0186	0.6519	0.4527	0.3326	0.2546	0.2012	0.1630	0.1347	
		0.25788	0.00800	9.81418	9.65582	9.52192	9.40594	9.30364	9.21212	9.12934	
8	H.		1.6000	0.5243	0 2107	0.0975	0.0500	0.0277	0.0164		
	v.	1.8674	1 0504	0.6723	0.4669	0.3430	0.2626	0.2075	0.1681	0.1389	
		0.27124	0 02136	9.82754	9.66918	9.53528	9.41930	9.31700	9.22548	9.14270	
8 1/4	H.		1.7015	0.5576	0 2241	0.1037	0.0532	0.0295	0.0174		
	v.	1.9240	1.0823	0 6926	0.4810	0.3534	0.2706	0.2138	0.1732	0.1431	
		0.28421	0 03433	9 84051	9.68215	9.54825	9.43227	9.32997	9.23845	9.15567	
8 1/2	H.		1.8063	0 5919	0.2379	0.1100	0.0565	0.0313	0.0185		
	v.	1.9806	1.1141	0.7130	0.4952	0.3638	0.2785	0.2201	0.1783	0.1473	
		0.29680	0.04692	9.85310	9.69474	9.56084	9.44486	9.34256	9.25104	9.16826	
8 3/4	H.		1.9141	0 6272	0.2521	0.1166	0.0598	0.0332	0.0196		
	v.	2.0372	1.1459	0.7334	0 5093	0.3742	0.2865	0.2264	0.1833	0.1515	0.1273
		0.30903	0 05915	9.86533	9.70697	9.57307	9.45709	9.35479	9.26327	9.18049	9.10491
9	H.		2 0249	0 6635	0.2667	0.1234	0.0633	0.0351	0.0207	0.0129	
	v.	2.0937	1.1777	0.7538	0 5234	0.3846	0.2944	0.2326	0.1884	0.1557	0.1309
		0.32093	0 07105	9.87723	9 71887	9.58497	9.46899	9.36669	9.27517	9.19239	9.11681
9 1/4	H.		2.1391	0.7009	0 2817	0.1303	0.0668	0.0371	0.0219	0.0136	
	v.	2.1504	1.2095	0.7741	0.5376	0.3950	0.3024	0.2389	0.1935	0.1599	0.1344
		0.33251	0 08263	9.88881	9.73045	9.59655	9.48057	9.37827	9.28675	9.20397	9.12839
9 1/2	H.		2.2562	0.7393	0 2971	0.1375	0.0705	0.0391	0.0231	0.0143	
	v.	2.2069	1.2414	0.7945	0.5517	0.4054	0.3104	0.2452	0.1986	0.1642	0.1379
		0.34379	0.09391	9 90009	9.74173	9.60783	9.49185	9.38955	9.29803	9.21525	9.13967
9 3/4	H.		2.3765	0.7787	0.3130	0 1448	0.0743	0.0412	0.0243	0.0151	
	v.	2.2634	1.2732	0.8149	0.5658	0 4158	0.3183	0.2515	0.2037	0.1684	0.1415
		0.35475	0.10491	9.91109	9.75269	9.61883	9.50285	9.40051	9.30903	9.22625	9.15063
10	H.		2.5000	0.8192	0.3292	0.1523	0.0781	0.0434	0.0256	0.0159	
	v.	2.3201	1.3051	0.8352	0.5800	0.4261	0.3263	0.2578	0.2088	0.1726	0.1451
		0.36551	0.11563	9.92181	9.76345	9.62955	9.51357	9.41127	9.31975	9.23697	9.16139
10 1/4	H.		2.6265	0.8607	0.3459	0.1600	0.0821	0.0455	0.0269	0.0167	
	v.	2.4333	1.3687	0.8760	0.6083	0.4469	0.3422	0.2704	0.2190	0.1810	0.1521
		0.38620	0.13632	9.94250	9.78414	9.65024	9.53426	9.43196	9.34044	9.25766	9.18208
10 3/4	H.		2.8891	0.9467	0.3805	0.1760	0.0903	0.0501	0.0296	0.0184	0.0119

Q	v. H.	d									
		0.075	0.10	0.125	0.15	0.175	0.20	0.225	0.25	0.275	
	v.	2.5465	1.4324	0.9168	0.6366	0.4677	0.3581	0.2829			
	log.v	0.40594	0.15606	9.96224	9.80388	9.66998	9.55400	9.45170			
11 1/4	H.		3.1640	1.0368	0.4167	0.1928	0.0989	0.0549			
	v.	2.6597	1.4961	0.9575	0.6649	0.4885	0.3740	0.2955			
		0.42483	0.17495	9.98113	9.82277	9.68887	9.57289	9.47059			
11 3/4	H.		3.4516	1.1310	0.4545	0.2103	0.1079	0.0599			
	v.	2.7729	1.5597	0.9982	0.6932	0.5093	0.3899	0.3081	0.2496		
		0.44293	0.19305	9.99923	9.84087	9.70697	9.59099	9.48869	9.39717		
12 1/4	H.		3.7516	1.2293	0.4940	0.2286	0.1172	0.0651			
	v.		1.6234	1.0390	0.7215	0.5301	0.4058	0.3207	0.2597		
			0.21042	0.01660	9.85824	9.72434	9.60836	9.50606	9.41454		
12 3/4	H.			1.3317	0.5352	0.2476	0.1270	0.0705			
	v.		1.6870	1.0797	0.7498	0.5509	0.4218	0.3333	0.2699		
			0.22713	0.03331	9.87495	9.74105	9.62507	9.52277	9.43125		
13 1/4	H.			1.4382	0.5780	0.2674	0.1359	0.0761			
	v.		1.7507	1.1204	0.7781	0.5717	0.4377	0.3458	0.2801		
			0.24321	0.04939	9.89103	9.75713	9.64115	9.53885	9.44733		
13 3/4	H.			1.5488	0.6224	0.2880	0.1477	0.0820			
	v.		1.8143	1.1612	0.8064	0.5924	0.4536	0.3584	0.2903		
			0.25872	0.06490	9.90654	9.77264	9.65666	9.55436	9.46284		
14 1/4	H.		1.7823	1.6635	0.6685	0.3093	0.1586	0.0880			
	v.		1.8780	1.2020	0.8347	0.6132	0.4695	0.3710	0.3005	0.2483	
			0.27370	0.07988	9.92152	9.78762	9.67164	9.56934	9.47782	9.39504	
14 3/4	H.				0.7163	0.3314	0.1700	0.0943	0.0557		
	v.		1.9417	1.2427	0.8630	0.6340	0.4854	0.3835	0.3107	0.2568	
			0.28818	0.09436	9.93600	9.80210	9.68612	9.58382	9.49230	9.40952	
15 1/4	H.			1.9052	0.7657	0.3542	0.1817	0.1008	0.0595		
	v.		2.0054	1.2834	0.8913	0.6548	0.5013	0.3961	0.3209	0.2652	
			0.30219	0.10837	9.95001	9.81611	9.70013	9.59783	9.50631	9.42353	
15 3/4	H.			2.0321	0.8167	0.3778	0.1983	0.1075	0.0635		
	v.		2.0690	1.3242	0.9196	0.6756	0.5173	0.4087	0.3310	0.2736	
			0.31576	0.12194	9.96358	9.82968	9.71370	9.61140	9.51988	9.43710	
16 1/4	H.			2.1632	0.8693	0.4022	0.2063	0.1145	0.0676		
	v.		2.1327	1.3649	0.9479	0.6964	0.5332	0.4213	0.3412	0.2820	
			0.32892	0.13510	9.97674	9.84284	9.72686	9.62456	9.53304	9.45026	
16 3/4	H.			2.2983	0.9237	0.4273	0.2192	0.1216	0.0718		
	v.		2.1964	1.4056	0.9762	0.7172	0.5491	0.4339	0.3514	0.2904	
			0.34170	0.14788	9.98952	9.85562	9.73964	9.63734	9.54582	9.46304	
17 1/4	H.			2.4376	0.9797	0.4532	0.2325	0.1290	0.0762		
	v.		2.260	1.4464	1.0045	0.7380	0.5650	0.4464	0.3616	0.2988	
			0.35411	0.16029	0.00193	9.86803	9.75205	9.64975	9.55823	9.47545	
17 3/4	H.			2.5810	1.0373	0.4799	0.2461	0.1366	0.0807		

Q	v. / H.	d = 0.10	0.125	0.15	0.175	0.20	0.225	0.25	0.275	0.30	0.325
	v.	2.3236	1.4871	1.0327	0.7585	0.5809	0.4590	0.3718	0.3073	0.2582	
	log.v	0.36617	0.17235	0.01399	9.88009	9.76411	9.66181	9.57029	9.48751	9.41193	
18¼	H.		2.7284	1.0968	0.5073	0.2602	0.1444	0.0853	0.0529		
	v.		1.5279	1.0610	0.7795	0.5968	0.4716	0.3820	0.3157	0.2653	
			0.18409	0.02573	9.89183	9.77585	9.67355	9.58203	9.49925	9.42367	
18¾	H.			1.1574	0.5355	0.2747	0.1524	0.0900	0.0559		
	v.		1.5686	1.0893	0.8003	0.6127	0.4841	0.3922	0.3241	0.2723	
			0.19552	0.03716	9.90326	9.78728	9.68498	9.59346	9.51068	9.43510	
19¼	H.			1.2200	0.5644	0.2895	0.1607	0.0949	0.0589		
	v.		1.6094	1.1176	0.8211	0.6287	0.4967	0.4023	0.3325	0.2794	
			0.20666	0.04830	9.91440	9.79842	9.69612	9.60460	9.52182	9.44624	
19¾	H.			1.2842	0.5941	0.3047	0.1691	0.0999	0.0620		
	v.		1.6502	1.1459	0.8419	0.6446	0.5093	0.4125	0.3409	0.2865	
			0.21752	0.05916	9.92526	9.80928	9.70698	9.61546	9.53268	9.45710	
20¼	H.			1.3501	0.6246	0.3204	0.1778	0.1050	0.0652		
	v.		1.6909	1.1742	0.8627	0.6605	0.5219	0.4227	0.3494	0.2936	
			0.22811	0.06975	9.93585	9.81987	9.71757	9.62605	9.54327	9.46769	
20¾	H.			1.4175	0.6558	0.3364	0.1867	0.1102	0.0684		
	v.		1.7316	1.2025	0.8835	0.6764	0.5345	0.4329	0.3578	0.3006	0.2562
			0.23845	0.08009	9.94619	9.83021	9.72791	9.63639	9.55361	9.47803	9.40851
21¼	H.			1.4867	0.6878	0.3528	0.1958	0.1156	0.0718	0.0465	
	v.		1.7724	1.2308	0.9043	0.6923	0.5470	0.4431	0.3662	0.3077	0.2622
			0.24855	0.09019	9.95629	9.84031	9.73801	9.64649	9.56371	9.48813	9.41861
21¾	H.			1.5574	0.7206	0.3696	0.2051	0.1211	0.0752	0.0487	

BOEKAANKONDIGINGEN.

A Practical Treatise on Foundation by W. M. Patton C. E. New-York John Wiley and Sons 1893. — ƒ 16.25.

De schrijver, die gedurende zes jaar leeraar was bij het „Virginia Military Institute", gevoelde in dien werkkring behoefte om tegenover de „benauwd wetenschappelijke, afgetrokkene en geheel theoretische" werken, die hij genoodzaakt was zijne leerlingen in handen te geven, een tegenwicht te vinden in hetgeen de praktijk op dit gebied leert en kwam er aldus toe, gesteund door een 18-jarige ervaring, grootendeels in bruggenbouw in alle deelen van Amerika, op allerlei soort van gronden opgedaan, om het onderhavige werk te schrijven, dat voor een groot deel feiten behelst, ontleend aan zijn eigen ondervinding.

De 57 artikelen of hoofdstukken zijn tot drie groote onderafdeelingen gebracht. Het eerste gedeelte bevat algemeene beschouwingen over fundeeringen en behandelt vervolgens de te bezigen materialen, met eenige aangrenzende onderwerpen, als bekleedingsmuren, bogen, pijlers, doorlaten enz. In het tweede deel komen de houten fundeelingen, kistdammen, caissons, putten, de in Amerika zoo verspreide houten schoor- of schraagwerken (trestles), palen en de dammen door moerassen en venen, ter sprake, terwijl het derde gedeelte diepe en moeilijke fundeeringen behandelt, zooals die met luchtdruk, door de bevriezingsmethode en fundamenten voor buitengewoon hooge gebouwen. Als toevoegsel zijn nog eenige mededeelingen over verschillende onderwerpen gedaan, waarvan die over het draagvermogen van heipalen zeker wel de belangrijkste zijn. Twee en twintig losse plaatjes met niet gecoteerde, maar anders vrij duidelijke afbeeldingen op kleine schaal, komen aan het gering aantal afbeeldingen in den tekst tegemoet.

Het is natuurlijk niet doenlijk een volledig overzicht van al het behandelde te geven, doch als proeve mogen hier enkele grepen volgen, welke kenschetsend zijn voor de wijze van behandeling en den Amerikaansch praktischen zin, die in het werk doorstraalt.

Grondonderzoek (bl. 168). Wij kiezen des schrijvers derde methode, zij is eenvoudig, betrekkelijk onkostbaar en beantwoordt geheel aan het doel. Alles wat men noodig heeft zijn eenige stukken ijzeren pijp van $1^1/_2''$ en $^3/_4''$ in doorsnede, een kleine handperspomp en een schuitje of een vlot. Aan elk einde van de stukken pijp is een schroefdraad gesneden en men behoort daarbij een aantal daarop passende moffen met inwendigen draad te hebben.

Een stuk, ter lengte van een voet ongeveer, bestaat uit een wig van beitelstaal, waarin twee gaatjes door de vlakken van de wig, die uitkomen in een holle buis, welke past op de $^3/_4''$ pijp. Een bovenstuk van een voet lengte is voorzien van een stevig handvat, haaks er op bevestigd. Een korte holle elleboog past op dit bovenëinde en daaraan kan de slang van de pomp worden vastgemaakt.

Er worden zooveel stukken $1^1/_2''$ pijp aaneengeschroefd dat men van de oppervlakte af den bodem der rivier kan bereiken. Men laat de pijp zakken en drukt ze nog 4 à 5 voet in den bodem, terwijl het boven einde aan de schuit of het vlot wordt vastgemaakt. Als het water diep is en er gaat veel stroom, dan buigt de pijp sterk door en zouden de verbindingen kunnen losgaan. Een touw met een klein anker aan het eene einde, dat ergens onder water aan de pijp wordt vastgemaakt, zal deze zeer ontlasten, als het anker een goed eind stroomop wordt uitgeworpen. De $^3/_4''$ pijp wordt nu ingeschroefd met den beitel er aan en in de $1^1/_2''$ pijp nedergelaten. De slang verbindt de kleine pijp met de pomp. Deze wordt in beweging gesteld en nu stroomt het water door de openingen in den beitel uit en komt tusschen de beide buizen op, de stoffen op den bodem tot boven medevoerende. De kleine buis wordt gedraaid en werkt zich gemakkelijk door den grond heen. De wijdere buis zou mede willen zakken, doch dit is niet noodig, zij is van boven vastgemaakt. Bij tusschenpoozen na 4 of 5 voet zakking kan de kleine pijp geheel worden opgehaald, het beitel-einde afgeschroefd en een ijzeren of koperen buis van een voet lengte er aan worden bevestigd. Deze laatste is aan het ondereinde iets ingesnoerd en heeft overigens den vorm van een cilindrisch lampeglas. Een en ander wordt in het boorgat neergelaten, ongeveer een voet ingedrukt en opgehaald. Hetgeen in de koperen buis is kan door een ronden stok in een lampeglas overgedrukt worden, dat daarna met een stuk elastiek wordt gesloten. Men heeft op die wijze een cilindervormig monster van de grondsoort op die diepte, juist in denzelfden toestand als waarin zij in die lagen voorkomt en dat geruimen tijd zijn vocht behoudt.

Dit is echter alleen uitvoerbaar in klei, slib of gemengden grond. In dit materiaal blijft het boorgat open en de kleine buis kan worden neergelaten, zonder dat de

andere behoett te volgen. De schrijver heeft dikwijls op die wijze 40 à 50 voet op een dag geboord. In eene bedding van los zand of grind zal het water niet door de ringvormige ruimte tusschen de pijpen terugvloeien, maar zijdelings ontsnappen, zoodat de specie niet bovengebracht kan worden, doch het water zal die zoo los maken, dat de buis gemakkelijk zinkt. Zij moet dan echter voortdurend en snel omgedraaid en soms een eindje gelicht worden; anders rijst het zand of de grind tusschen de beide buizen op, of klemt vast boven den beitel, waardoor de kleine buis vastraakt, hetgeen zoowel het zinken als het ophalen bemoeilijkt en waardoor de kleine pijp dikwijls verloren gaat. Het is beter om in deze grondsoorten de wijdere buis de smalle te doen volgen, maar noodig is het niet. De eenige handigheid, die vereischt wordt, is om dat klemmen te voorkomen. In slib bestaat er gevaar dat de pijp te snel zinkt, waardoor zij ook vast zou raken; voortdurend draaien en af en toe lichten voorkomt dit. Stuit men op rolsteenen of stukken hout, dan kunnen deze gemakkelijk doorboord worden, daar men de kleine pijp kan lichten en laten vallen. Rots wordt bepaald hetzij door hameren op den top van de buis of door ophalen en vallen; de terugsprong of het geluid stellen in staat om te beoordeelen of men op vaste rotsen of op enkele steenen stuit. De geheele inrichting is goedkoop; elk loodgieter of machinist kan de noodige verbindingen maken uit gewone gas- of waterleidingsbuizen.

Twee of drie man doen al het noodige werk. Deze methode werd gebezigd bij al de pijlers in de Susquehanna, de Schuylkill, de Tombigbee en in de Ohio-rivier te Louisville, op diepten tusschen 40 en 100 voet. Een enkele boring op de plaats waar een pijler komt is niet genoeg; bij de Susquehanna en Schuylkill werden er 6 à 10 op de plaats van elk caisson gedaan, een op elken hoek en een of twee er tusschen langs de zijden, terwijl indien groote of plotselinge onregelmatigheden werden waargenomen nog meer boringen daaraan werden toegevoegd."

Samengestelde schraagwerken (Framed trestles). Schraagwerken worden gebruikt om een spoorbaan over lage gronden, rivieren of kreeken heen te voeren, als specie om dijken op te hoogen moeilijk te krijgen is. Worden zij over lage gronden aangelegd, dan bestaat een schraag uit een bovensloof, een onderligger en vier stijlen, twee verticaal onder de rails en een aan weerskanten hellend onder ongeveer 1/4.

Dit raamwerk rust gewoonlijk op slijkhouten, eenvoudige korte stukken vierkant hout 5 à 6 voet lang, gedeeltelijk in den grond ingelaten of nog beter op kleine neuten van metselwerk in breuksteen. Alle houtwerken in deze jukken zijn gewoonlijk 12 bij 12″, de schoorpalen soms 10 bij 12″. Diagonale of kruisschoren worden aan weerskanten van boven tot beneden aangebracht en bestaan uit planken van 3″ bij 9″ of bij 12″. Zij worden aan elken paal vastgebout.

Dikwijls maakt men gebruik van haaknagels, doch bouten kosten weinig meer en zijn op den duur veel beter en ten slotte zuiniger. Indien de jukken zeer hoog zijn, worden in de lengte van de brug platen van 3″ bij 6″ of balken van 6″ bij 6″ vierkant van het eene juk naar het andere aangebracht en aan de palen vastgebout. De jukken staan gewoonlijk 12 1/2 à 14 voet hart op hart. Wordt een grooter hoogte dan 25 voet vereischt, dan worden de jukken met een, twee of meer verdiepingen gebouwd, elk niet hooger dan 20 voet: het bovenste vak rust op den top van dat er onder tot beneden toe, op zoodanige wijze dat de palen in elk vak zóo staan dat zij in het verlengde van die van het naast hoogere vak komen en meerdere verticalen of schoren worden in de beneden vakken aangebracht, alles goed aaneengebout en geschoord.

„Hoedanig ook de hoogte en samenstelling van een juk van een schraagwerk is, en op welken afstand zij staan, er worden altijd over de bovensloven en haaks daarop langsdragers gelegd, een onder elke rail en gewoonlijk vlak boven een paal. Voor jukken 12 1/2 voet hart op hart bestaat elke langsligger uit twee stukken van 6′ bij 14″ en 25 voet lang, die in het verband verspringen. Zij komen naast elkander met 2 à 3″ tusschenruimte en zijn door schroefbouten vereenigd, waarbij houten vulstukken of gegoten ijzeren klossen er tusschen worden aangebracht, ter plaatse waar de schroefbouten komen. Deze zijn 5/8 à 3/4″ dik met gegoten of geslagen ijzeren vulring en voorzien van moeren. Boven elken bovensloof worden vier koppel bouten gebezigd en soms twee of meer tusschen de jukken in elken gekoppelden langsdrager en één bout van 3/4 à 1″ om elken drager op de sloof te bevestigen.

Deze laatste bouten moeten een weing schuin staan om vrij van de palen te blijven."

Ook de beschrijving der fundeering van zeer hooge gebouwen door middel van kruiselings geplaatste rijen ijzeren liggers om een verbreed grondvlak te krijgen, is interessant. Overigens bevat het boek veel dat elders beter en uitvoeriger is behandeld.

Die Wasserversorgung der Städte von OTTO LUEGER, Darmstadt 1890—'95 Verlag von Arnold Bergsträsser.
Heft I—IV (prijs *f* 22.20).

Het werk, dat onder bovenstaanden titel het licht ziet, vormt het tweede deel van een onder redactie van professor Dr. SCHMITT te *Darmstadt* uit te geven reeks van werken, waarin onder den algemeenen naam van „der Stadtische Tiefbau" alles zal worden behandeld wat voor de gezondheid en bewoonbaarheid der moderne steden noodig is, ten minste de zes volgens het prospectus in uitzicht gestelde onderdeelen zullen achtervolgens handelen over het aanleggen der straten, de drinkwatervoorziening, de verlichting met gas, de voorziening met electriciteit en eindelijk. „Versorgung der Städte mit Wärme

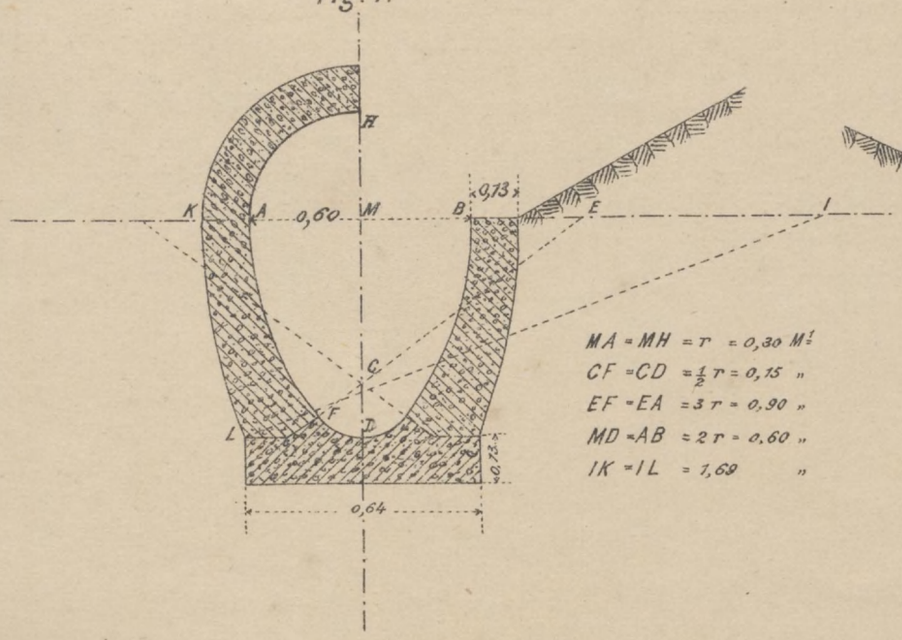
und mit motorischer Kraft", zoodat men niet kan zeggen dat met de eischen van den vooruitgang geen rekening zal worden gehouden.

De verschenen vier afleveringen der drinkwatervoorziening zijn samengesteld door Prof. Dr. OTTO LUEGER te *Stuttgart* en vormen te zamen eene eerste afdeeling van dit deel, waarin achtervolgens worden behandeld de theoretische en empirische grondslagen van de waterbeweging, het ontstaan en den afloop van het water op en onder de oppervlakte der aarde, de inrichtingen om het water te verzamelen en de toeleiding en verdeeling er van binnen het gebied, dat er van voorzien zal worden.

Het tweede gedeelte, dat eveneens uit vier afleveringen zal bestaan, zal de onderdeelen, het algemeene ontwerp en de exploitatie behandelen en een alphabetisch overzicht van de citaten, de noodige tabellen en verdere toelichtingen geven.

Zelden is zeker een onderwerp zoo „erschöpfend" behandeld als in dit boek. Elk hoofdstuk begint met een genummerde opgaaf van alle werken en tijdschriftartikelen die met het onderwerp in verband staan. Het feit alleen, dat in de vier verschenen hoofdstukken respectievelijk 562, 739, 795 en 1007 nummers zijn aangehaald, waaronder Fransche, Engelsche, Amerikaansche, Duitsche en Italiaansche bronnen, is voldoende om die volledigheid aan te toonen. Voegt men daarbij dat de druk duidelijk en in latijnsche karakters is, dat nette en duidelijke figuren tusschen den tekst zijn geplaatst, dan heeft men in dit werk inderdaad alles vereenigd, wat voor een handleiding over dit onderwerp gewenscht kan worden.

Fig: 1.



MA = MH = r = 0,30 M.
CF = CD = ½ r = 0,15 „
EF = EA = 3 r = 0,90 „
MD = AB = 2 r = 0,60 „
IK = IL = 1,69 „

Fig: 2.

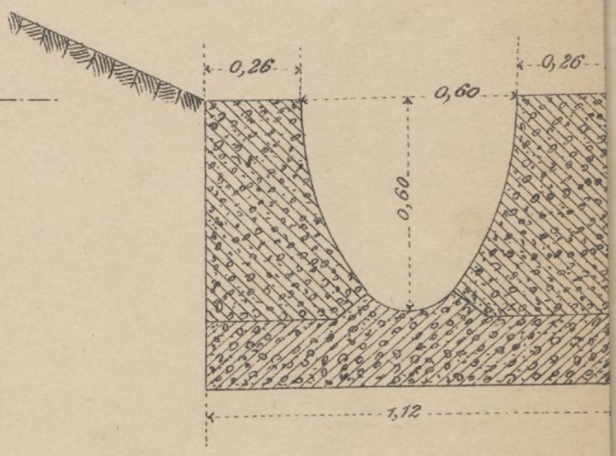


Fig: 5.

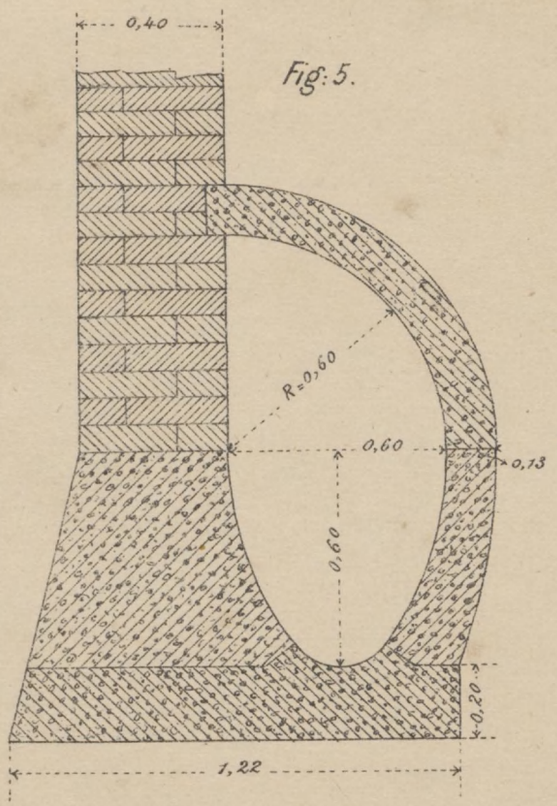
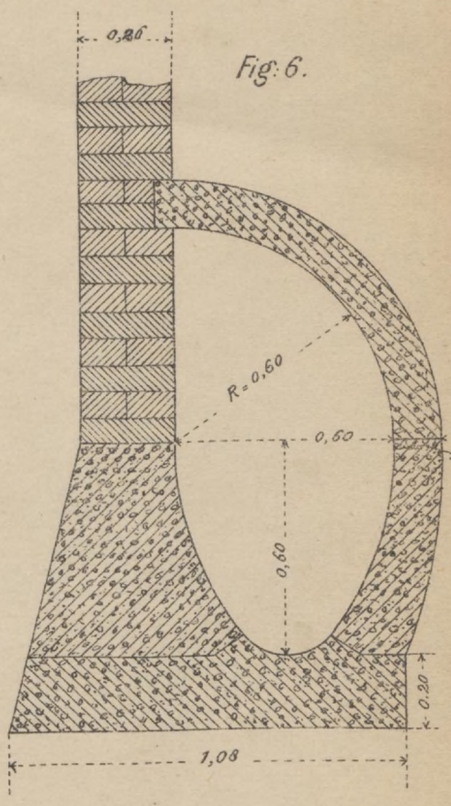


Fig: 6.



Sch.

Fig: 1.

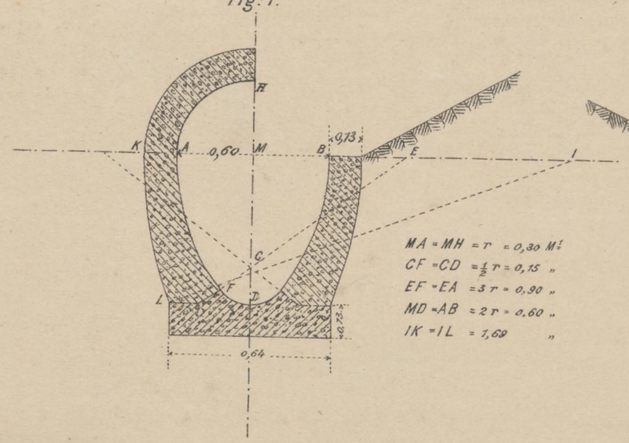


Fig: 2.

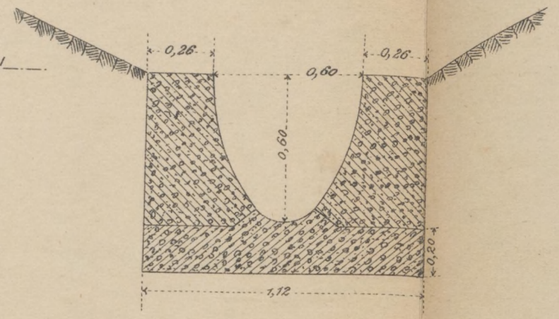


Fig: 3.

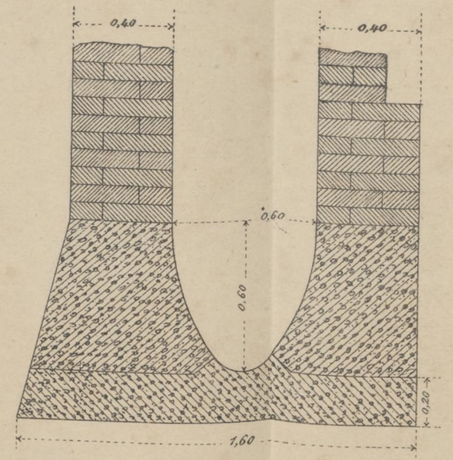


Fig: 4.

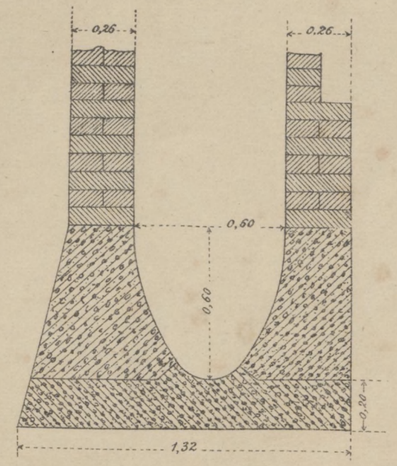


Fig: 5.

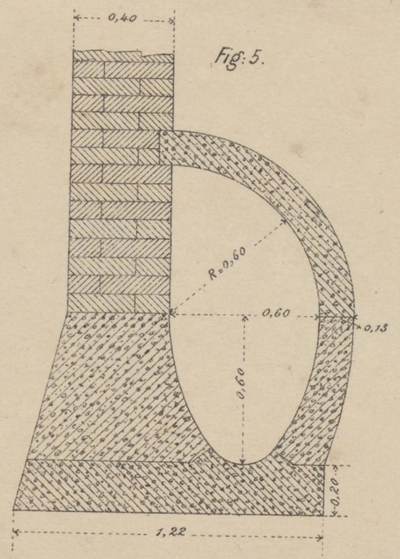


Fig: 6.

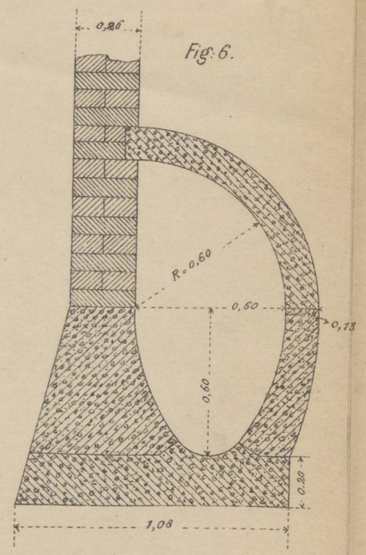


Fig: 7.

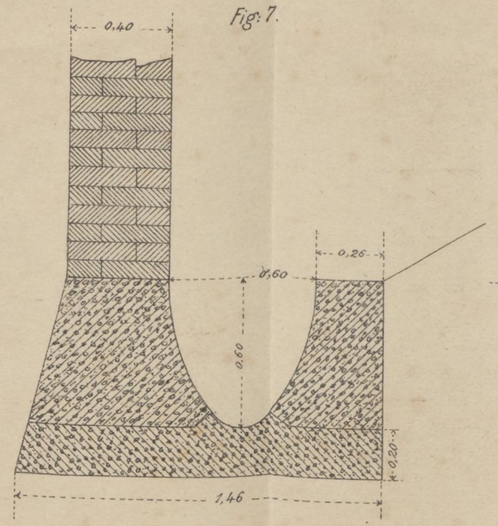
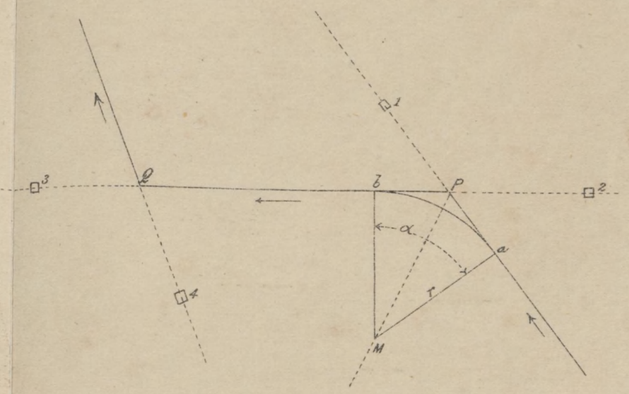


Fig: 8.



Schaal der Fig: 1 t/m 7. = 1/20

Fig: 4.

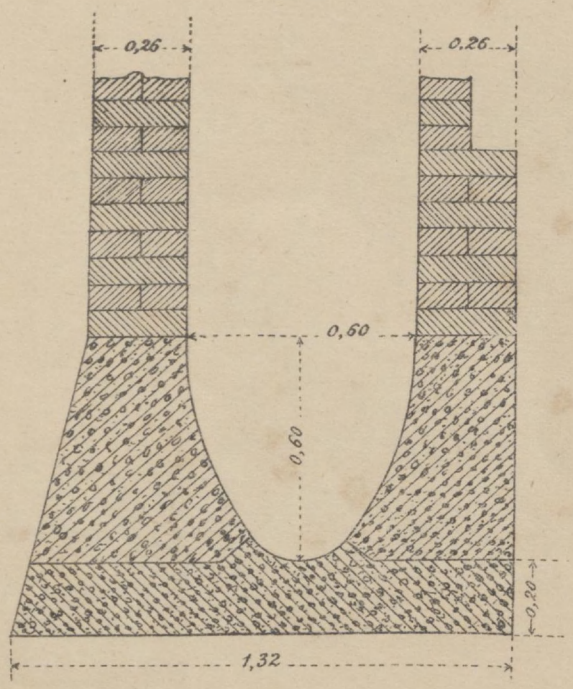
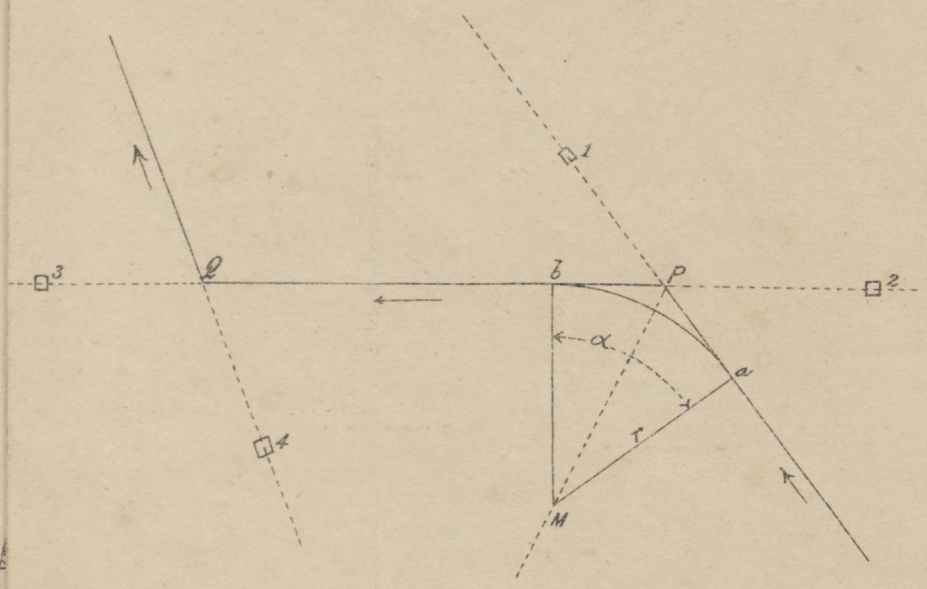


Fig: 8.



...al der Fig: 1 t/m 7. = 1/20

Fig. 1. Platte grond 1:500.

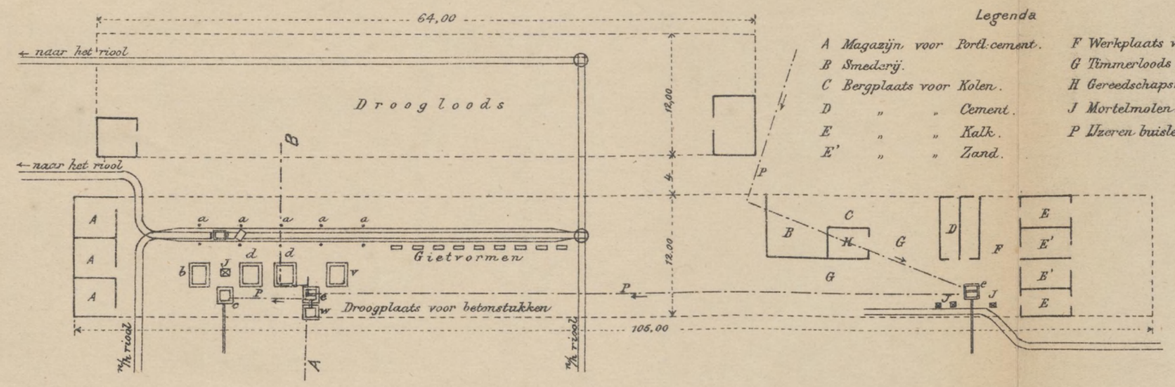


Fig. 2. Doorsnede volgens AB op fig. 1:1:100.

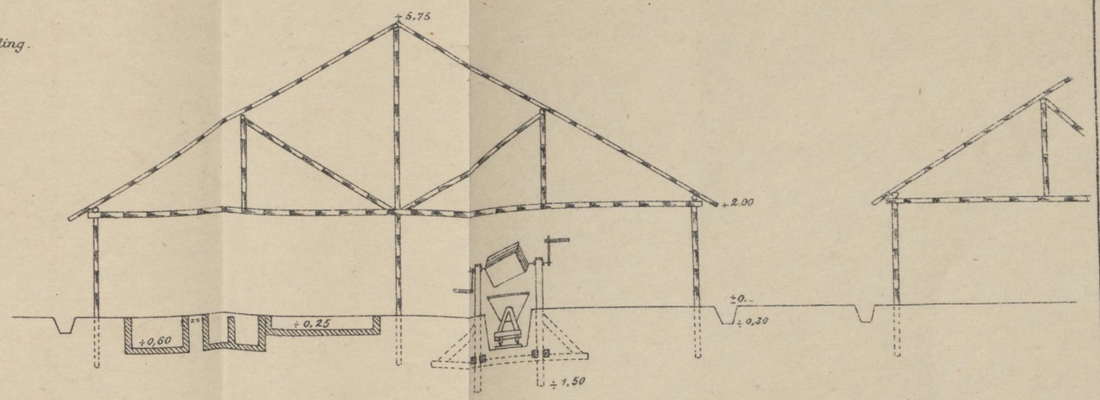


Fig. 3. 1:10.

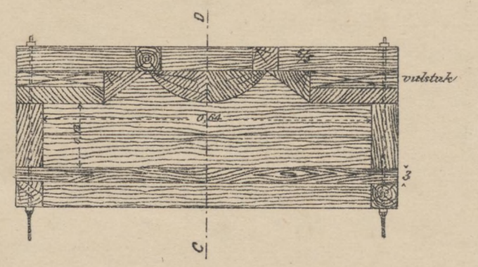


Fig. 4. Doorsnede volgens CD op fig: 3. 1:10.

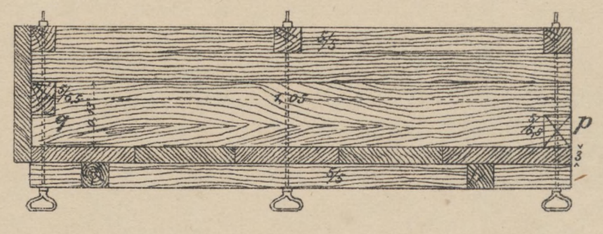


Fig. 5. 1:10.

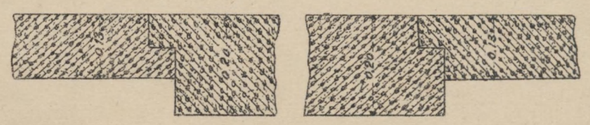


Fig. 6. 1:20.

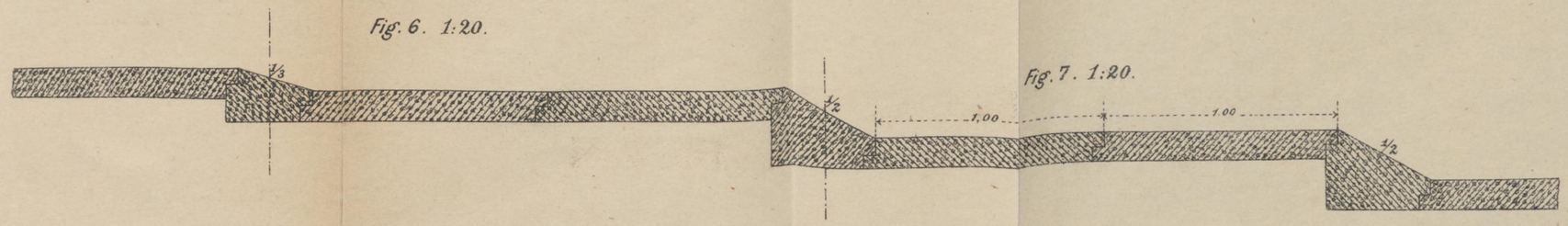


Fig. 7. 1:20.

Fig. 8. 1:10.

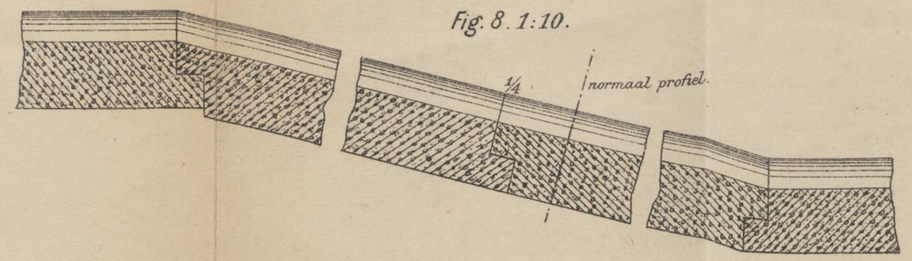


Fig. 9. 1:20.

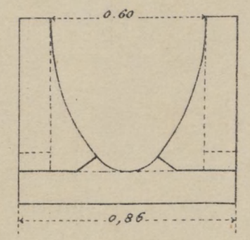


Fig. 10. 1:20.

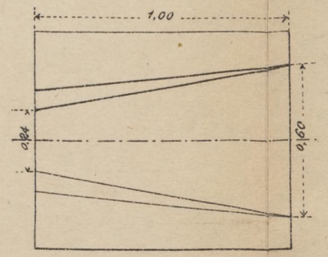


Fig. 11. 1:20.

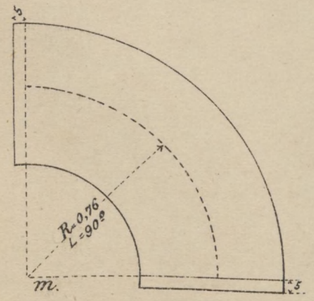
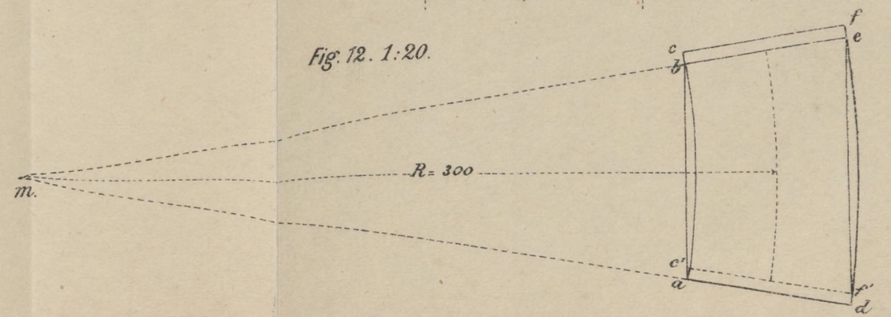


Fig. 12. 1:20.



Doorsnede volgens AB op fig. 1:1:100.

F Werkplaats voor Mortelbe
G Timmerloods.
H Gereedschapsmagazijn.
J Mortelmolen.
P IJzeren buisleiding.

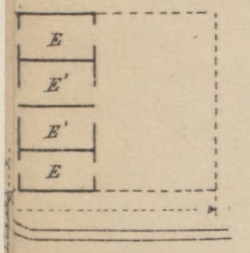


Fig. 6. 1:20.

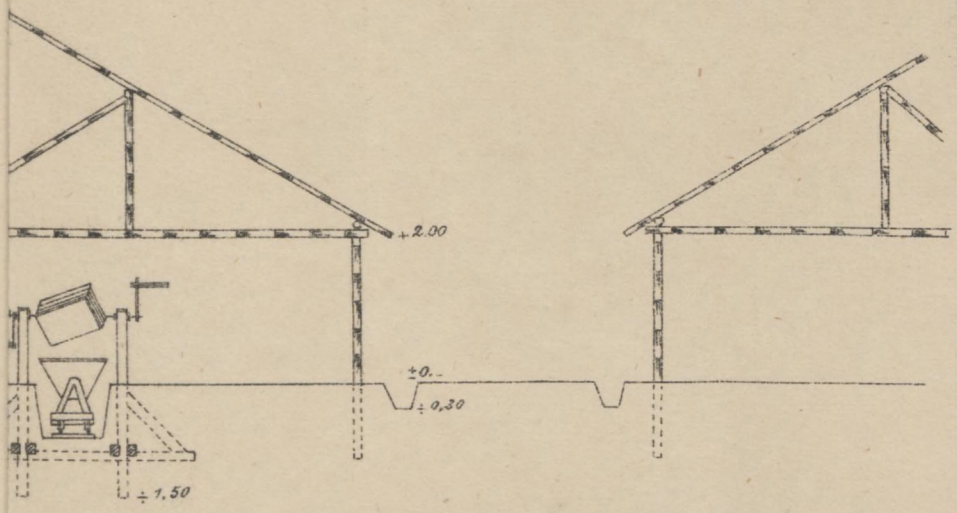


Fig. 7. 1:20.

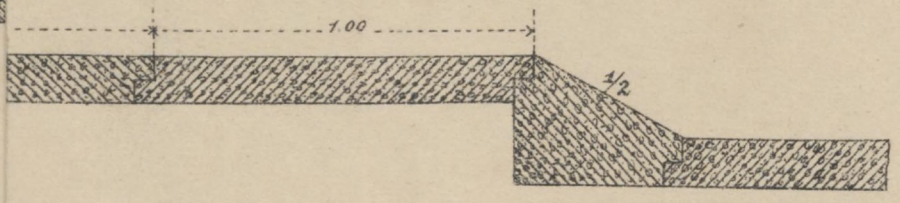


Fig. 9. 1:20.

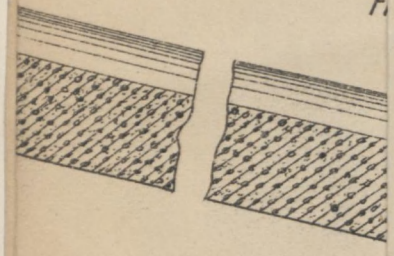


Fig. 11.

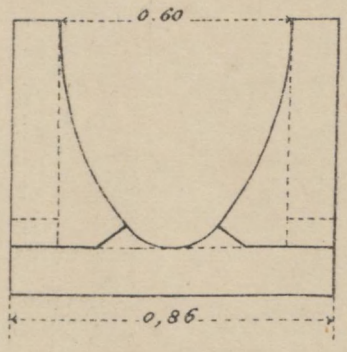


Fig. 12. 1:20.

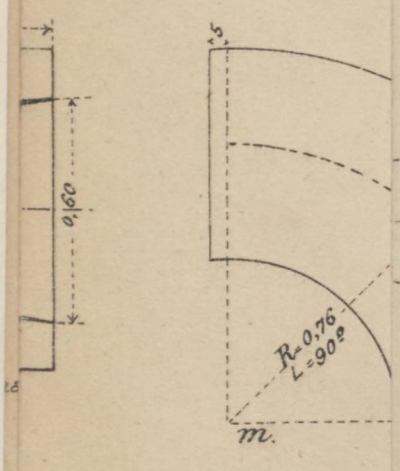


Fig: 1. 1:10.

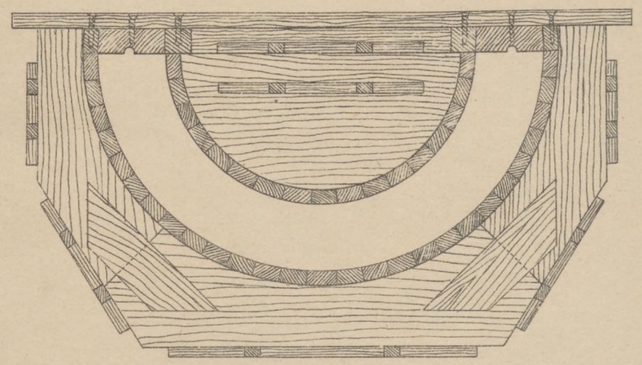


Fig: 2. 1:10.

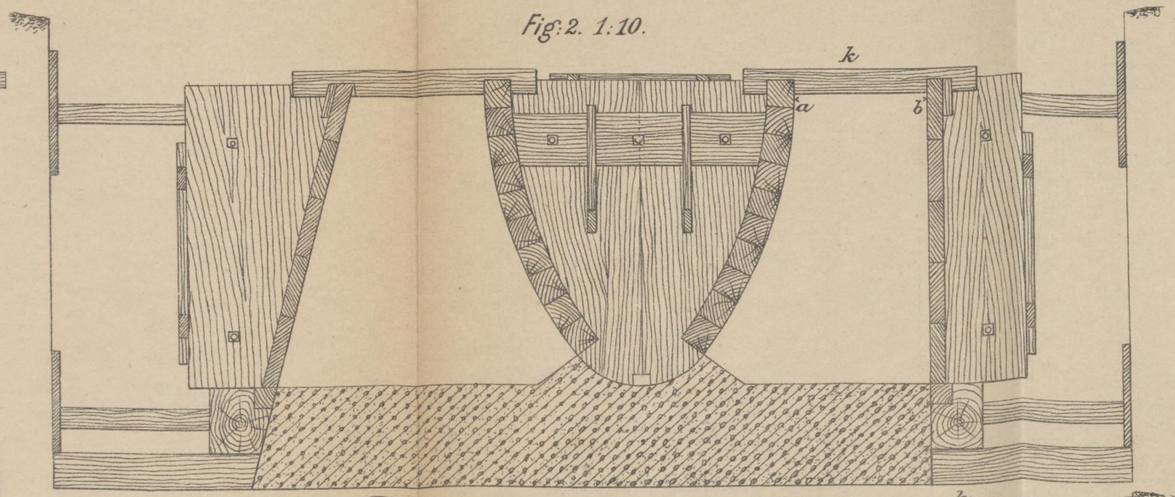


Fig: 3. 1:10.

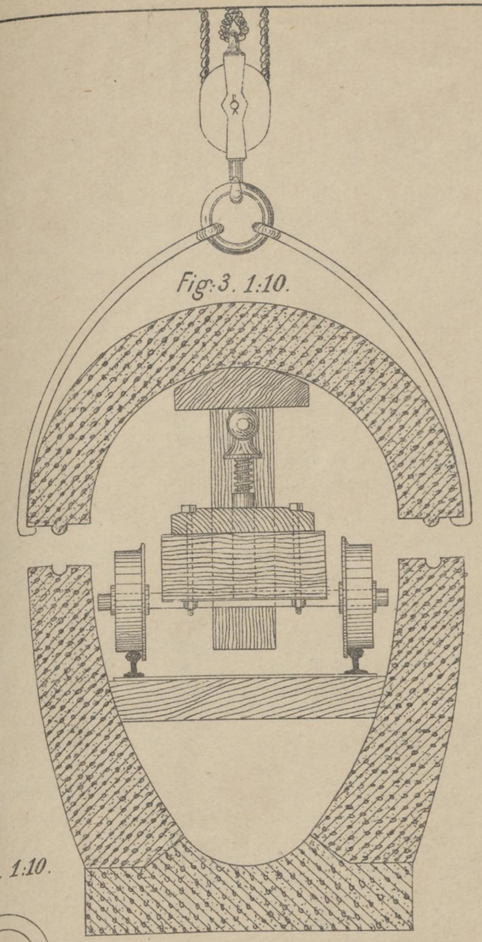


Fig: 4. 1:10.

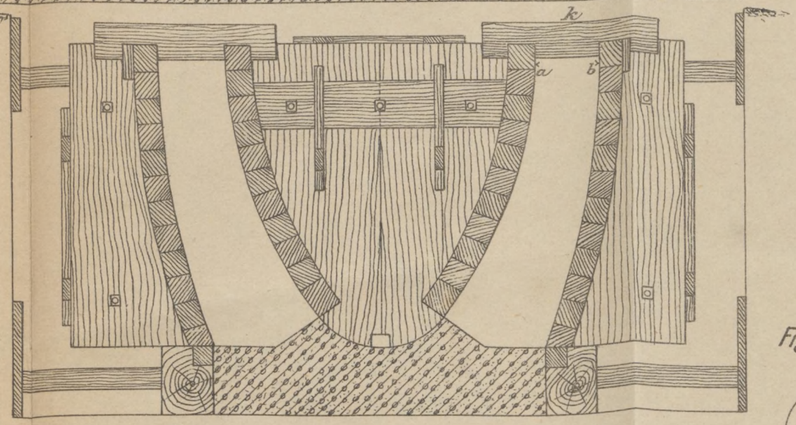


Fig: 5. 1:10.

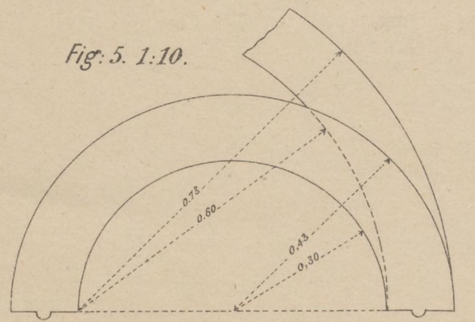


Fig: 6. 1:50.

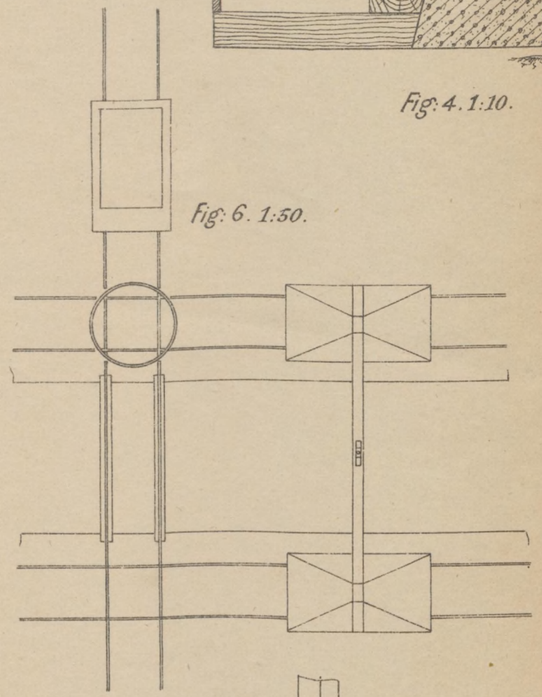


Fig: 7. 1:40.

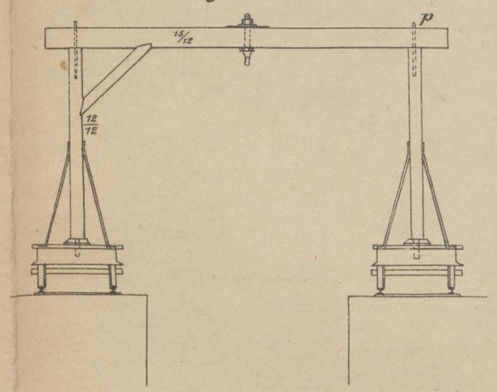


Fig: 8. 1:10.

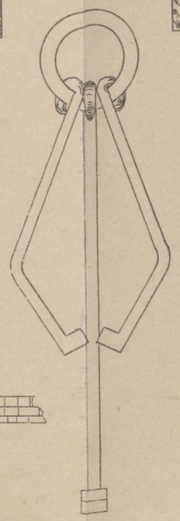


Fig: 9. 1:10.

Fig: 10. 1:10.

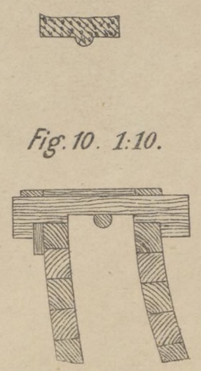


Fig: 11. 1:50.

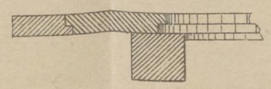


Fig: 12. 1:50.

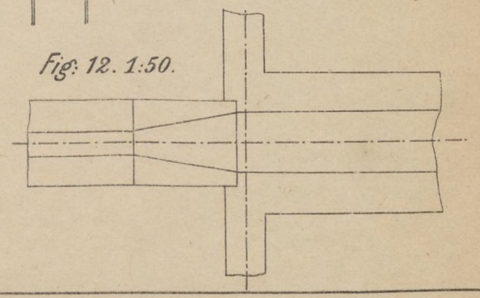


Fig: 13. 1:20.

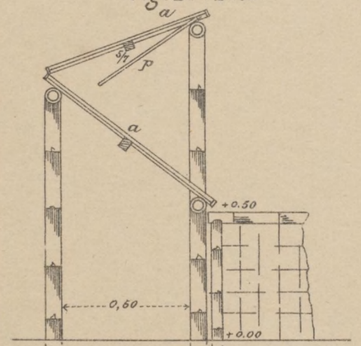


Fig: 14. 1:20.

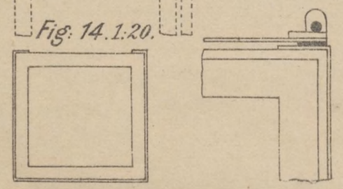
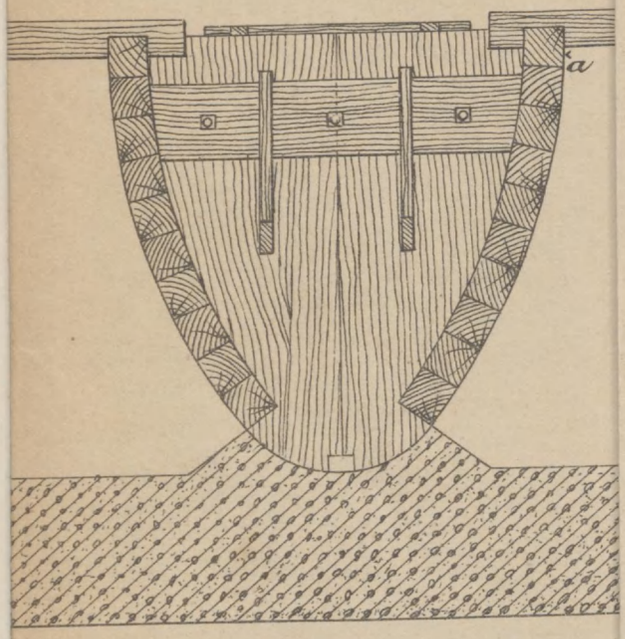
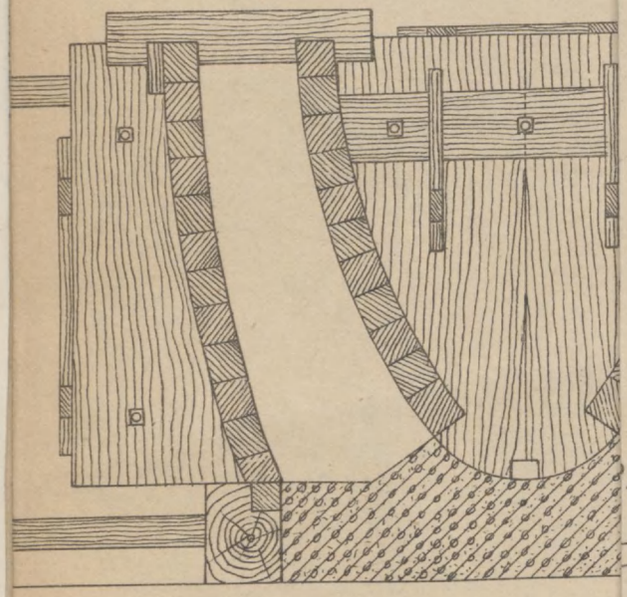


Fig: 2. 1:10.





. 1:10.

Fig: 3. 1:10.

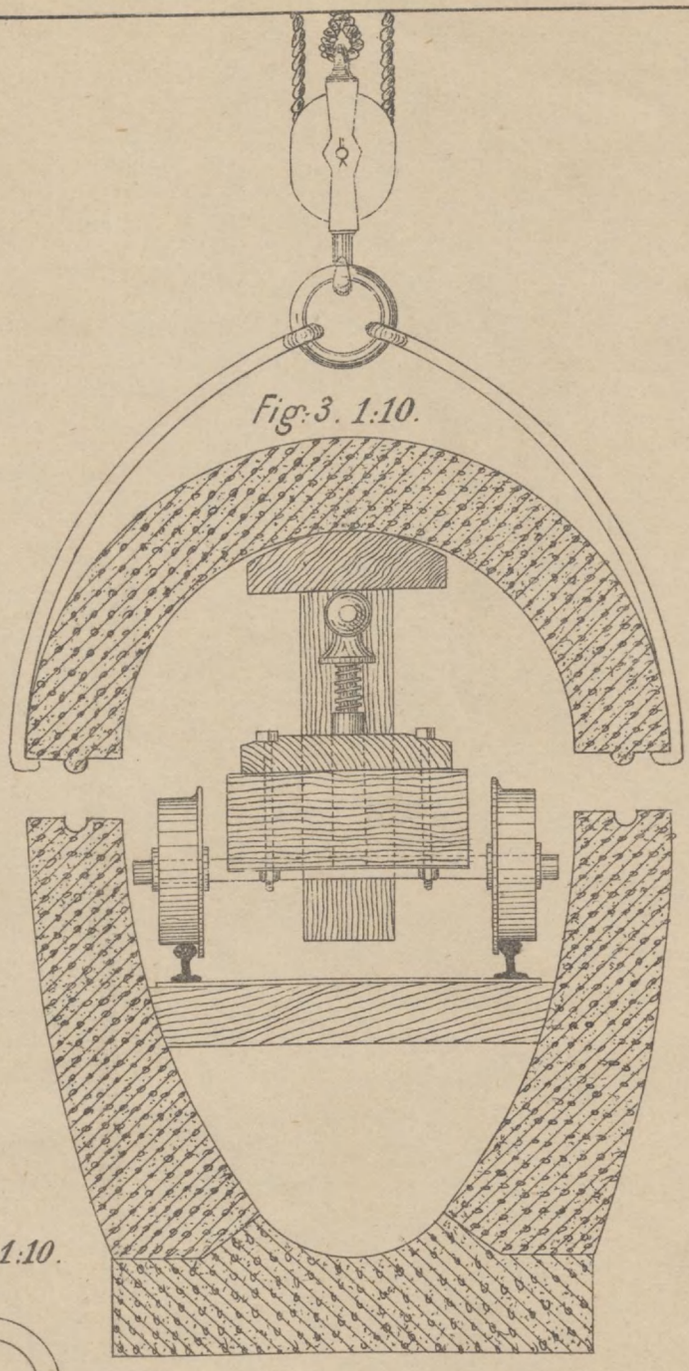
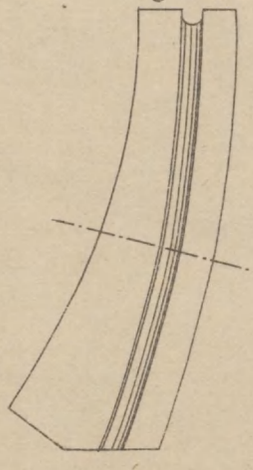


Fig: 9. 1:10.



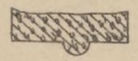
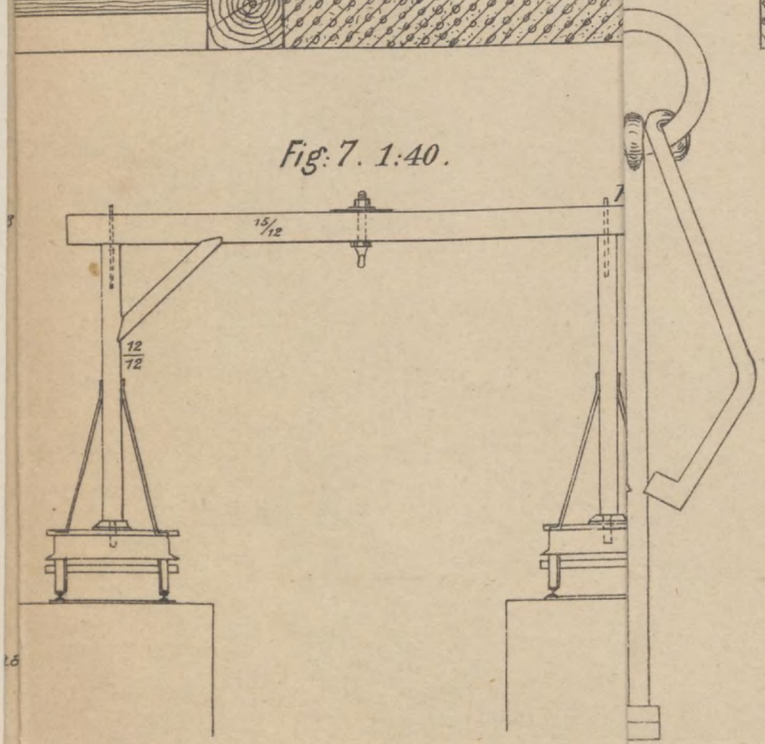


Fig: 10. 1:10.

Fig: 7. 1:40.



KAART I.

Homokumenen
of Cotidal Lines
van M2.
Periode 12,4206 uur

KAART II.

Homokumenen
of Cotidal Lines
van K1.
Periode 23,9345 uur.

Plaat IV.

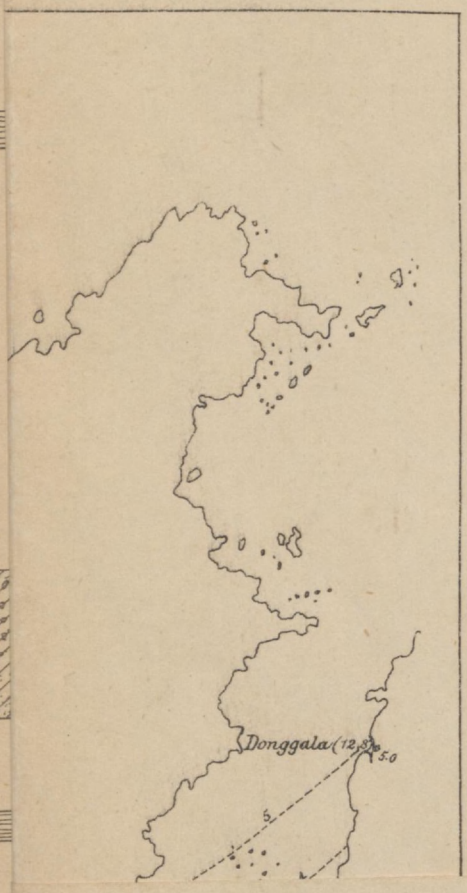


Fig. 1.

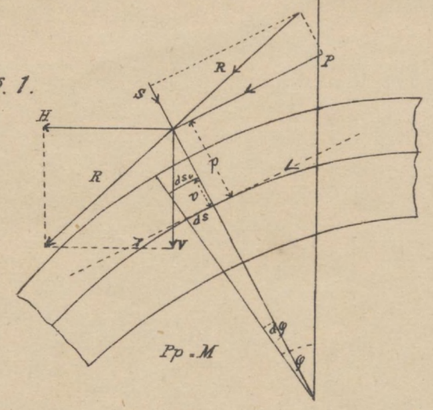


Fig. 2.

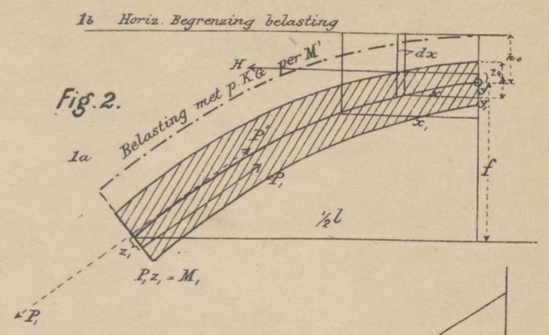


Fig. 5. Bevestigde Uiteinden 1/40

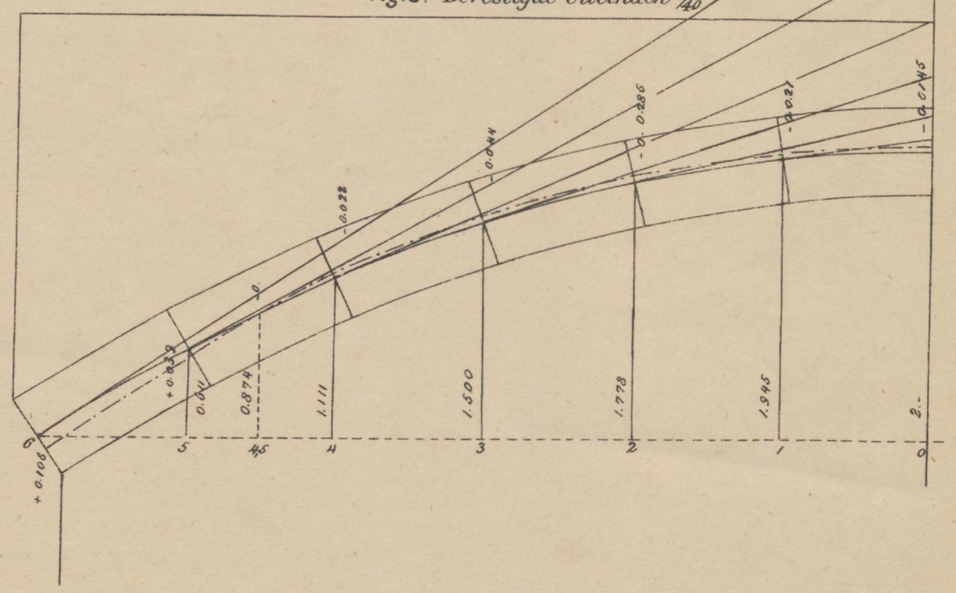
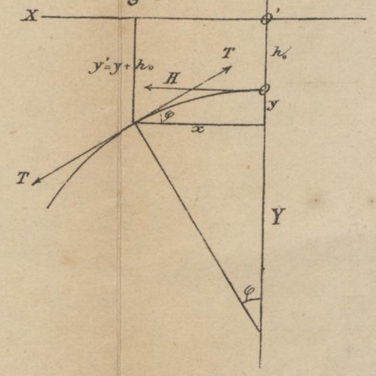


Fig. 3.



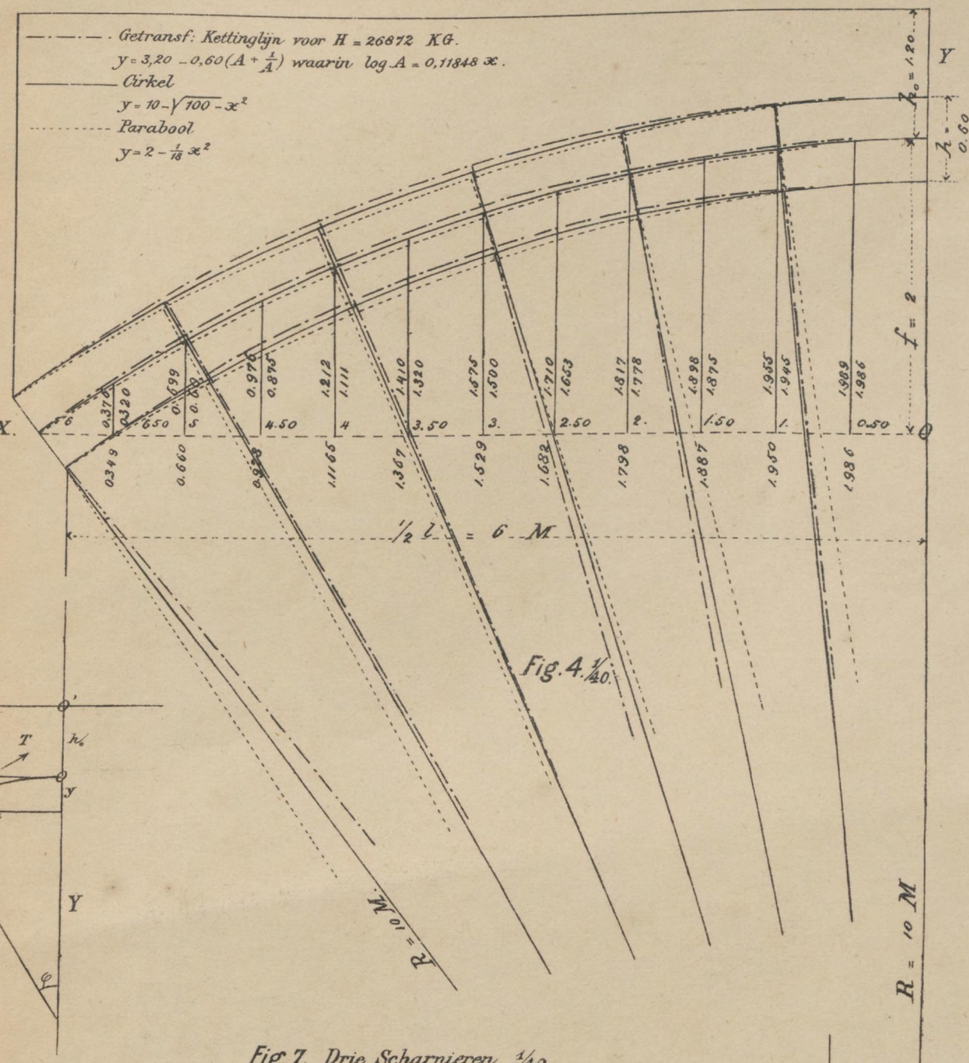


Fig. 4. 1/40.

Fig. 6. Eindscharnieren 1/40.

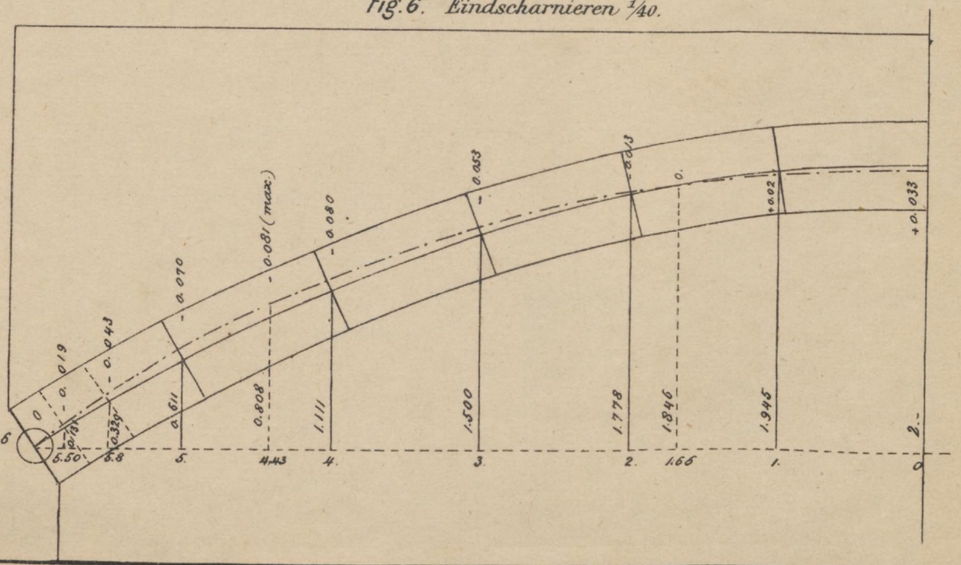
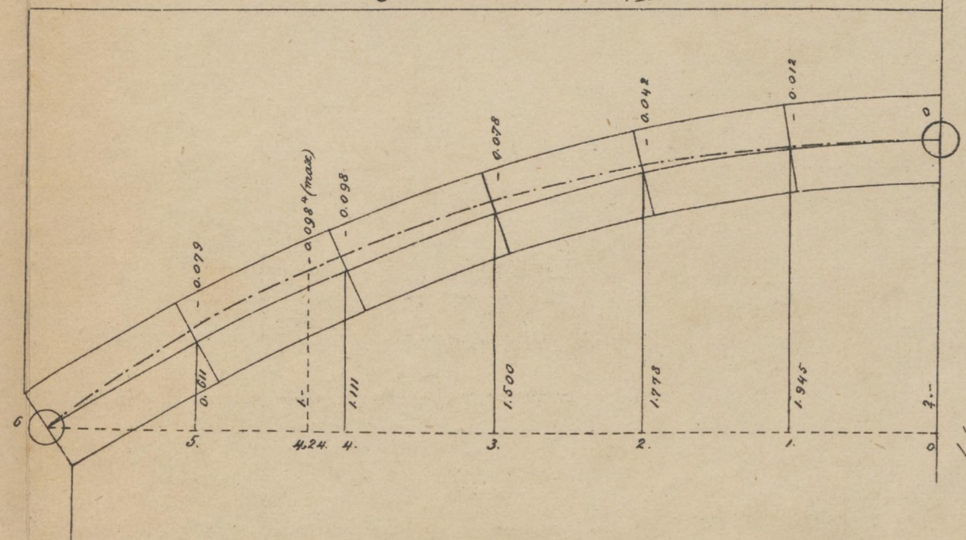


Fig. 7. Drie Scharnieren 1/40.



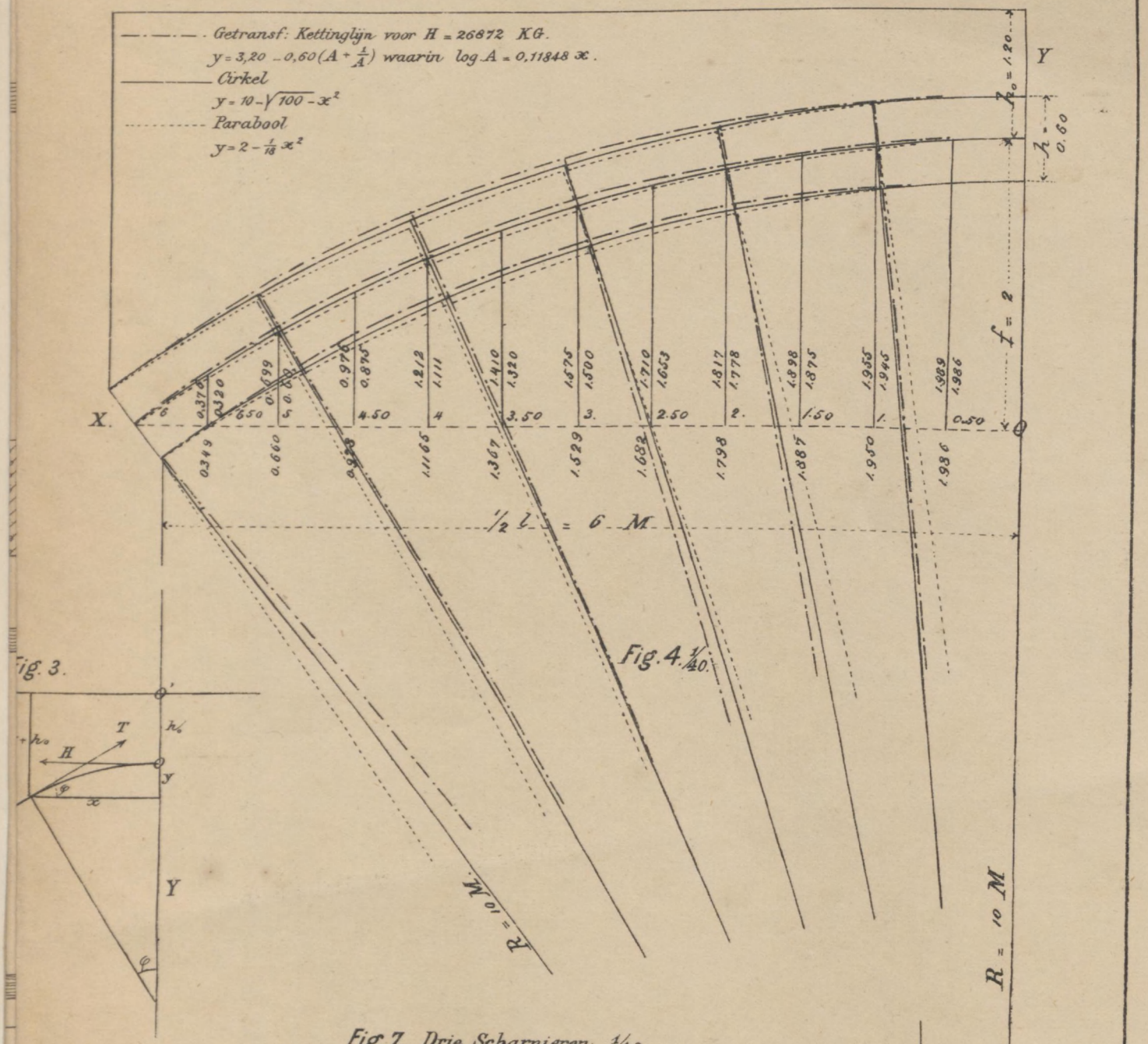
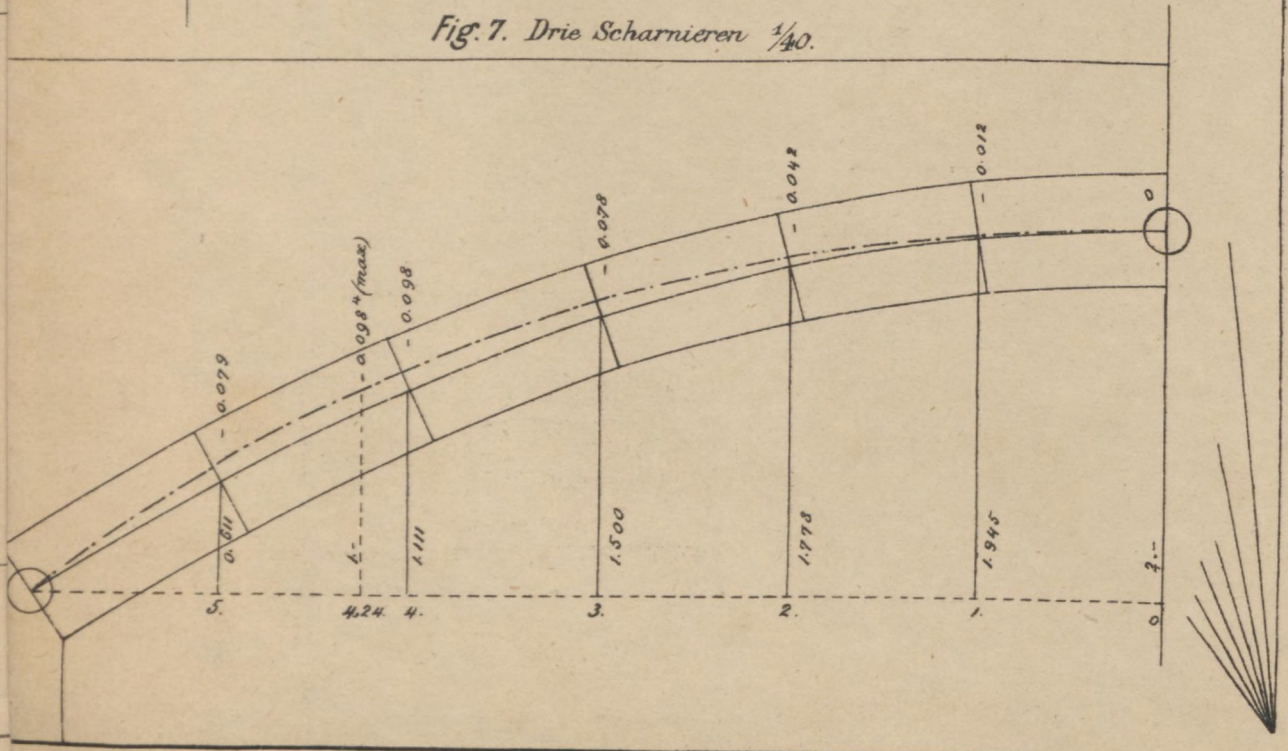


Fig. 4. 1/40.

Fig. 3.

Fig. 7. Drie Scharnieren 1/40.



Vergelijkende lengte profillen van het kanaal in 1847 en in 1898.

Fig. I a.

Regularisatie tusschen kil. 8 en kil. 26 geraamd het kanaal van Meribel.

Fig. I b.

Situatie der vlakte van Meribel voor de uitvoering van het kanaal 1847. Schaal 1:100.000.

Fig. I c.

Fig. I d.

Vergelijkende lengte profillen tusschen de samenloop van Isère en Arc.

Vergelijkende dwarsprofillen.

Fig. II a.

Passagetype N° I.

Fig. II b.

Passagetype N° II.

Fig. 3. (1:15000)

Fig. 4. (1:15000)

Fig. 5. (1:15000)

Fig. 6. (1:15000)

Fig. 7. (1:15000)

Fig. 8. (1:15000)

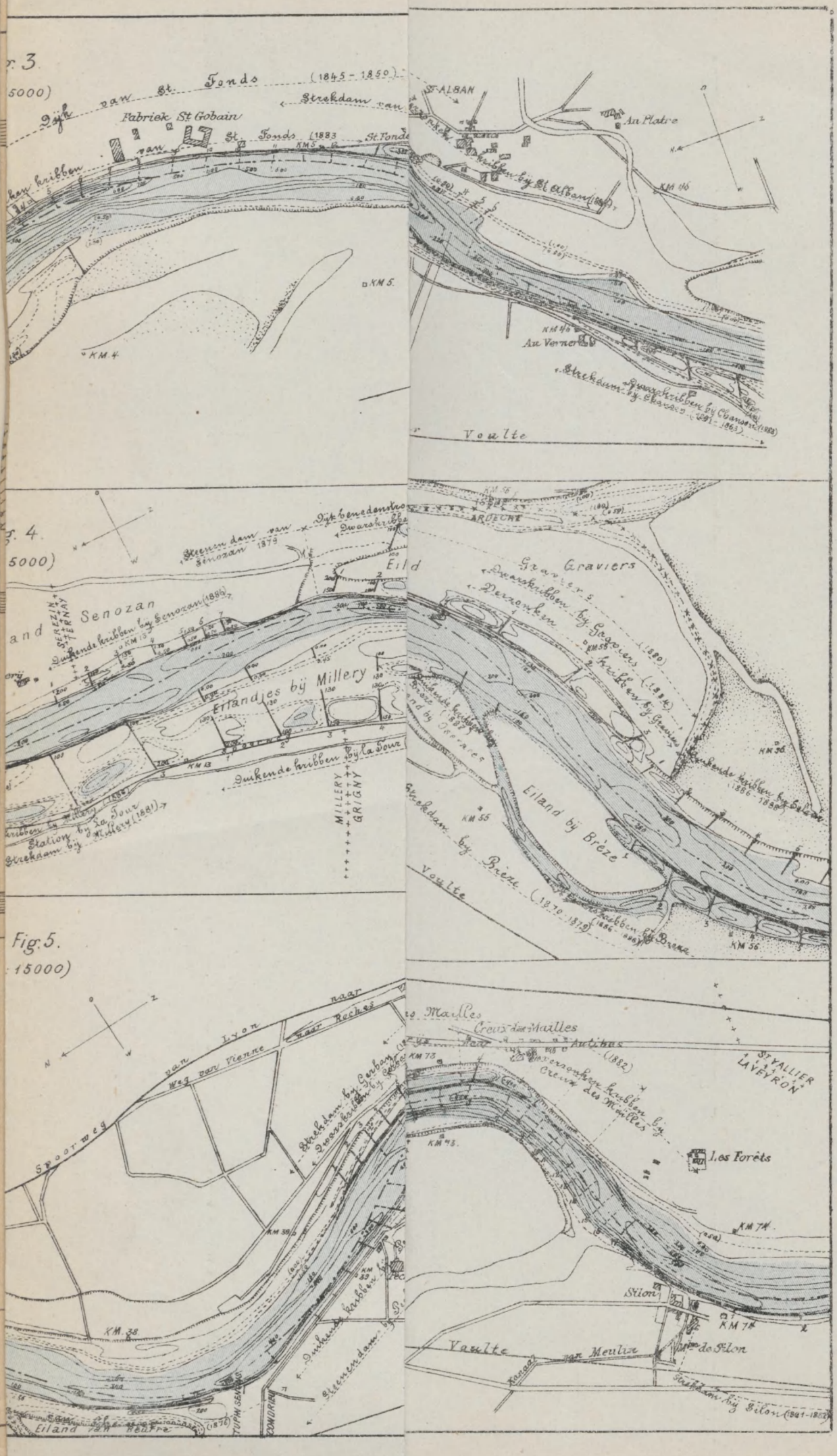
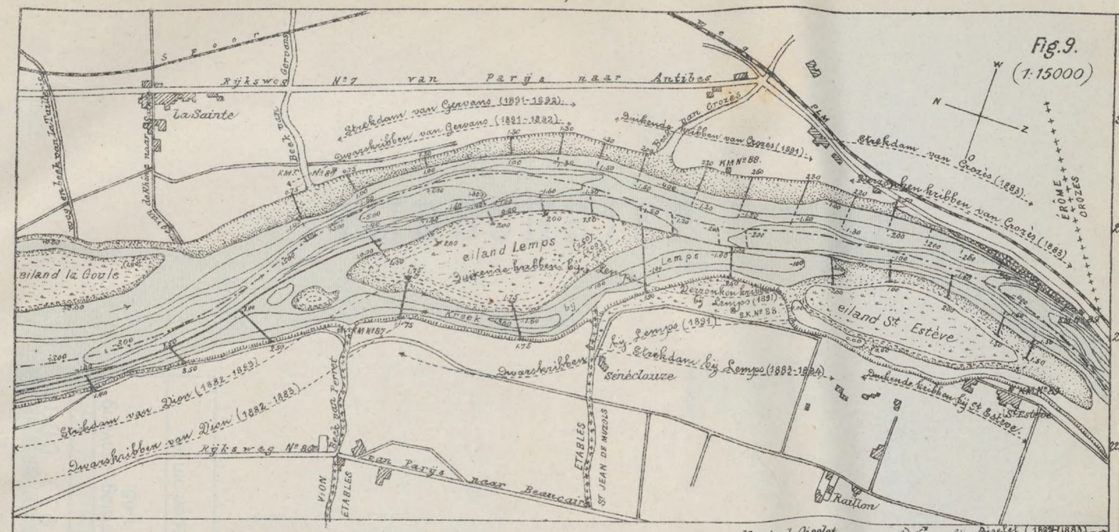


Fig. 3.
(5000)
Dijk van St. Fonds (1845 - 1850)
Strekdam van
Fabriek St Gobain
St. Fonds (1883
KM 5
KM 5.
KM 4
ST ALBAN
Au Platre
KM 46
Au Verner
Voulte
Fig. 4.
(5000)
Steenen dam van Senozan 1879
Dijk benedenstroo
Dwarskribbe
Eild
and Senozan
Dubbele kribben by Senozan (1886)
KM 13
Eilandjes bij Millery
Dubbele kribben bij la Tour
Station bij la Tour
Strekdam bij Millery (1881)
MILLERY
GRIGNY
ARGENTINE
Graviers
Dwarskribben by Graviers (1880)
Derzonken kribben by Graviers (1884)
KM 55
KM 56
Eiland bij Brèze
Strekdam bij Brèze (1870 - 1879)
Voulte
Fig. 5.
(15000)
naar Lyon
naar Reches
Weg der Vienne
Spoorweg
Strekdam bij Gerbay
Dwarskribben bij
KM 38
Dubbele kribben
Steenen dam
Eiland van Heurre
(1876)
Les Maulles
Creux des Maulles
Antibes
(1882)
Derzonken kribben bij Creux des Maulles
KM 73
KM 43
Les Forêts
KM 74
Stion
KM 71
Vaulte
naar Meulin
Strekdam bij Stion (1841 - 1877)
ST VALLIER
LAVEYRON

Fig. 9. (1:15000)


Rijksweg N°7 van Parijs naar Antibes
la Sainte
Strekdam van Gervans (1891-1892)
Dwarshrib van Gervans (1891-1892)
Dwarshrib van Gervans (1891)
Strekdam van Gervans (1892)
Dwarshrib van Gervans (1892)
Dwarshrib van Gervans (1893)
Dwarshrib van Gervans (1893)
Strekdam