

TIJDSCHRIFT

VAN HET



KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

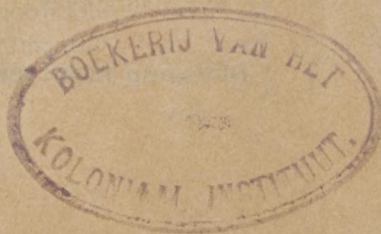
Afdeeling Nederlandsch-Indië

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN ENZ.

INSTITUUTSJAAR.

1899 — 1900

BATAVIA
JAV. BOEKH. & DRUKKERIJ.
1900



Inhoudsopgave en prijs voor de leden, der Afdeulings- Tijdschriften K. I. v. I.

Jaargang 1875—1876 f 1.25.

Notulen der vergaderingen.

Djanwa-wood. Gebruik van portland cement.

Verhandelingen:

Overzicht van de waterwetgeving in Noord Italië.

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 opneming van zandbanken.

Monster stoomhamer.

Jaargang 1876—1877 f 2.—

Notulen der vergaderingen.

Mededeelingen omtrent duikertoestellen, (4 Pl.)

Opneming van groote rivieren (1 Pl.)

Mededeeling omtrent de „waterlocomotief.”

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.

Verslagen:

Staatsspoorwegen op Java.

Jaargang 1877—1878 f 2.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

Bijdrage tot de hydrographie van Batavia (1 Pl.)

Berekening van draaibruggen (2 Pl.)

De tacheometer van Ertel (1 Pl.)

Grondtransport (3 Pl.)

De ijzeren brug te Kediri (2 Pl.)

Torpedo-stuurtoestel (1 Pl.)

Vertalingen:

De gemeenschap tusschen Europa en Azië (1 Pl.)

Verslagen:

Staatsspoorwegen op Java.

Jaargang 1878—1879. Niet meer voorhanden.

Jaargang 1879—1880. f 0.75

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

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

Verhandelingen over waterwegen en waterleidingen 2^{de} ged.

Bijdrage tot de kennis van bouwsteen meer in het bijzonder der Bataviaschen baksteen.

Vertalingen:

Invloed der bosschen op het regime der rivieren.

Jaargang 1880—1881. Niet meer voorhanden.

Jaargang 1881—1882. idem

Jaargang 1882—1883. f 1.—

Notulen der vergaderingen.

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

Verhandelingen en mededeelingen:

Iets over Japansche steenen.

Gandy's katoenen drijfriemen.

Herstellingen aan de sluis Melirip in 1881.

Waterloorkundige 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 vervoer van zink.

Jaargang 1883—1884 f 1.—

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 Follet voor Indië.

Cementoven te Menado.

Jaargang 1884—1885 Niet meer voorhanden.

Jaargang 1885—1886. Niet meer voorhanden.

Jaargang 1886—1887 f 1.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen.

Wegwals van beton vervaardigd bij de Genie-
werken te Gombong.

Het Cavour kanaal in Italië.

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

De Menenteng waterleiding in het district
Losari residentie Cheribon.

Verbetering en uitbreiding van de bevoeiing
uit de kali Amprong in de districten Malang
en Gondanglêgie der afdeeling Malang, resi-
dentie Pasoeroean, in de jaren 1875 en 1877.

Eenige aantekeningen over het vervaardigen
van cementvoorwerpen.

Jaargang 1887—1888 f 1.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen.

Vervaardiging van Portland cement tegels.

Proeven met eene bijzondere inrichting van
een overwulden panoven.

Proeven met zink tot wering van ketelsteen.

Eenige beschouwingen over het Marine-etablis-
sment te Soerabaja .

Het leggen van een steenen drempel in de
rivier Pategoewan.

Jaargang 1888—1889. f 1.—

Notulen der vergaderingen:

Verhandelingen en mededeelingen:

Bevoeiing uit de Kali Kening in de distric-
ten Djatirogo en Singahan van de afdeeling
Toeban der Residentie Rembang.

Tunnel nabij Gombong op de grens der
Residentie's Bagelen en Banjoemas.

De overbrugging van het Tjisaat-Ravijn in den
Staatsspoorweg Tjitjalengka-Garoet.

Overgang der kleine bergstroomen en water-
lopen in het baangedeelte Nagreg-Leles in den
Staatsspoorweg Tjitjalengka-Garoet.

De hervorming van het reizigerstarief op de
Hongaarsche Staatsspoorwegen.

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

Jaargang 1889—1890. f 0.40.

Notulen der vergaderingen.

Jaargang 1890—1891. „ 1.50.

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

De harmonische analijse der getijden toege-
past op waarnemingen te Tjilatjap verricht
door Dr. J. P. van der Stok.

Rapport betreffende eenige proeven ter be-

paling der vastheid van verschillende mortel-
soorten, door A. G. Lamminga.

Rapport omtrent de proeven over den in-
vloed op de soort en de constructie der dakbe-
dekking op de temperatuur binnen veldbarakken,
door J. Radersma.

Vertalingen:

De bevoeiingswerken uit de Periyar-rivier.

Jaargang 1891—1892. f 2.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

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

Het verlengen van de brug over de Porrong
rivier bij Tjepiples in den staatsspoorweg
Sidhoardjo-Soerakarta, door J. Alsdorf.

Studiën over getijden in den Indischen Ar-
chipel. 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 2.—

Notulen der vergaderingen :

Verhandelingen:

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

III. Dubbeldaagsche, eendaagsche en gemeng-
de getijden.

IV. Oostgat, trechter en westgat van Soerabaja.

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

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

Natuurlijk bekapte steen op West Java.

Jaargang 1893—1894 f 2.—

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

Verhandelingen :

Studien 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. Oostkust van Java en Madoera.

IX. Java zee.

X. Borneo's Westkust.

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

Bevoeiing uit de Waloech, afdeeling Pamalang.

Vertalingen.

Inkomsten en beheer irrigatiewerken in Britsch Indië.

De waterwerken van Karachi.

Jaargang 1894—1895. f2.—
Notulen der vergaderingen met 2 bijlagen
(Berekeningen van betongewelven, eenig nieuw
denkbeelden omtrent rievier verbetering).

Verhandelingen.

Studiën over getijden in den Indischen Archipel, door Dr. J. P. van der Stok
Spoelriolen van portland cement beton.

Tabel van drukhoogteverliezen en snelheden bij strooming van water in buisleidingen.

Jaargang 1895—1896. f2.—

Notulen der vergaderingen met 6 bijlagen
(De nieuwe installatie voor de elektrische verlichting van Tandjong-Priok; eenige mededeelingen betreffende de havenwerken te Manila; proefrit naar Buitenzorg en beschrijving van de nieuwe wagens voor het doorgaand verkeer; bouw van een koelkamer bij het Instituut-Pasteur te Weltevreden; plafonds van dun staalplaat; het bewaren en onderzoeken van dynamiet en andere ontblofbare stoffen.

Verhandelingen.

Studien over getijden in den Indischen Archipel door Dr. J. P. van der Stok.

De toepassing van de formules van Lauterburg voor de bepaling van den grootsten afvoer van de rivieren op Java.

Watervoorziening door toepassing van water-rammen te Poeloe Weh.

Jaargang 1896—1897. f1.25

Notulen der vergaderingen met 3 bijlagen
(over het profiel van bekledingsmuren; samen-

stelling en bestendigheid van Portland cement; opmerking over de aan spuilsuizen in irrigatiekanalen te geven afmetingen).

Verhandelingen

Bouw der bruggen over de Tjimanoeek en de Tjiloetoeng in den grooten weg van Cheribon naar Soemedang.

Vertalingen.

Nota over de steengroeven van Talim.

Jaargang 1897—1898. f3.—

Notulen der vergaderingen, met 7 bijlagen
(stortdammen in leidingen; toepassing van waterkracht voor het transport van materialen; het draagvermogen van schroefpalen; het petroleumgasgloeilicht systeem „Washington”; herinnering aan wijlen Ingenieur T. J. Stieltjees).

Verhandelingen.

Verslag omtrent het bakken van steen (walformaat) voor den bouw der steenovens der machinale tichelwerken in de Solovallei.

De brondwatervoorziening van het militair etablissement te Tjimahi.

Over den aanleg van hellende hoten in irrigatieleidingen.

Iets over den afvoer over breede overlaten.

Jaargang 1898—1899. f3.—

Notulen der vergaderingen met 2 bijlagen
(over de berekening der stuwkromme; korte beschrijving der Tjisedani overbrugging; mededeeling over de in aanbouw zijnde Nylreservoirs)

Verhandelingen.

Het militaire etablissement te Tjimahe.

Wijze van bouwen in streken die van aardbevingen te lijden hebben.

De stuw Padi in de kali Pikaton.

INHOUD

TIJDSCHRIFT 1899—1900.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

Notulen der vergadering gehouden op 7 September 1899.	Bladz. I
" " " " " 26 October 1899.	II
" " " " " 28 Mei 1900.	III
Bijlage A. Grondverzet door spoeling met water.	IV
Bijlage B. Werken onder water met luchtransels uit de fabriek A. Bidders en zoon.	IX
Bijlage C. Algemeen verslag betreffende den toestand en de werkzaamheden van de Afdeeling Neder- landsch Indie van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 1 April 1899 tot Ult ^e Maart 1900.	XI
Bijlage D. Verslag van den Penningmeester over het tijdvak	

loopende van 1 April 1899 tot Ult ^e Maart 1900.	Bladz. XII
Bijlage E. Winst en Verlies rekening en Balans van de Afdeeling Nederlandsch Indie van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs tijdvak 1 April 1899- 31 Maart 1900.	XIV
Naamlijst der leden op 20 Augustus 1900.	

VERHANDELINGEN.

Over den vorm en de afmetingen van plaatijzeren aquaducten.	1
De leidingen in ophooging van het Singomerto Complex.	12

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERINGEN.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING GEHOUDEN OP DONDERDAG 7 SEPTEMBER 1899 DES AVONDS TEN 9 URE IN HET GEBOUW DER AFDEELING.

Tegenwoordig zijn: J. E. DE MEIJER, President, L. J. C. VAN ES, A. P. MELCHIOR, J. J. A. MULLER, TH. A. M. RUIJS en J. J. STIELTJES leden van het bestuur; de gewone leden: S. W. BECKING, M. H. DAMME, J. J. A. VAN DREVELDT, E. A. C. F. VON ESSEN, J. C. H. FISCHER, A. HESSELINK, T. M. G. KEULEMANS, S. R. J. ONNEN, L. H. SLINKERS, R. H. J. SPANJAARD, J. T. P. J. STRAATMAN, J. K. E. TRIEBART, R. P. O. D. WIJNMALEN en de buitengewone leden J. WOUTERS en F. A. YPES.

De vergadering geopend zijnde worden de notulen der vorige vergadering voorgelezen en goedgekeurd.

De voorzitter zegt den Heeren E. A. C. F. VON ESSEN en R. H. J. SPANJAARD dank voor de, bij het verifieeren van de boeken en de verantwoording van den penningmeester, door hen sedert de vorige algemeene vergadering genomen moeite, en vindt daarbij tevens aanleiding den penningmeester een woord van hulde toe te voegen voor het beleid en de ijver waarmee hij nu reeds gedurende verscheidene jaren het finantieel beheer der Afdeeling gevoerd heeft.

Hij leest daarop de op het convocatie biljet gedrukte wijzigingen in de Huishoudelijke Verordeningen voor zooals die door het Bestuur worden voorgesteld, luidende:

Voorstel van het Bestuur:

1^o. om de artikelen 16 en 33 der Huishoudelijke Verordeningen te doen luiden:

Art. 16. Een lid der Afdeeling, dat zijn lidmaatschap van *het Instituut* of van *de Afdeeling* met het einde van het loopende instituutsjaar, dat is met ult^o Juni, wenscht te doen eindigen, is gehouden daarvan voor 1 Mei kennis te geven aan het Bestuur der Afdeeling.

Art. 33. De schrijver van een stuk, in het tijdschrift der Afdeeling, hetzij in de Verhandelingen dan wel in de Notulen opgenomen, ontvangt desgewenscht 10 afzonderlijke afdrukken van zijn werk; tegen vergoeding der kosten kunnen hem, indien hij, bij de inzending van het stuk, zijn wensch daartoe te kennen geeft, een grooter aantal afdrukken worden verstrekt.

Hem wordt bovendien een honorarium toegekend, berekend naar f 50.— per vel druks van 8 pagina

voor oorspronkelijke, (ingeval het stuk in de notulen wordt opgenomen echter slechts wanneer dit minstens een half vel druks inneemt) en f 20.— voor vertaalde stukken.

2^o. om van artikel 17 de 1^e en 2^e alinea te doen vervallen;

3^o. om toe te voegen twee nieuwe artikelen:

Art. 24^a. Bij het nemen van besluiten beslist de meerderheid van stemmen. Bij het staken van stemmen heeft de voorzitter eene beslissende stem.

Art. 29^a. Buiten Nederlandsch Indië verblijfhoudende leden van het Instituut, die vroeger leden der Afdeeling Nederlandsch Indië zijn geweest en het tijdschrift der Afdeeling wenschen te ontvangen, zijn uit dien hoofde eene jaarlijksche bijdrage van f 2.50 aan de Afdeelingskas verschuldigd.

De voorzitter geeft daarbij de volgende toelichtingen:

Door de fusie van de verschillende Ingenieurs vereenigingen in Nederland met het Instituut werd het maken van een nieuw reglement voor het Instituut noodzakelijk.

In dit reeds aan alle leden toegezonden Reglement wordt in artikel 11 de bepaling aangetroffen, dat de regeling van de geldelijke verhouding van de Afdeeling Nederlandsch Indië tot het Instituut de goedkeuring behoeft van de vergadering van het Instituut.

Nu is deze regeling in hoofdzaak reeds vastgesteld, doch wijziging der Huishoudelijke Verordeningen, zal daarmede gepaard moeten gaan.

Bij de met den Raad van Bestuur over deze regeling gevoerde briefwisseling toch is de wenschelijkheid gebleken om bij den aanvang van het Instituutsjaar (1 Juli) eene juiste opgave te bezitten van het aantal leden der Afdeeling ten einde de bijdrage van de Afdeeling aan de Instituutskas te kunnen vaststellen.

Vroeger werd het aantal leden der Afdeeling bepaald bij de verzending uit Nederland van de 1^e aflevering van het tijdschrift van den nieuwen jaargang (art. 17 der H. V.) dus op een onzeker tijdstip.

Nu is de wijziging van artikel 16 en 17 daarvan het gevolg. Als tweede gevolg daarvan is, dat iemand in Nederland vertoevende, niet langer lid der Afdeeling kan blijven aangezien zijne contributie dan geheel de Instituutskas ten goede behoort te komen, en der Afdeeling geen aandeel daarvan toekomt zooals wel het geval is voor de leden der Afdeeling in Indië.

Wenscht hij echter het tijdschrift te blijven ontvangen dan zal hem dit tegen f 2.50 worden toegezonden, blij-

kens artikel 29^a (Het tijdschrift kost voor niet leden en het publiek gewoonlijk meer, meestal f 4.—)

Artikel 33 volgens het voorstel is ontstaan omdat het Bestuur het onbillijk acht dat sprekers in vergaderingen niet beloond kunnen worden voor hunnen arbeid, welke dikwijls even omvangrijk is als van schrijvers eener verhandeling.

Artikel 24^a voorziet in eene gevoelde behoefte.

De voorzitter meent zich tot deze mededeelingen te kunnen bepalen, aangezien volgens de Huishoudelijke Verordeningen, laatste artikel, discussie daaromtrent thans is buitengesloten.

Bespreking en stemming zal eerst in eene volgende vergadering kunnen plaats hebben.

De Heer SLINKERS verkrijgt nu het woord en geeft eenige toelichtingen op de door hem verzamelde teekeningen en fotografiën, bestemd voor de Parijsche werelttentoonstelling in 1900, welke een beeld geven van de belangrijkste waterstaatswerken, die in de laatste 10 jaren in Nederlandsch Indië zijn uitgevoerd.

Eenige waterverfteekeningen door inlanders vervaardigd, trekken daarbij zeer de aandacht.

Eene onder leiding van het lid Th. A. M. RUIJS samengestelde overzichtskaart van de spoor- en tramwegen op het eiland Java, gevat in een sierlijke lijst, namaak bamboe, en omgeven door een serie lichtbeelden van de voornaamste staatsspoorwegwerken, en hier tevens tentoongesteld wordt algemeen zeer bewonderd.

Nadat beide heeren voor het vele bezienswaardige, dat zij hier hebben bijeengebracht door den voorzitter zijn bedankt, wordt de vergadering gesloten.

De voorzitter
J. E. DE MEIJER
de Secretaris
J. J. STIELTJES.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING GEHOUDEN
OP 26 OCTOBER 1899 DES AVONDS TEN 9 URE IN
HET GEBOUW DER AFDEELING.

Aanwezig zijn: J. E. DE MEIJER, *President*; L. J. C. VAN ES, A. P. MELCHIOR, J. J. A. MULLER, J. NUHOUT VAN DER VEEN, Th. A. M. RUIJS en J. J. STIELTJES leden van het Bestuur; de gewone leden: E. A. C. F. VON ESSEN, J. C. H. FISCHER, A. HESSELINK, J. G. KERLEN, R. A. MEIJER, S. R. J. ONNEN, L. H. SLINKERS, J. K. E. TRIEBART, R. P. O. D. WIJNMALEN; het buitengewoon lid J. WOUTERS en een tiental dames geïntroduceerden.

De voorzitter roept, in het bijzonder de dames die deze vergadering met hunne tegenwoordigheid opluisteren een hartelijk welkom toe.

De notulen der vorige algemeene vergadering worden

goedgekeurd en gearresteerd. De voorzitter zegt daarop ongeveer het volgende.

Naar aanleiding van de in de vorige vergadering voorgestelde wijzigingen in de huishoudelijke verordeningen, is aan de leden buiten Batavia eene circulaire gezonden, inhoudende een uittreksel uit de notulen van die vergadering, zoomede bedoelde wijzigingen ten einde hen in de gelegenheid te stellen, hun opinie daaromtrent mede te deelen.

Slechts drie leden, antwoordden daarop, twee met een kennisgeving dat zij zich vereenigen kunnen met het voorstel van het Bestuur, terwijl het derde lid het voorstel deed om het tijdschrift der Afdeeling tegen den voorgestelden prijs van f 2.50 verkrijgbaar te stellen voor alle buiten *Nederlandsch-Indië* verblijf houdende leden van het Instituut.

De President waardeert het streven van den voorsteller om meerdere publiciteit aan het Afdeelingstijdschrift te geven, doch gelooft niet, dat door het op deze wijze verlagen van den prijs voor de leden van het Instituut, het tijdschrift een meerdere aftrek zal verkrijgen; hij voorziet daarentegen wel dat alsdan de in *Indië* aanwezige leden van het Instituut welke niet lid der Afdeeling zijn eveneens tegen dien prijs een tijdschrift zouden kunnen gaan reclameeren hetgeen niet bevorderlijk voor den bloei der Afdeeling zoude zijn. Hij deelt voorts mede dat het Bestuur bedoeld voorstel niet wenscht over te nemen en vraagt of wellicht een der aanwezigen het voorstel wenscht te ondersteunen. Zulks is niet het geval.

Het voorstel van het Bestuur wordt daarop in discussie gebracht, doch daar geen der leden daarover het woord verlangt, wordt tot stemming overgegaan en het voorstel van het Bestuur met algemeene stemmen aangenomen.

De voorzitter deelt thans nog mede dat nu de geheele gewijzigde Huishoudelijke Verordeningen nog de goedkeuring van den nieuwen Raad van Bestuur behoeven.

Het lid J. K. E. TRIEBART verkrijgt nu het woord tot het houden zijner aangekondigde „Causerie over eene reis van *Cairo* naar *Assoean* en terug, gedaan met het doel om de oud Egyptische tempels enz. en de reservoirwerken te *Assoean* te bezoeken.”

Spreker deelt in een aangename vorm aan de aanwezigen zijne reisherinneringen mede en maakt deze ook aan het gehoor aanschouwelijk, door vertooning van een honderdtal zeer fraaie photographiën van de door hem bezochte ruïnen en andere bezienswaardigheden.

Aan het slot zegt de voorzitter, spreker dank voor zijne met belangs'elling aangehoorde voordracht en sluit de vergadering.

De Vice President,
J. NUHOUT VAN DER VEEN
De Secretaris,
J. J. STIELTJES.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING GEHOUDEN
OP 28 MEI 1900 DES AVONDS TEN 9 URE IN
HET GEBOUW DER AFDEELING.

Tegenwoordig zijn: J. NUHOUT VAN DER VEEN, vice President; A. P. MELCHIOR, Th. A. M. RUIJS en J. J. STIELTJES, bestuursleden; de leden R. BIRCKENHAUER, E. F. BUIJN, E. A. C. F. VON ESSEN, D. DE JONGH Hz, T. M. G. KEULEMANS, R. A. MEIJER, J. F. QUANT, J. K. E. TRIEBART, W. G. J. VOGELPOEL, J. WOUTERS en R. P. O. D. WYNMALEN.

Na opening der vergadering worden de notulen der vorige vergadering voorgelezen, goedgekeurd en gearresteerd.

De secretaris leest daarop het Algemeen Verslag van het afgelopen jaar voor, hieromtrent heeft niemand iets te vragen of op te merken, zoodat het aldus ongewijzigd in het ter perse zijnde tijdschrift kan worden opgenomen.

De penningmeester vangt nu aan met de voorlezing van het finantieel verslag, dat evenmin aanleiding tot bemerking geeft. De vice-President noodigt de leden R. BIRCKENHAUER en J. K. E. TRIEBART uit om zich in commissie te vereenigen tot het nazien der boeken en verantwoordingsstukken van den penningmeester. Zij nemen die benoeming aan.

Aan de orde is de verkiezing van een bestuurslid in de plaats van het lid Th. A. M. RUIJS die volgens het rooster moet aftreden, doch herkiesbaar is.

Het lid D. DE JONGH stelt voor den heer RUIJS bij acclamatie te herkiezen. Dit geschiedt en de Heer RUIJS aanvaardt de herbenoeming.

De vice-President deelt mede dat verschillende omstandigheden welke hier niet alle kunnen worden bekend gemaakt, het aan het Bestuur wenschelijk deed voorkomen naar een ander vergaderlocaal om te zien en dat het Bestuur hierin werd tegemoet gekomen door een voorstel van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging om een gedeelte van het aan haar en aan de Nederlandsch-Indische Maatschappij van Landbouw en Nijverheid toebehoorend gebouw aan het koningsplein in huur te nemen. Hiertoe werd door het Bestuur besloten.

De huurprijs zal met inbegrip van kosteloos gebruik van gas tijdens de vergaderingen f 500. per jaar bedragen hetgeen iets minder is dan de vereeniging thans voor het tegenwoordige gebouwtje betaalt.

De Afdeeling krijgt daarvoor de beschikking over de noodige vergaderruimte en een afzonderlijke groote kamer voor het opbergen van de bibliotheek.

Hij hoopt dat de leden met dat besluit van het Bestuur genoegen zullen nemen, en spreekt het vertrouwen uit dat de vereeniging in het nieuwe gebouw

beter gehuisvest zal blijken te zijn dan in het tegenwoordige, waarvan trouwens de dagen geteld zijn, aangezien het Legerbestuur der eigenaresse heeft aangezegd het terrein waarop het gebouwtje slechts op grond van eene tijdelijke vergunning geplaatst is weder ter beschikking van het Militair Departement te stellen.

Het lid R. P. O. D. WYNMALEN krijgt het woord tot het houden der aangekondigde mededeelingen „over grondverzet door spoeling en over het werken onder water met luchtransels uit de fabriek A. BIKKERS en zoon. Beide mededeelingen zijn hierachter als bijlagen A en B afgedrukt.

Het lid MELCHIOR. Ik heb gehoord dat de inklinking bij opgespoelde grond gering is en nu meen ik verstaan te hebben dat de dam in het *Tjirawah* ravijn $\pm$ 5 Meter is ingeklonken, terwijl deze toch tot $+$ 22 M. is opgespoeld en slechts 15 M droog zijn opgebracht. Is dat juist?

Het lid WYNMALEN deelt nog mede dat de reeds opgespoelde dam herhaalde malen is afgeschoven en telkens drooge grond bij gestort werd, op sommige plaatsen is dus veel meer dan 15 M droog opgebracht en van die gezamenlijke bijstortingen was het resultaat dat in totaal 5 M inklinking verkregen werd.

Daar die afschuiving naar de beneden of dalzijde plaats vonden was de inklinking dan ook aan de dalzijde groter dan aan de bergzijde van den dam, zoodat ook het bovenvlak steeds een naar de dalzijde gekeerde helling aannam.

Het lid RUIJS merkt op dat bij de beschrijving van de luchtransels wel de naam vermeld wordt van den fabrikant, doch dat hij daarbij nog niet vernomen heeft dat de Heer DENAYROUSE de eigenlijke bedenker van die wijze van werken onder water is.

De vice-President zegt den spreker dank voor zijne bijdrage. Hij acht het een gelukkige gedachte dat hier het grondverzet door spoeling ter sprake is gebracht omdat voor zoover hem bekend daarover geen literatuur bestaat en het hem meermalen gebleken is dat onder technici daarover veel verkeerde denkbeelden heerschen, zoodat de geleverde beschrijving zeker zal kunnen bijdragen om daaromtrent meer licht te verspreiden en die methode meer te doen toepassen, dan in de laatste jaren op Java gebruikelijk schijnt te zijn.

De vergadering wordt daarop door hem gesloten.

De Vice President,

J. NUHOUT VAN DER VEEN.

De Secretaris,

J. J. STIELTJES.

BIJLAGE A.

MIJNE HEEREN!

Ik werd aangezocht het een en ander mede te deelen over grondverzet door spoeling met water.

Hetgeen ik daarover te zeggen heb is gebaseerd op ondervinding van dergelijken arbeid bij den bouw van de 4e sectie der eerste Preangerlijn, der lijn van *Buitenzorg* naar *Tjitjalengka*, in de jaren 1882/83.

In dat opzicht zou het onderwerp geen actueele waarde hebben, maar aangezien daarover zoover mij bekend nog niets in druk gepubliceerd is en de mogelijkheid bestaat, dat eerlang zal worden overgegaan tot den bouw van de verbindingslijn van *Padalarang* naar *Krawang* waar in het zuidelijk deel, gelegen nabij die 4e sectie van de eerste Preangerlijn, de terreinomstandigheden wellicht ook gunstig zullen zijn voor grondverzet door spoeling en dus de openlijke mededeeling van vroegere ervaringen te pas kan komen, heb ik besloten aan het aanzoek gevolg te geven, om heden avond over die werkwijze eene korte mededeeling te doen.

Meer in het bijzonder zal ik het hebben over spoelarbeid bij het maken van de aardebaan voor een spoorweg.

In onderscheiding van het drooge grondverzet zou ik dan over het natte kunnen spreken.

Het eigenaardige van het werk bestaat daarin, dat het vervoer van den losgemaakten grond aan snelstroomend water wordt overgelaten. De gronddeeltjes worden in zwevenden toestand gehouden door de snelheid in verband met de hoeveelheid van het spoelwater en, bij onvoldoend verval, geholpen door handenarbeid, totdat de plaats bereikt is waar men den grond natuurlijk of kunstmatig wenschte te laten bezinken.

Het doel der spoeling kan tweeledig zijn, nl. het verwijderen van grond uit ingravingen en het aanvoeren van grond in ophoogingen. Op plaatsen, waar uit ingravingen in het tracé grond voor aangrenzende ophoogingen kan worden ontleend, komen die doeleinden vereenigd voor.

In ingravingen wordt het voor de spoeling te bezigen water zooveel mogelijk en onder eene voldoende snelheid bij elkander gehouden in eene spoelsloot, loopende volgens of evenwijdig met de aslijn der ingraving. De losgewerkte grond wordt dan in die sloot geworpen of gesleept en verder door het stroomende water medegevoerd. Is die grond niet voor eene ophooging in de baan noodig, dan wordt die daarheen afgeleid, waar geene bijzondere belangen kunnen worden geschaad en heeft zonder verdere bemoeienis de natuurlijke bezinking plaats, zooals het terrein zulks medebrengt. Van de spoelwerken in de 4e Sectie tusschen *Tjipatat* en *Padalarang* stroomde aldus veel slibhoudend water in de *Tji-*

meta en ongeveer 30 K.M. benedenstrooms bij de uitmonding in de *Tjitaroem* en nabij de spoorwegbrug was het rivierwater nog sterk bruin gekleurd.

Voor ophoogingen wordt uit eene zijdelingsche of uit eene in de baan gelegen aangrenzende ingraving de grond door spoeling aangevoerd in sloten over het gewone terrein of in houten spoelleidingen, onder genoegzaam verval, op bamboezen steigers. De snelheid van het grondhoudende water wordt dan in de ophooging door bamboezen schermen of aarden dijkjes verminderd, zoodat kunstmatige bezinking der grovere deelen kan plaats hebben waar men dat wenschte, en de fijne slib met het afgewerkte spoelwater verder wegvloeit.

In de eerste plaats is voor het opspoelen van dammen eene zanderige, waterdoorlatende grondsoort noodig. Verweerde, zoogenaamde *padas* eigent zich daar bijzonder toe, en dat materiaal kwam in de 4e Sectie veel voor.

Verder moet steeds groote zorg worden besteed aan de verwijdering van den zeer fijn verdeelden grond, de slib, welke bij de medevoering van grond door water langzamerhand gevormd wordt. Deze slib mag niet in te groote hoeveelheid in den dam bezinken, omdat het ingesloten water daardoor niet spoedig weder wordt los gelaten en dan afschuivingen worden veroorzaakt, zooals deze in het begin in de 4e Sectie tot teleurstellingen geleid hebben, toen nog geen voldoende ervaring van het werk verkregen was.

Voor dien slibafvoer moeten in de paggers of dijkjes steeds voldoende openingen gespaard blijven, waarmede de snelheid van het afgewerkte spoelwater zoodanig kan worden geregeld, dat zooveel mogelijk alle slib, doch ook niet meer dan deze, wegvloeit en alle zwaardere gronddeelen in den dam achterblijven. Dat vereischt voortdurend goed toezicht en maakt het ook steeds wenschelijk, om aan aannemers het grondverzet uit de ingravingen te betalen, niet wat in de ophoogingen bezonken is, en om den arbeid bij de bezinking zooveel mogelijk in eigen beheer op dagloon te verrichten.

De spoelsloten mogen niet te lang zijn en geen te flauwe helling hebben, omdat behalve van de grondsoort, van de lengte der slooten de hoeveelheid gevormde slib en van hare helling de bezinking onderweg van grove gronddeelen afhangt, waardoor de slooten verstopt raken. De voordeelen met spoeling gaan dan weder verloren door te groot grondverlies en te hooge kosten aan eene vaste ploeg koelies om in het spoelwater den grond voort te sleepen. Over het algemeen wordt de helling der slooten niet flauwer dan 1/50 genomen.

Moeten houten leidingen naar eene ophooging worden gemaakt dan construeert men deze met hare bamboezen steigers, bij opspoelingen van belangrijken aard, wat steviger en neemt men de mogelijkheid in acht, om de steigers gemakkelijk naarmate van de vordering van het werk te kunnen verhoogen.

De hellingen en afmetingen dier leidingen hangen af van de zwaarte der te spoelen grondsoorten, van de beschikbare hoeveelheid spoelwater en van de meer of minder fijne grondverdeeling. Over het algemeen verkrijgen zij geen mindere helling dan $\frac{1}{15}$ à $\frac{1}{20}$, omdat hulp tot sleepen van den grond moeilijk kan worden verleend en anders tot nadeel van een geregelden voortgang van het werk telkens verstoppingen voorkomen.

Bij scherpe bochten worden de buiten-opstaande zijden van verhoogingen voorzien. In deze leidingen kunnen dan verweerde stukken padas tot 5 à 10 cM. grootste afmeting medestroomen. De hoogte voor het uit de leidingen neerstorten van het water neemt men niet grooter dan ongeveer 3 M. Op plaat VIII is eene toegepaste steigerconstructie met houten leiding voorgesteld.

Ten einde bij lange en hoge dammen te groote uitgebreidheid der op te spoelen oppervlakken te voorkomen, waardoor de grond slechts langzaam zou kunnen uitdroogen en eene ongelijke bezinking van zware en lichte gronddeelen zou plaats hebben, wordt de grond in vakken van $20 \times 30 \text{ M}^2$ opgevangen.

Uit eene hoofdleiding worden dan zijtakken gemaakt en men kan twee niet aangrenzende vakken tegelijk opspoelen. Eene vaste ploeg van 3 à 5 koelies is steeds bezig om de bij de stortplaatsen zich ophoepende grove gronddeelen zoo gelijk mogelijk te verspreiden.

Die vakken worden rondom afgesloten door bamboezen schermen of paggers, somtijds aarden dijkes, van 0.50 à 1 M. hoogte, naarmate van de aangenomen dikte der op te spoelen lagen.

De paggers worden aan de binnenzijde met eene bekleeding van alang-alang of kassoh, wilde lange grassoorten, eenigszins dicht gemaakt, zoodat het slibhoudend water nog gemakkelijk kan door sijpelen. Die welke in de taluds staan worden het sterkste gemaakt. Naar de taluds aan de hooge terrein-zijde wordt echter meestal geen spoelwater geloosd; de vakken grenzen dan hier aan aarden dijkes.

De paggers in de taluds blijven staan tot de geheele damhoogte bereikt is, om eerst daarna voor het behoorlijk afwerken der taluds te worden opgeruimd. De overige paggers verwijdt men vaksgewijze naarmate het werk vordert en weder eene nieuwe laag kan worden opgespoeld.

Een paar toegepaste paggerconstructies voor 0.50 en 1 M hoogte zijn op plaat VIII te zien.

In de taluds springen de paggers der opvolgende lagen natuurlijk terug, zoodat daar voorloopig trappen gevormd worden, terwijl men bedacht moet zijn op een voldoende breedte aanleg der dammen, om boven goed op breedte uit te komen na het afsteken van de kanten dier trappen voor het verkrijgen van een vlak talud.

Op die trappen bestaat gelegenheid afleidingssloten te maken. Deze worden met planken tegen uitschuring beveiligd en leiden het spoelwater, waarheen men zulks

verlangt. Dat water mag dus niet over het geheele talud afloopen; het moet zelfs zoo spoedig mogelijk de ophooging verlaten, zoo noodig in afzonderlijk te maken houten leidingen.

Het grondverlies, d. i. het verschil van de hoeveelheid losgemaakte en in de ophoogingen opgevangen grond, bleek voor onderscheidene aldus uitgevoerde opspoelingen zeer verschillend te zijn. Het varieerde van 30 tot 50 %.

In normale gevallen kan men veilig op $\frac{1}{3}$ grondverlies rekenen. Het hangt natuurlijk af van de gevormde slib en deze weer, zooals reeds gezegd, van de grondsoort, de meer of minder fijne grondverdeeling, de hoeveelheid spoelwater en de lengten en hellingen der spoelsloten. Ook vangt men in den regentijd, als er dus weinig gelegenheid tot uitdroogen is, minder zuinig op dan in den Oostmoesson, en hoe kleiner de dammen moeten zijn hoe minder grond betrekkelijk men verloren kan laten gaan, daar afschuivingen dan minder te vreezen zijn, en hebben die toch tijdens den natten toestand van het werk bij den aanleg plaats, zij minder schade veroorzaken dan bij groote dammen.

Opgespoelde dammen zijn veel vaster dan dammen droog uit de hand opgeworpen en klinken belangrijk minder dan deze laatste in. Tot ongeveer 10 M hoogte was nagenoeg geene inklinking waar te nemen, terwijl men over elke laag dadelijk na en meestal zelfs reeds tijdens het spoelen loopen kan. Bij lagen van 1 M dikte zijn deze na een paar weken geschikt om daarop eene volgende laag te kunnen spoelen, waarvan het werk zelf zeer vlug gaat.

Door de verdeeling in vakken kan men de werkzaamheden zoodanig regelen, dat het spoelen nagenoeg ongestoord kan voortgaan, wat natuurlijk van veel belang is voor een geregelden gang van den arbeid in de ingravingen waaruit grond moet worden ontleend, en waarbij dikwijls aannemers geïnteresseerd zijn, die aan de ophoogingen weinig of niets verdienen.

Ten einde het spoelwater, dat onvermijdelijk steeds in den dam dringt in verband met den eisch van slechts waterdoorlatende grond te mogen bezigen, zoo spoedig mogelijk daaruit te verwijderen kunnen ook, als steenen billijk te krijgen zijn, om de 5 M hoogte netten van dreinerings in den dam gemaakt worden met eene doorsnede van ongeveer 0.5 M^2 , hellingen van $\frac{1}{25}$ à $\frac{1}{40}$ en goed in indjoekvellen gesloten.

Voor het welslagen van het werk moet men zekerheid hebben of over voldoende tijd genoeg water voorhanden is. In den droogen moesson is het de geschiktste tijd voor opspoeling van dammen, en in den regen moesson moet door de bevolking veel water gebruikt worden voor de bebouwing der rijstvelden.

Dikwijls zijn in de ingravingen de goede grondsoorten tot opspoelen van dammen niet aan de oppervlakte te verkrijgen, maar komen die op geringe diepte voor.

De verwijdering van de minder geschikte bovenlaag door wegspoeling is dan aangewezen.

In de ravijnen der 4e Sectie, waar dammen opgespoeld zijn, kwamen met uitzondering van het ravijn der *Tjirawa*, waarover straks nog het een en ander gezegd zal worden, geene of slechts kleine waterlopen voor, die steeds weinig water afvoerden.

Tijdens het werk heeft men in dien afvoer voorzien door draineeringen van gestapelde bergsteenen, met indjoekvellen bedekt, en tot waarborg tegen latere verstopping dier draineeringen heeft men korte duikers boven in de ravijnwanden gebouwd. Dit systeem is niet aan te bevelen; beter is het den duiker op het diepste punt van het ravijn te bouwen, zoodat de dam nooit tevens de rol van waterkeering behoeft te vervullen, wanneer zich bovenstrooms een meer gevormd heeft. Zoo zijn benedenstrooms enkele afschuivingen voorgekomen, die bij sommige dammen niet eerder overwonnen werden dan nadat aan de meer-zijde grond bijgespoeld en de waterplas zoo ver mogelijk van den dam verwijderd was.

Omtrent de grootste hoogte, waartoe dammen nog veilig kunnen worden opgespoeld, kan uit de ervaringen in de 4e Sectie worden aangeteekend, dat eenige dammen met eene lengte op de kruin van ± 150 M en eene hoogte boven het diepste punt van het ravijn van ± 20 M met veel succes en zonder eenigen tegenspoed tot de volle hoogte door spoeling werden gemaakt. Zij keeren geen opgestuwd water en hunne taluds hebben aan de bergzijde hellingen van $1\frac{1}{2}:1$ en aan de dalzijde tot ongeveer de halve hoogte van 2 à $3:1$ en verder tot boven van $1\frac{1}{2}:1$.

Zonder opstuwing van water, bij zorgvuldige werkwijze en onder behoorlijke taluds zullen zeker ook dammen veel hooger dan 20 M door opspoeling kunnen worden verkregen.

Hoe belangrijk de invloed van spoeling op de kosten van ingravingen is blijkt uit het feit, dat, waar in gevallen van gewone roode kleigrond droog per M^3 grondverzet f 0.30. tot f 0.50 zou moeten betaald worden, met spoeling kan worden volstaan met f 0.10 tot f 0.15. Een koelie maakt dan per dag gemiddeld ongeveer $5 M^3$ grond los, terwijl door hem in gunstige gevallen en met slim overleg tot $10 M^3$ en meer per dag kan worden verzet. Steile taluds worden dikwijls door eene ploeg koelies ondergraven, om eene groote hoeveelheid grond in eens te doen afstorten, waardoor verdere verbrokkeling voor het brengen in de spoelsloten vergemakkelijkt wordt.

Bij opgespoelde ophoogingen kost de grond in den dam van f 0.20 tot f 0.30 per M^3 in normale omstandigheden en bij een loonstandaard van f 0.40 à f 0.50 per koelie daags.

Wordt grond aangespoeld uit in het tracé gelegen en aangrenzende ingravingen, dan wordt slechts hierin

voor het grondverzet aan de aannemers f 0.20 per M^3 betaald en moeten zij zelf voor den aanleg en het onderhoud der waterleidingen, voor het trekken van den grond naar en het opvangen daarvan in den dam zorgen. Enkel wordt bijbetaald voor bamboe, houten goten, draineeringen, enkele dagkoelies, het droog opzetten van aarden dijkjes, het maken van trappen voor inkassingen in de ravijnwanden en het afwerken der taluds, in het algemeen voor alle werkzaamheden en leverantiën, waarop ten koste der soliditeit bij aanneming te veel bezuinigd kan worden.

Tegen groote uitgaven voor den aanleg van nieuwe waterleidingen of vergrooting der capaciteit van bestaande moet wegens de groote voordeelen van spoelwerk niet te licht worden opgezien.

De hoogst liggende leiding nabij het einde der 4e Sectie is over 4 à 5 K.M. lengte speciaal ten behoeve der spoorwegwerken aangelegd, kostte circa f 1700, en daarmede kon ongeveer $180.000 M^3$ grond worden weggespoeld, waardoor eene geschatte bezuiniging van 40 à 50 mille verkregen werd.

Dikwijls ook bleek het groote voordeel om gedurende het spoelwerk door schadeloosstelling aan de bevolking van haar het gebruik te krijgen van het water, dat anders voor de bebouwing harer rijstvelden benoodigd was.

Spoelarbeid valt bizonder in den smaak van den Inlander. Het strookt geheel met zijn aangeboren zucht, om zonder zich veel te vermoeien het dagloon te verdienen. In een kleine ruimte beperkt, dikwijls zittende of hurkende en met een bamboe of lang plat uitgesmeed stuk ijzer den grond losstootend kan hij met gemak zijn taak afleveren. Langs hem heen stroomt het water en meestal, zonder er verder naar om te zien, kan hij kalm aan dat water het verder verplaatsen van den grond overlaten. Dat is dus een kolfje naar zijn hand!

Buitendien is het werken in water koel en is de Inlander als landbouwer in de natte rijstvelden aan arbeid in het water zonder schade voor zijne gezondheid gewend.

Inderdaad behoort spoeling dan ook tot de aange naamste wijzen van grondverzet. Met weinig volk kan veel verricht worden en de resultaten van den arbeid zijn spoedig zichtbaar, hetgeen den ijver en de ambitie van het daaraan werkzame personeel niet weinig prikkelt.

Weinig spaarzaam als de Inlander is heeft vooral bij deze soort arbeid verhooging van loonen dikwijls niet geleid tot vermeerdering van werk.

Werden in de 4e Sectie nieuwe baangedeelten met spoeling onderhanden genomen dan was het steeds gemakkelijk, om in weinig bevolkte streken voldoende werkvolk te krijgen en te houden, en daardoor aangeloofd kon dan dikwijls door eene goede regeling van eenheidsprijzen de opkomst van koelies bij het minder aangename drooge grondverzet verbeterd worden.

Tot de voornaamste in de lijn *Buitenzorg-Preanger Regentschappen* uitgevoerde ophoogingen, die door de werkwijze der grondspoeling zijn verkregen, behooren:

a. De dam in het ravijn der *Tjirawa*. Deze is de grootste ophooging van de geheele lijn; de kant der aardebaan reikt tot ± 37 M boven het diepste punt van den ravijnbodem. Slechts tot 22 M hoogte is de dam opgespoeld; de overige 15 M. is droog opgebracht door den grond van vele zijden en op verschillende hoogten uit de hand of met Decauville wagens aan te voeren en over den kop te storten. Gemiddeld werkten toen tot 2000 koelies per dag.

Bij het voorloopig ontwerp had men zich voorgesteld over dit ravijn een viaduct te bouwen met 3 overspanningen elk wijd 40 M. Later werd echter bij den aanleg der lijn besloten het ravijn door grondspoeling op te vullen; de kosten daarvan werden toen lager dan eene brug geraamd, het oponthoud bij het spoorleggen door den bouw van een ijzeren viaduct zou worden vermeden en de resultaten in den grooten postweg van *Buitenzorg* naar *Tjiandjoer* bij *Sindanglaja* verkregen met eene 35 M hooge ophooging in het dal der *Tjiseroewa*, ook door de werkwijze der grondspoeling, waren zoowel technisch als finantieel aanlokkelijk.

Voor de afleiding van het water van het riviertje *Tjirawa* is een duiker wijd 4 M gebouwd, niet in het diepste punt van het ravijn maar tot besparing van lengte boven in den steenvasten westelijken bergwand en verder zooveel mogelijk het beloop van het rotsachtige terrein volgend. Benedenstrooms is eene trapvormige open leiding met een hoogteverschil van 15.55 M, over 8 trappen verdeeld.

Het rivierwater moest in de spooras ongeveer 15.50 M. worden opgestuwd alvorens door den duiker te stroomen; daardoor is tegen den dam een meer gevormd, dat de hoofdoorzaak is geweest van de lange lijdensgeschiedenis bij den aanleg van dit werk.

Die opstuwing is in 4 tempo's bereikt door telkens in de oostelijke berghelling eene ± 4 M. hoogere leiding te graven voor de tijdelijke afvloeijing van het *Tjirawa*-water, tot ten slotte na de laatste opstuwing de duiker dienst kon doen.

Het gewelf van den duiker is bij gebrek aan goede gebakken steenen voor meer dan de helft en ter dikte van 0.80 M. gemetseld van gekloofde platte stukken kalksteen, uit naburige kalkrotsen gewonnen. Hetzelfde materiaal is voor den vloer der open leiding in portland-cement-specie gebruikt.

Al het overige metselwerk is van riviersteen, in eene specie van gelijke deelen kalk, zand en fijn gestampte roode cement.

In April 1880 werd aan den duiker begonnen, in Maart 1882 kwam dit kunstwerk dat ongeveer f 50000 gekost heeft, gereed en in April d. a. v. kon het *Tjirawa*-water er door stroomen.

De grond voor de opspoeling van den dam is uit de naburige berghelling ontleend en het water werd aangevoerd langs eene vele kilometers lange, speciaal gegraven leiding uit het Missigit gebergte, welke leiding veel aan aanleg en onderhoud gekost heeft. De spoelgrond werd in een houten goot op hooge bamboezen jukken over het ravijn naar den dam geleid. Uit die hoofdgoot liepen als vertakkingen kleinere bamboezen zijgoten straalvormig naar verschillende zijden van het aan te spoelen oppervlak, waarvan de verhooging, telkens met 1 M, in vakken van $\pm 20 \times 30$ M verdeeld werd.

Vele teleurstellingen werden ondervonden. Eenige bandjirs werkten vernielend op hetgeen tijdelijk verkregen was; door het bovenstrooms gevormde meer kon het damlichaam niet spoedig genoeg voldoende opdroogen, zoodat verscheidene afschuivingen, bijna alle in het noordelijk talud plaats hadden, waardoor een bij het begin van het werk daar gemaakte bekleedingsvoet, een muur van droog opgestapelde riviersteenen, ter grootste hoogte van 5 M en met eene grootste dwarsdoorsnede van 25 M², die reeds eenige malen hersteld was, ten slotte nagenoeg geheel vernield en onder den grond bedolven werd.

Het zuidelijk talud is van eene steenbekleding tot boven hoogwater voorzien en aan die zijde is later het meer met grond volgespoeld, zoodat het water zoover mogelijk van den dam kon blijven.

Op 22 M hoogte werd het spoelwerk gestaakt en bij het droog opwerken van de bovenste 15 M, toen nog eenige min en meer groote afschuivingen voorgevallen waren, werd het noordelijk talud zoo flauw mogelijk gemaakt, gedeeltelijk door egaliseeren van den afgeschoven grond, overigens door als belasting daar rechtstreeks grond aan te brengen en deze zoo vast mogelijk in te stampen. Niet minder dan 5 aannemers werden ten laatste aangesteld, om van de verschillende naburige heuvels, in concurrentie tegen elkaar, grond, in den dam te brengen, hetgeen natuurlijk zoowel op den spoed bij het werk als op de belangen van het werkvolk een gunstigen invloed had.

Het geheele werk duurde van April 1880 tot December 1883, toen met het spoorleggen, dat tot groote voldoening van het personeel, dank zij goed overleg en volhardende, onvermoeide arbeid, geen oponthoud hier ondervond, de eerste locomotief met groot gejuich het werk passeerde.

Ernstige incidenten zijn daarna niet meer voor-

gekomen. Alleen heeft de groote inklinking, die meer dan 5 M heeft bedragen, het noodig gemaakt aanhoudend per werktreinen grond bij te rijden, en zijn in de taluds draineeringswerken gemaakt.

Het zuidelijk talud heeft eene helling gekregen van $1\frac{1}{2} : 1$ en het noordelijk talud voor het benedenste gedeelte 5 à 4: 1 en voor het bovenste tot circa 15 M onder den damkruin $1\frac{1}{2}$ à 2: 1.

Het grondverzet, aanvankelijk geraamd op 265000 M³ heeft bedragen circa 440000 M³. Voor hetgeen in den dam ontvangen is zou daarvan nog moeten worden afgetrokken, wat door spoeling verloren is gegaan, hetgeen te schatten is op circa 100000 M³. De kosten zijn niet nauwkeurig bekend, doch kunnen veilig gesteld worden op f 200 000 of ongeveer f 0.59 per M³ in den dam gemeten grond.

Met den duiker heeft deze ravijnovergang dus eene uitgaaf van $\pm$ f 250.000 gevorderd, hetgeen hooger is uitgevallen dan voor een ijzeren viaduct noodig zou geweest zijn, maar daarmee is toch het belangrijke voordeel verkregen, dat de bouw-tijd van zoo'n viaduct, waaraan eerst na het bereiken van dit punt met het spoorleggen zou kunnen begonnen zijn, is uitgespaard en zooveel maanden eerder de lijn naar *Bandong* voor de exploitatie is kunnen geopend worden, om nog niet te spreken van de mindere kosten van onderhoud van zoo'n dam dan van eene groote brug voor de exploitatie.

Vele teleurstellingen had men, bij een terugblik op alle moeilijkheden kunnen voorkomen, indien de duiker op den bodem van het ravijn, zij het dan ook ten koste van een grootere lengte ware gebouwd.

b. De dam in het ravijn der *Tjisoedimampir*.

De kant der aardebaan verheft zich 18.50 M boven het diepste punt van het dal.

Tot loozing van het water uit het kleine spruitje en bij regens is boven in eene der aansluitende ravijn-hellingen een duiker wijd 1 M gebouwd, waarvoor het water ongeveer 15 M moest rijzen om daar-door te kunnen stroomen.

Eene draineering in het diepste punt van het dal heeft tijdens de uitvoering van het geheele werk dezer ophooging goede diensten bewezen.

De dam heeft een inhoud van ongeveer 60.000 M³ en de grond voor de opspoeling is ontleend uit de naastvoorgaande en voornamelijk naastvol-gende ingraving, respectievelijk inhoudende 24000 en 73000 M³. Het spoelwater werd aangevoerd in eene 3 à 4 K.M. lange waterleiding uit de rivier *Tjimèta*.

Het rechtertalud heeft eene helling van $1\frac{1}{2} : 1$ en het linkertalud beneden ongeveer 3: 1, naar boven overgaande in $1\frac{1}{2} : 1$.

Met tusschenpoozen van stilstand heeft het geheele werk ongeveer 2 jaren geduurd. Tot de volle hoogte is de dam zonder eenig ongeval opgespoeld. De werkwijze kwam overeen met die, gevolgd voor den dam der *Tjirawa* (sub-a); alles was echter veel gemakkelijker, omdat door de mindere hoogte het op te spoelen oppervlak telkens minder groot was.

c. De spoelwerken bij de *Tjikamoening*.

Deze waren voor twee ophoogingen van 10.50 en 14 M boven de diepste punten van het terrein en twee daarnaast gelegen ingravingen.

De inhouden der dammen met taludhellingen aan weerszijden van $1\frac{1}{2} : 1$ bedragen 9200 en 10800 M³ en de grond is door spoeling uit de ingravingen van 13000 en 64800 M³ inhoud verkregen.

Voor waterloozing uit de afgesloten dalen zijn hier ook duikers wijd 1 M boven in de aansluitende terreinhellingen gebouwd, zoodat ook wateropstuwing moest voorafgaan.

Zonder eenige stoornis liepen de werken gemakkelijk en vlug af.

d. De ophooging in het ravijn der *Tjiarwi*.

De kant der aardebaan reikt tot 19.60 M. boven het diepste punt van het terrein.

De dam heeft een inhoud van 20.000 M³ met taluds rechts van $1\frac{1}{2} : 1$ en links beneden 2 à 3: 1 naar boven overgaande in $1\frac{1}{2} : 1$.

De grond is aangespoeld uit de aangrenzende ingravingen van 40200 en 34800 M³ inhoud; voor den aanvoer van spoelwater voor dit werk en voor nog andere spoelwerken op dit lijngedeelte diende eene leiding van circa 10 K.M. lengte.

Door een boven liggende duiker wijd 1 M moet na 14.10 M hooge opstuwing het water afloopen.

Een draineering op het diepste punt van het ravijn heeft gedurende den aanleg veel tot het succes van dit werk bijgedragen, dat zonder ongelukken in 7 maanden tot de volle hoogte voltooid kon worden.

e. Het spoelwerk voor de ophooging der *Tjiroekagoeng*.

De dam moest over eene lengte van 100 M gemiddeld 12 M hoog worden. De grond werd gespoeld uit 1000 M en 400 M van de einden verwijderde heuvels. De bovenste 3 M is uit de hand droog opgebracht, omdat de hellingen in de spoelsloten te flauw werden, om nog met voordeel te kunnen spoelen.

Een bovenliggende duiker wijd 1.50 M dient met opstuwing voor den water-afloop.

De taluds hebben aan weerszijden hellingen van $1\frac{1}{2} : 1$ met bermen van 1.50 M. breedte op 1 M hooger dan den duikerbodern.

De daminhoud bedraagt circa 36000 M³, waarvan 31000 M³ opgevangen is uit 62100 M³ in de heuvels uitgegraven en van daar aangespoelden grond.

In circa 7 maanden werd met zeer goed gevolg het geheele werk voltooid.

f. De ingraving van den *Goenoeng Bohong*.

Deze is wat lengte en inhoud betreft de meest beduidende ingraving van de geheele lijn *Buitenzorg Preanger-Regentschappen*. Over ruim 1.5 K.M lengte uitgestrekt heeft zij over eene groote lengte 15 M diepte en een totalen inhoud van 300.000 M³.

Zoover als de hellingen der spoelsloten het toelieten is de grond uitgespoeld. Een gedeelte in het midden moest droog uit de hand of per werktreinen worden verzet en in de onderste lagen trof men zandgrond aan, die als geschikt materiaal voor onderlaagballast ook elders op de lijn gebruikt is.

Van den uitgespoelden grond is een gedeelte, ongeveer 30.000 M³, in eene aangrenzende ophooging van 14.50 M hoogte in lagen van 0.50 M dikte opgevangen.

De overige 20.000 M³ van den inhoud van dezen dam moesten uit de hand droog ingebracht worden, wegens de te flauw geworden helling der spoelsloot.

Voor de afwatering is in dien dam ook een hoogliggende duiker wijd 1.50 M met eene water opstuwing van 5 M gebouwd. Toen die dam 2 maanden met werktreinen bereden was had eene afschuiving aan de tegenover het gevormde meer liggende zijde plaats. Het meer werd daarop dicht tegen den dam met grond volgespoeld en de afschuiving door eene flauwere taludhelling hersteld. In ongeveer 1½ jaar tijd kwam het geheele werk gereed.

Aan het eind van mijne mededeelingen betreffende grondverzet door spoeling gekomen moet ik u danken voor de belangstelling en beveel ik in algemeenen kring die werkwijze ten zeerste aan, omdat daarmee zoo vlug en goedkoop werk kan worden verkregen.

BIJLAGE B.

MIJNE HEEREN!

Als er sprake is van eene inrichting om bij het verichten van werkzaamheden onder water den werkmans in de gelegenheid te stellen adem te halen en dus langer onder water te kunnen blijven dan bij het gewone duiken met ingehouden adem mogelijk is, heb ik opgemerkt, dat men meestal in de eerste plaats denkt aan een duikerpak met helm, waarin het lichaam van den duiker hermetisch gesloten is. Afbeeldingen, waarin een

duiker in dien toestand voorgesteld is, kennen wij allen.

Minder bekend is eene veel eenvoudiger inrichting, waarmede met den inlander in dit tropische klimaat uitstekende resultaten zijn verkregen.

Ik heb mij daarom voorgenomen heden avond voor degenen onder U, die met die inrichting niet bekend zijn en die er wel iets van gehoord hebben, doch er gaarne wat meer van zouden willen weten, het een en ander mede te deelen over eene wijze van duiken, die hier in Indië, dunkt mij, voor werken onder water als aangegeven is.

Bij het doen zakken van putten voor de fundeeringen van spoorwegbruggen op Java, Sumatra en bij den bouw van de ijzeren steigers in de Emmahaven heb ik die inrichting met succes toegepast.

De fundeeringswijze op putten komt meer en meer ook elders in toepassing en het is velen uwer bekend, hoe in bepaalde gevallen, waar de vaste ondergrond te diep voorkomt, die putfundeeringen als snel, goedkoop en secuur werk zeer aan te bevelen zijn. Voor het verwijderen van den grond uit de putten, om deze te doen zakken, of voor het opruimen van hinderpalen, boomstronken, groote steenen, enz.— kan het duikerwerk noodzakelijk zijn, wanneer de aandrang van water te groot is, om met de toegestane fondsen de putten droog te malen.

Het kan daarom zijn nut hebben, om eene wijze van werken onder water, voor Indië aanbevelenswaardig, meer algemeen bekend te maken.

De Inlander is over het algemeen te vreesachtig van aard, om zich in een stijf caoutchouc-pak met zwaren helm lang onder water te durven wagen.

Het eigenaardige van de thans door mij bedoelde inrichting is nu, dat de duiker zonder pak of helm te water gaat en hij op den rug een ransel draagt, die als luchtreservoir fungeert, en die hem bij de adembaling dient, om zoowel versche lucht in te ademen als de in zijne longen verbruikte lucht uit te ademen.

Mag het in het koude water in *Europa* noodig zijn, om den duiker voor te sterke lichaamsafkoeling door een pak en helm te behoeden, hier in Indië is dat niet noodig. Ieder weet hoe lang vooral Inlanders het hier ongestraft in het water kunnen uithouden.

De duikertoestellen, die ik op het oog heb, en waarvan hier enkele onderdeelen ter bezichtiging aanwezig zijn, voor het overige aangevuld door de noodige teekeningen, zie plaat IX, zijn afkomstig uit de fabriek van *Bikkers & Zoon te Rotterdam*, welke firma zich veel moeite gegeven heeft voor de voortdurende verbetering van de door haar in den handel gebrachte toestellen. Het is jammer, dat die firma, zoover mij bekend is, hier in Indië onder de technici niet wat meer reclame maakt en er bijvoegt een prijscourant van de verschillende onderdeelen dier duikertoestellen. Onbekend maakt onbemind, maar in dit geval ook ongebruikt.

Om tot de beschrijving van de verschillende inrichtingen over te gaan, zal ik successievelijk, aan de hand van van een door de firma *Bikkers & Zoon* uitgegeven boekje met inlichtingen voor het gebruik der toestellen, behandelen de toestellen om samengeperste lucht voort te brengen dus de luchtpompen, en de toestellen om die lucht aan den duiker toe te voeren.

Als luchtpompen worden gebruikt de 2— en de 3— cylindrische luchtpomp.

De 2 *cylindrische luchtpomp*, ik verwijs naar de tekening, heeft 2 vaststaande zuigers en 2 daarop passende beweegbare cylinders.

De zuigers zijn met draaibouten verbonden aan een ijzeren fundatieplaat, hebben lederen schoenen, die juist in de cylinders passen, en elke zuiger is voorzien van een metalen danserklep met stift.

Op het dekstuk van elken cylinder is een klepkast met waterkom en kraan aanwezig. De ventiel in deze klepkasten komt overeen met die van den zuiger. De waterkommen gelijken op de meest gebruikelijke oliepotjes van stoomwerktuigen en dienen alleen voor watertoevoer in de cylinders, ten einde een meer luchtdichte sluiting van de zuigers te verkrijgen.

Op de ijzeren fundatieplaat staat een ijzeren kolom, die als stoel dient van den ijzeren hefboom, waaraan de cylinders met draaibouten verbonden zijn.

Aan elke klepkast is een vaarschroef en aan de beide vaarschroeven worden caoutchouc-spiraalslangen, door koppelingen verbonden, welke slangen de samengeperste lucht afvoeren naar het straks te beschrijven luchtreservoir.

De 3 *cylindrische luchtpomp* wordt voornamelijk voor grootere diepten van 10 à 40 M gebruikt en de plaatsing van een afzonderlijk luchtreservoir tusschen pomp en duiker is wegens de kortere intermittentie, dus de meerdere gelijkmatigheid van samenpersing der lucht niet noodig. Bij voorkeur gebruikte ik ook voor mindere diepten deze pomp, omdat zij regelmatigiger loopt, minder onderhoud aan de zuigers vereischt, en daarmee wegens de grootere capaciteit gemakkelijk met 2 duikers tegelijk kan worden gewerkt.

Die pomp bestaat zooals de naam reeds aanduidt, uit 3 cylinders met even zooveel zuigers, welke met een aantal leeren schijven zijn omkleed, die juist in de cylinders passen. De zuigers zijn met parallelgeleidingen verbonden aan een 3 voudige krukas, wier einden van vliegwielen met handels voorzien zijn.

Elke zuiger is in het midden over de geheele lengte dus tot in de stang doorboord door eene opening van 3 millimeters middellijn. Deze ruimte is in den bodem gesloten met een klepje, dat zich van boven naar onder opent. Bij de opgaande beweging van elke zuiger ontstaat eene luchtverdunning in den cylinder, waardoor het klepje wordt gelicht en de lucht van buiten onder den zuiger treedt. Bij het dalen van den zuiger wordt het

klepje gesloten en de lucht geperst door een ventiel, in het grondvlak van elken cylinder aanwezig zijnde. Onder de cylinderbodems is een metalen fundatieplaat met afvoerkanaal voor de samengeperste lucht. Aan de beide uiteinden van dat kanaal en in het midden zijn vaarschroeven, waarvan de eerste twee dienen tot het aanschroeven der luchtslangen, welke naar de duikers voeren, en de derde met metalen buisje en wartel aan een manometer verbonden is, welke de diepte, waarop gewerkt wordt, aangeeft. Wordt slechts met één duiker gewerkt dan sluit men één der vaarschroeven voor de luchtslangen met een dop.

Ten einde de lucht immer koel en frisch te houden is om de 3 cylinders een metalen waterreservoir aangebracht, dat met stroomend water gevuld kan gehouden worden; aan de onderzijde is een schroef voor den wateratvoer.

Het geheel is in een houten kist besloten ter beveiliging tegen vuil en voor de gemakkelijke verzending.

Het *luchtreservoir* bij de 2 cylindrische pomp is op de tekening voorgesteld. Het is voorzien van een manometer, waarop voor elke atmosfeer overdruk 10 M is aangegeven. In den bodem van het reservoir is een kraantje, om het bij langdurig gebruik zoo mogelijk uit de pompcylinders medegevoerde water af te voeren.

Aan het reservoir zijn twee vaarschroeven voor het aankoppelen van de luchtslangen, die de samengeperste lucht van de pomp aanvoeren, en één vaarschroef voor luchtaanvoer naar den duiker. Het reservoir dient, zooals reeds gezegd is, om den duiker regelmatigiger van lucht te voorzien dan door een 2 cylindrische pomp mogelijk is.

De duiker ontvangt nu de samengeperste lucht in den zoogenaamden *luchtransel*, een luchtkast met ventiel-regulateur.

Deze is gemaakt van gehamerd koper en zoodanig samengesteld, dat het gemakkelijk op den rug van den duiker met lederen bretels gedragen kan worden.

De luchtkast is een horizontale cylinder, waarop is aangebracht eene luchtkamer met opstaanden kant. Deze wordt gedekt door een caoutchouc-kap, welke omklemd is door een metalen schroefband. Die caoutchouc-kap wordt tegen beschadiging beveiligd door eene koperen omhulling, met 3 schroefbouten vastgemaakt.

Op den horizontalen cylinder en door de kap wordt de ventiel-regulateur of luchtverdeeler vast geschroefd.

Aan de beide bolvormige zijkanten van den horizontalen cylinder zijn 2 vaarschroeven. Een daarvan is voorzien van een binnenklep en de andere dient tot eventueele uitlating van lucht, zonder dat de geheele toestel uiteen behoeft genomen te worden, en is gewoonlijk met eene dopschroef gesloten. De schroef met binnenklep wordt gebruikt tot het aankoppelen der

luchtslang, die de verbinding met het luchtreservoir of de luchtpomp daarstelt.

Aan de luchtkamer is een uitgangsbuis met een brens voor zij-opening en aan het einde een vaarschroef. Op die brens wordt gesteld een caoutchouc *luchttuitlaatklep* en aan de vaarschroef wordt gekoppeld een caoutchouc luchtslang met *mondsluiting* en wartel.

De mondsluiting heeft een ovale plaat, die in den mond achter de lippen gebracht wordt, en twee nokken, die de duiker tusschen de tanden vastklemt. Met die *mondsluiting* wordt door den mond lucht in en tevens uitgeademd.

Ten einde die ademhaling door den mond te vergemakkelijken wordt de neus dichtgeknepen door een bronzen klem of *neusknijper*. Deze heeft 2 bledden, omkleed met caoutchouc, en een scharnier met stelschroef. De ooren worden met al of niet in olie gedrenkte watjes dicht gestopt.

Om den duiker het dalen en het werken onder water gemakkelijk te maken kan hij nog belast worden met een of twee looden *verzwaringsgewichten* van 7 KG. die van lijnen en haken voorzien om den hals, op de borst of den rug zoodanig gehangen en bevestigd worden, dat zij voor zijne bewegingen niet hinderlijk kunnen zijn.

Om de 2 cilindrische luchtpomp in dienst te stellen wordt eerst bij het opgaan van den hefboom de kraan van de waterkom geopend en bij het dalen gesloten. Zulks wordt eenige malen herhaald, totdat de zuigers geheel met water bedeed zijn. Mochten bij weinig gebruik der pomp de leeren zuigerschoenen ingekrompen zijn, zoodat deze na bevochtiging met water, niet meer volkomen juist tegen de cylinderwanden sluiten, dan verwijdt men de cylinders en zet de lederen schoenen met den duim, onder bevochtiging met water, sterk uit. Eenvoudiger is het de zuigers eenige dagen voor het gebruik onder water te zetten, hetgeen gemakkelijk te doen is door de kranen der waterkommen te openen en in deze water te gieten. Nimmer mag men eenige olie of vet bij deze schoenen aanwenden.

Voor de 3 cilindrische luchtpomp zij men er op bedacht de wanden der cylinders met een weinig niet droogende machine olie te smeren. In tegenstelling met de andere pomp mag bij deze nimmer water op de zuigers gedaan worden. De zuigers moeten zich niet te gemakkelijk in de cylinders bewegen. Loopen zij te zwaar na verloop van tijd, dan is zuiver schoonmaken en opnieuw met olie insmeren noodig. Wordt de leeren omkleeding der zuiger te klein in middellijn, dan moet men de metalen opsluitplaten van de leeren schoenen wat aanschroeven. Overigens worden alle draaiende deelen en de geleiders behoorlijk van olie voorzien.

Alvorens de duiker voor het werk te water gaat dompelt hij zich daarin achtereenvolgens eenige keeren, om te voorkomen dat de afwisseling der temperatuur hem be-

vangt. Met luchtransel, enz. toegerust laat men hem dan tot aan den hals te water gaan. De luchtpomp wordt inmiddels in werking gebracht en men beproeft of de duiker na het dichtknijpen van den neus kan ademen. De *seinlijn* wordt hem aangejord en deze wordt aan wal of aan boord door den seinlijnhouder bestuurd.

De duiker gaat nu onder en geheel vrij in zijne bewegingen met armen en beenen kan hij al zwemmende de plaats bereiken, waar hij zijn moet; ook kan hij weder naar de oppervlakte terugzwemmen, hetgeen door het trekken aan de seinlijn en aan den luchtaanvoerslang vergemakkelijkt wordt. Is er onraad dan kan de duiker zich zoo noodig van alle toestellen loswerken en zich naar boven in veiligheid brengen, hetgeen voor den Inlander er niet weinig toe bijdraagt, om met vertrouwen door gebruik van deze duikertoestellen onder water te werken.

Soms langer dan $\frac{1}{2}$ uur kan hij tot 10 M onder water blijven. Niet voldoende geoefende duikers hebben last van pijnlijke oogen, suizende ooren en de moeilijker ademhaling door den waterdruk op de borst. Door niet te lang achtereen in het begin te duiken, voldoende rust en geen te zwaar dieet, vooral niet kort vóór het werk, wordt de oefening spoedig verkregen. Oppassen tegen kouvatten na het weder in de lucht komen blijft altijd zeer noodig.

BIJLAGE C.

ALGEMEEN VERSLAG BETREFFENDE DEN TOESTAND EN
DE WERKZAAMHEDEN VAN DE AFDEELING
NEDERLANDSCH INDIË VAN HET KONINKLIJK
INSTITUUT VAN INGENIEURS VAN 1 APRIL
1899 TOT ULT^o MAART 1900.

I. Bestuur.

Wegens het, volgens rooster, periodiek aftreden van den vice-president J. NUHOUT VAN DER VEEN, den penningmeester A. P. MELCHIOR, den secretaris J. J. STIELTJES en het bestuurslid L. J. C. VAN ES, had in Juli 1899 eene bestuursverkiezing plaats waarbij alle genoemde titularissen herkozen werden.

Zoodoende kwam geen wijziging in de samenstelling van het bestuur.

II. Leden.

Het aantal leden bedroeg op 1 April 1900 volgens de ledenlijst 164 tegen 162 op 1 April van het vorige jaar. Ten gevolge van de tot stand gekomen fusie van

de Nederlandsche vereeniging van werktuigkundigen en scheepsbouwkundigen en van de Nederlandsche vereeniging voor electrotechniek met het Koninklijk Instituut, traden een elftal leden van die vereenigingen, thans lid geworden zijnde van het Instituut, tot de Afdeeling toe.

Door enkele sterfgevallen en doordat toevallig in het begin van 1900 buitengewoon veel leden met verlof naar Europa vertrokken, kon op 1 April slechts eene geringe toename van het ledental ten opzichte van het vorige jaar geconstateerd worden.

III. Financiën.

Blijkens de balans bedraagt het kapitaal der Afdeeling op 1 April 1900 f 12111.45⁵ tegen f 11890.97⁵ op 1 April 1899, zijnde alzoo eene vermeerdering van f 220.48.

Wederom als een gevolg van de sub II bedoelde fusie en in verband met het bepaalde in artikel 11 van het nieuwe Reglement van het Instituut moest opnieuw de finantieele en administratieve verhouding van de Afdeeling tot het Instituut geregeld worden.

Daartoe werd na eenige briefwisseling door de Afdeeling voorgesteld eene Regeling welke de vereischte goedkeuring verwierf van de Algemeene Vergadering van het Instituut van 14 November 1899 en welke als bijlage 5 van de notulen van die vergadering reeds is afgedrukt in de derde Aflevering van het tijdschrift 1899-1900 van het K. I. v. I.

IV. Vergaderingen.

In het verslagjaar werden drie Algemeene Vergaderingen gehouden, op 28 Juli, 7 September en 26 October 1899.

In de September vergadering werden aanhangig gemaakt eenige wijzigingen in de Huishoudelijke Verordeningen, welke in verband met de nieuwe finantieele Regeling, ter verkrijging van de noodige overeenstemming noodzakelijk waren geworden.

Aangezien de Huishoudelijke Verordeningen in hun geheel eveneens op nieuw aan de goedkeuring van den nieuwen Raad van Bestuur van het Instituut moesten worden onderworpen, werd van deze gelegenheid gebruik gemaakt om de Verordeningen te herzien en enkele sedert eenigen tijd wenschelijk gebleken aanvullingen daarin aan te brengen.

Deze wijzigingen droegen de goedkeuring weg van de Algemeene October vergadering.

Bericht omtrent de goedkeuring door den Raad van Bestuur van het Instituut was bij het einde van het verslagjaar in Indië nog niet ontvangen.

V. Bibliotheek.

De bibliotheek onderging eene geringe uitbreiding

door de ontvangst van verschillende werken, uitgegeven door Vereenigingen waarmede de Afdeeling van edita wisselt.

VI. Tijdschrift.

Het tijdschrift 1898—1899 verscheen in November 1899. De notulen der onder IV genoemde Juli vergadering werden daarin reeds afgedrukt.

De vice-President

J. NUHOUT VAN DER VEEN

de Secretaris

J. J. STIELTJES.

BIJLAGE D.

VERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER
HET TIJDVAK LOOPENDE VAN 1 APRIL
1899 TOT ULT: MAART 1900.

Uit de als bijlage overgelegde winst en verliesrekening blijkt, dat het kapitaal der vereeniging is toegenomen met f 220.48, zoodat dit op ult: Maart bedroeg f 12111.45⁵.

Contributie.

Volgens het voorgaand verslag was aan contributie over 1897-98 nog te innen f 205. Hiervan is afgeschreven f 25 ten name van een overleden lid en werd ontvangen f 180.

Volgens dat zelfde verslag was over 1898-99 nog te innen f 1050, welk bedrag moet worden verhoogd met f 5 mailsurplus van een, tusschen 1 April en ult. Juni 1899 tot de Afdeeling toegetreden lid, zoodat in het geheel f 1055 moest worden ontvangen. Hiervan werd f 830 geïnd, en f 25 afgeschreven ten name van het bovenbedoelde lid, zoodat een bedrag van f 200 nog moet worden ontvangen en op de balans is gebracht.

Over 1899-1900 is verschuldigd geworden:

door 132 gewone leden	à f 25	f 3300
„ 21 buitengewone id „ „	15 „	315
„ 21 leden mailsurplus „ „	5 „	105
„ 2 gewone leden „ „	20 „	40

te zamen f 3760

De contributie's van f 20, zijn die van 2 leden, welke bijdragen volgens de nieuwe regeling der finantieele verhouding tot het moeder-instituut komen ten bate der Afdeeling, maar die volgens de oude Huishoudelijke Verordeningen geen mailsurplus verschuldigd waren.

Van het bedrag van f 3760 is f 2430 ontvangen en f 1030 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.

Entree.

De ten vorige jare op de balans gebrachte som van f 10 werd ontvangen, benevens f 12 als entree van 4 nieuwe leden, welke som met de Instituutskas in Nederland is verrekend.

Deposito en effecten

Wederom is een pandbrief van f 1000 in de Rotterdamsche Hypotheekbank uitgeloot, hetgeen een schade van f 12.50 veroorzaakte. De vereeniging bleef dus in het bezit van 4 pandbrieven van f 1000 en één van genoemde bank. Het deposito van f 500 bij de Factorij der Ned. Handelmaatschappij werd teruggenomen, f 2000 bleef belegd in pandbrieven der N. I. Hypotheek bank en 3 pandbrieven elk van f 500 in de N. I. Effectenbank werden aangekocht.

Bij de Bat. Spaarbank bleef belegd een bedrag van f 1884,26, waarvan de rente over 1899 nog moet worden bijgeschreven.

Rente.

Aan rente werd gekweekt f 335.47. De op de balans gebrachte som van f 180 maakt ongeveer uit de rente op de pandbrieven der Rott. Hypotheekbank van af 1 November 1899, op die der N. I. Hypotheekbank en der N. I. Effectenbank van af 1 Januari 1900 en op het bij de Spaarbank ingeschreven bedrag van af 1 Januari 1899.

Bibliotheek en meubilair.

Dit hoofd is weder voor een f 25 lager bedrag dan verleden jaar op de balans gebracht, omdat f 25 meer is afgeschreven dan de som besteed voor het inbinden van boeken en voor het onderhoud en de herstelling van het meubilair.

Verkoop van tijdschriften.

De verkoop van Afdeelingstijdschriften bracht eene bate op van f 55.35.

Gedenkboek 50-jarig bestaan.

Aangezien de in het voorgaand verslag bedoelde 4

exemplaren van dat gedenkboek niet werden ontvangen werd het bedrag van f 20, waarmede de Instituutskas in Nederland reeds was gecrediteerd, teruggeboekt en is alzoo dit hoofd van de balans verdwenen.

Vergaderingen en lokaal.

Onder dit hoofd is geboekt f 599.31. Het op de balans voorkomend bedrag van f 40 is de nog verschuldigde lokaalhuur over een maand.

Frankeer- en expeditiekosten.

Onder dit hoofd is uitgegeven f 380.55.

Evenals in vorige jaren is een bedrag van f 200 gereserveerd voor nog te betalen frankeerkosten.

Afdeelingstijdschrift.

Voor het Afdeelingstijdschrift 1898-99 is uitgegeven f 839.90; voor dat over 1899-1900 zijn nog geen uitgaven gedaan.

Diverse uitgaven.

De diverse uitgaven bedroegen f 104.43.

Instituutskas in Nederland.

Aan de instituutskas in Nederland werd in betaling gezonden de uitgelote pandbrief van f 1000 en een bedrag van f 1300 in wissels overgemaakt.

De rekeningcourant wees op ult. Maart een saldo aan ten bate van de Afdeeling groot f 69.93⁵.

In de rekeningcourant is de bijdrage der Afdeeling voor ieder buitengewoon lid voor de eerste maal gesteld op f 10 in plaats van f 12.50, welke verandering vooral van belang is, omdat door de toetreding van een aantal leden der vroegere werktuigkundige vereeniging het aantal buitengewone leden der Afdeeling eene blijvende vermeerdering heeft ondergaan.

Kassa.

Het kassaldo bedroeg f 731.01, met het oog waarop is besloten tot den aankoop van een 4^{den} pandbrief der N. I. Effectenbank.

Batavia, 31 Maart 1900.

De Penningmeester.

A. P. MELCHIOR.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

Afdeeling Nederlandsch Indië

1 April 1899 tot 31 Maart 1900.

Winst en Verliesrekening

Debet.			Credit.		
Contributie-aandeel instituutskas in Nederland. . .	f 1885	—	Herziening contributie-rekening 1898-99. . .	f 5	—
Afgeschreven op Contributie-rekening 1897-98. . .	» 25	—	Contributie-rekening 1899-1900.	» 3760	—
» » » » 1898-99. . .	» 25	—	Rente-rekening	» 335	47
» » bibliotheek en meubilair . . .	» 63	65	Verkoop van afdeelingstijdschriften.	» 55	35
» » de waarde van één uitgelote	»				
pandbrief in de Rotterdamsche Hypotheekbank. . .	» 12	50			
Vergaderingen en lokaal	» 599	31			
Frankeer- en expeditie-kosten	» 380	55			
Afdeelingstijdschrift 1898-99.	» 839	90			
Diverse uitgaven.	» 104	43			
Voordeelig Saldo overgebracht op de kapitaalrek.	» 220	48			
	f 4155	82		4155	82

BALANS.

Aan deposito en effecten rekening.	f 9940	51	Per kapitaal.	f 12111	45 ^s
» bibliotheek en meubilair.	» 200	—	» vergaderingen en lokaal.	» 40	—
» rente-rekening.	» 180	—	» frankeer- en expeditie-kosten.	» 200	—
» instituutskas in Nederland.	» 69	93 ^s			
» contributie-rekening 1898—99	» 200	—			
» » » 1899—1900	» 1030	—			
» kassa	» 731	01			
	f 12351	45 ^s		f 12351	45 ^s

Gezien en accoord bevonden,

de commissie van verificatie

J. K. E. TRIEBART.

R. BIRCKENHAUER.

Batavia 31 Maart 1900

De Penningmeester

A. P. MELCHIOR.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

AFDEELING NEDERLANDSCH-INDIË

LEDENLIJST op 20 AUGUSTUS 1900.

A. G. Allart.	Magetan.	J. J. Goudswaard.	Goendih.
J. P. J. H. Alsdorf.	Soerabaja.	W. J. van de Graaff.	Padang.
J. André de la Porte.	Tegal.	A. D. J. Groenemeijer.	Plantoengan (Kendal).
A. W. Andriesse.	Pati.		
E. A. van Arcken.	Koedoes.	A. Vroesom de Haan.	Soerabaja.
		J. Haringhuizen.	Tegal.
W. F. Batenburg.	Padang.	A. G. van Hattum.	Soerabaja.
S. W. Becking.	Semarang	S. G. Heijmering.	Sragi (Pekalongan).
G. van Bemmell.	Djember.	J. C. Heijning.	Demak.
H. Biezeveld.	Tajoe (Joana).	A. W. Hein.	Soerabaja.
R. Birckenhauer.	Batavia.	Ch. M. Herckenrath.	Medan.
W. H. Boers.	Bangkalan.	M. Hofland.	Probolinggo.
C. J. Bollee.	"	J. Homan v. d. Heide.	Modjokerto.
J. de Booij.	Soerabaja.	J. B. Hubenet.	Kalisat (Besoeeki).
Jhr. P. J. Boreel.	Poerworedjo.	A. van Huizen.	Semarang.
W. H. M. de Bruijn.	Bandjarnegara.		
J. W. de Bruijn Kops	Pekalongan.	F. James.	Tegal.
E. F. Buijn.	Batavia.	D. de Jongh.	Batavia.
A. Brijan.	Soerabaja.	W. de Jongh.	Soerabaja.
Dr. Th. J. van Buuren.	Soemenep		
D. C. Buurman.	Solo.	Ph. van der Kaaden	Tjirandjang (Preanger).
		E. H. Karsten.	" (Preanger).
L. J. J. Caron.	Soekodono (Modjokerto).	A. R. W. Kerkhoven.	Tjibadak (Preanger).
E. M. Collard.	Batavia.	J. G. Kerlen.	Batavia.
M. Cornelissen.	Poerworedjo.	Th. M. G. Keulemans.	Batavia.
		W. Klaus.	Soerabaja.
M. H. Damme.	Bandoeng.	J. Koomans.	Pangkal-pinang (Banka).
Th. F. A. Delprat.	Padang	F. H. van Kooten.	Batavia.
A. J. Dijkstra.	Boemi-ajoe (Tegal).	H. Kroes.	Tjoekir (Djombang).
C. Doesberg.	Djokja.	J. P. Kruimel.	Bodjonegoro.
Jhr. F. L. C. van Doorn.	Bandjarnegara.	C. C. Kwisthout.	Demak.
J. J. A. van Dreveltdt.	Loemadjang.		
P. van Drimmelen.	Kota-radja.	A. G. Lamminga.	Tegal.
J. H. Duppen.	Batavia.	E. C. Lantzius.	Poerworedjo.
		J. J. S. van Leeuwen.	Soerabaja.
W. Elenbaas.	Bodjonegoro.	J. C. Loman.	Tjepoe (Blora).
F. Th. Engel.	Songgom (Brebes).	C. H. W. Linck.	Batavia.
J. Ph. Ermeling.	Buitenzorg.		
L. J. C. van Es.	Batavia.	A. F. G. Mallinckrodt.	Malang.
E. A. C. F. von Essen.	Batavia.	A. K. M. Martis.	Solo.
		Jhr. J. A. Mazel.	Tjibadak. (Preanger).
J. H. Faber.	Bindjei.	R. A. Meijer.	Batavia.
J. C. H. Fischer.	Segli.	A. A. Meijers.	Pamekassan.
P. J. Fritzlin.	Bodjonegoro.	A. P. Melchior.	Batavia.
		H. P. Mensinga.	Soerabaja.
J. F. de Gijselaar.	Padang.	D. K. H. Mentel.	Kalisat (Besoeeki).
W. B. van Goor.	Bodjonegoro.	A. Mijer.	Batavia.

J. J. A. Muller.	Batavia.	R. H. J. Spanjaard.	Batavia.
Jhr. R. L. R. de Muralt.	Soerabaja.	J. J. Staal.	Buitenzorg.
S. C. P. van Musschenbroek.	Tegal.	H. G. Stal	Bondowoso.
A. C. Nieuwenhuijs.	Batavia.	J. J. Stieltjes.	Batavia.
J. Nuhout v. d. Veen.	Batavia.	C. F. Stoel.	Patti.
W. Oltmans.	Semarang.	J. P. P. J. Straatman.	Batavia.
S. R. J. Onnen.	Batavia.	H. C. J. Strengnaerts.	Malang.
E. L. J. Palmer v. d. Broek.	Moeara laboe (Solok).	T. L. Tan.	Buitenzorg.
J. H. C. de Paulij.	Wono-aseh (Probolinggo.)	D. D. L. Thedens.	Soerabaja.
G. F. M. H. de Pelser Berensberg.	Sitoebondo.	J. Tirion.	Soerabaja.
A. Perelaer.	Wonosalam (Cheribon).	H. van Tongeren.	Kottaradja.
W. Polman.	Porrong (Soerabaja).	J. K. E. Triebart.	Bandoeng.
J. F. Quant.	Batavia.	J. van Tubergen.	Malang.
J. J. R. Raat.	Batavia.	L. G. de Val.	Malang.
J. Radersma.	Tassikmaja.	A. M. Valkenburg.	Bandoeng.
P. J. A. Renaud.	Batavia.	F. A. Varkevisser.	Tegal.
J. C. Ribbers.	Porrong (Soerabaja).	H. Varkevisser.	Poerwakarta.
H. J. de Rooij.	Magelang.	A. Verburgh.	Banjoemas.
K. F. H. Roos.	Poerworedjo.	H. J. Verdam.	Tjandi.
Ph. J. Rosskopf.	Djokja.	J. F. de Vogel.	Kadipaten (Cheribon).
J. A. Roukens.	Tegal.	W. G. J. Vogelpoel.	Meester-Cornelis.
J. D. Ruijs.	Cheribon.	J. S. Vogt.	Batavia.
Th. A. M. Ruijs.	Batavia.	J. G. H. de Voogt.	Kottaradja.
A. S. Ruzette.	Magelang.	J. C. Voorduin.	Buitenzorg.
A. H. Saltet.	Medan.	F. Vos.	Soerabaja.
W. H. M. Schadee.	Medan.	P. J. Ott de Vries.	Brebes.
F. R. Scherius.	Tegal.	J. W. P. Vrijbergen.	Makassar.
H. W. Scheuer.	Djombang.	R. P. O. D. Wijnmalen.	Batavia.
A. Sijthoff.	Semarang.	J. Wilke.	Kediri.
F. C. van Sillevoldt.	Demak.	J. Wouters.	Batavia.
Jhr. H. G. Six.	Magelang.	M. Ypelaar.	Poerwakarta.
L. H. Slinkers.	Batavia.	F. A. Ypes.	Soerabaja.
V. L. Slors.	Magelang.	E. J. C. van Zuijlen.	Kediri.

OVER DEN VORM EN DE AFMETINGEN VAN PLAATIJZEREN AQUADUCTEN.

Bij het ontwerpen van een plan tot irrigatie eener landstreek komt het zeer dikwijls voor, dat eene aanvoerleiding een waterloop of eene terreinsinzinking moet kruisen. Deze overgang kan dan op drie wijzen geschieden: door den aanleg van eene syphon, van een duiker, of van een aquaduct. Wanneer door geene andere overwegingen de aard van het kunstwerk reeds van te voren is bepaald [bij een kanaal, dat tevens voor scheepvaart moet dienen, is b. v. een syphon van zelf uitgesloten; indien op de te passeeren rivier scheepvaartbeweging plaats heeft, is gewoonlijk een duiker minder wenschelijk, enz.] is het voornamelijk de vergelijkende begroting van kosten, welke den doorslag geeft bij de keuze van een type voor het te bouwen kunstwerk.

Dat deze begroting betrekkelijk dikwijls is in het voordeel van duiker of syphon, betrekkelijk zelden echter ten gunste van eene aquaduct uitvalt, zoude kunnen blijken uit het feit, dat de beide eerstgenoemde oplossingen meer worden toegepast, dan de laatste.

Gedeeltelijk is dit wellicht toe te schrijven aan de meestal gevolgde wijze van samenstelling dezer soort kunstwerken. Gewoonlijk wordt de ijzeren aquaduct geheel behandeld als eene ijzeren brug, d. w. z. men vervaardigt eene ijzeren kuip, veelal van rechthoekigen vorm, en bevestigt deze evenals het dek eener brug voor gewoon verkeer, hetzij op twee of meer hoofdliggers, hetzij op dwarsliggers, welke op hunne beurt weder aan de hoofddraggers zijn vastgebout. Niet zelden ook zijn de beide hoofdliggers tevens bestemd om dienst te doen als zijwanden voor de kuip.

Eene dergelijke constructie echter wordt vrij kostbaar, en is moeielijk met geringe hulpmiddelen samen te stellen. De noodige verstijvingen mogen niet ontbreken; de zijwanden moeten door trekstangen bij elkander worden gehouden; en, om aan het geheel den noodigen weerstand tegen de optredende spanningen te verzekeren, moeten de platen, waaruit de kuip is vervaardigd, vrij dik zijn. Een en ander is oorzaak, dat men niet licht er toe over zal kunnen gaan, de aquaduct ter plaatse te vervaardigen, waar zelden een groot atelier voor ijzerconstructies aanwezig is — tenzij het een zeer omvangrijk werk geldt — doch dat men meestal terecht zal moeten komen bij eene fabriek.

Dan echter komen er nog veel transportkosten op de dikwijls vrij onhandelbare stukken, vooral als het kunstwerk opgesteld moet worden op eene afgelegen plaats, terwijl ook voor de monteering ervaren werklieden noodig zijn.

Deze overwegingen leidden er toe, eens na te gaan of, voor het geven van een anderen vorm aan de aquaduct, en voornamelijk aan het belangrijkste onderdeel: de kuip, niet gedeeltelijk aan deze bezwaren ware tegemoet te komen.

Het resultaat van deze onderzoekingen is in de volgende regelen nedergelegd.

Het zal daaruit blijken, dat er inderdaad wel een vorm is te vinden, waarbij met zeer geringe ijzerdikten voor de omwanding kan worden volstaan, en waarbij in deze wanden geene buigspanningen optreden, terwijl de constructie zóó eenvoudig is, dat zij ook voor weinig ervaren werklieden met geringe hulpmiddelen in elkaar gezet kan worden.

Hoewel de berekeningen, welke hiertoe leiden, vrij omslachtig en zeer bewerkelijk zijn, voeren zij tot zeer eenvoudige uitkomsten. Zijn zij echter eenmaal verricht — hetgeen in deze nota is geschied — dan zijn de verkregen resultaten voor de meeste gevallen der praktijk onmiddellijk te gebruiken.

Het is hier echter de plaats, er op te wijzen dat aan de gegeven oplossing ook bezwaren zijn verbonden.

Als zoodanig worde hier in de eerste plaats vermeld de geringe ijzerdikte der omwanding, waardoor reeds bij geringe roestvorming, de draagkracht aanzienlijk afneemt. Hierop kan gerekend worden door het toelaten van eene zeer geringe maximum spanning. Op welke wijze dit is geschied, zal uit de verdere berekeningen blijken.

Verder zoude men als een bezwaar kunnen aanvoeren, dat de constructie de noodige stijfheid mist, om eene loopbrug voor het bedienings- en bewakings personeel aan te brengen. Men houde echter in het oog, dat bij kleinere aquaducten van andere constructie deze loopbrug ook niet altijd aanwezig is. Overigens kan, door het aanbrengen van nog één of twee liggers ter zijde van die, waaraan de kuip is opgehangen, aan dit bezwaar worden te gemoet gekomen.

Een derde, en niet het minst belangrijke, nadeel

is, dat altijd eenige kans op lekken bestaat. Bij kleinere werken is dit nadeel niet steeds overwegend, bij grootere is er aan tegemoet te komen door de naden te dichten door menie, of — wat waarschijnlijk nog meer effect zal hebben, — door het aanbrengen van een reep India-rubber of ge vulcaniseerde caoutchouc.

Voorts zal men opmerken, dat de aan de kuip gegeven vorm alleen dán de theoretisch juiste is, wanneer de aquaduct tot het normale peil is gevuld, en dat bij andere waterstanden, buigspanningen wél kunnen optreden. Hier echter geven juist de dunne platen en de slappe constructie weder een voordeel, daar tot op zekere hoogte eene geringe vervorming geen enkel bezwaar met zich brengt, en bij normale vulling de kuip van zelf weder den juisten vorm zal aannemen.

Dit alles echter doet het niet raadzaam achten, voor zeer groote en belangrijke kunstwerken de voorgestelde constructiewijze toe te passen, vóór zij in de praktijk bij kleinere is beproefd, en voldoende duurzaam is gebleken.

Voorloopig zoude zij kunnen worden beschouwd als een analoon van de z. g. semipermanente constructies, uit de Burgerlijke Bouwkunde bekend, en zouden dergelijke overwegingen, als aldaar tot de toepassing van deze laatste leiden, hier kunnen voeren tot de voorgestelde bouw wijze.

Overigens spruiten bijna alle bezwaren voort uit de geringe ijzerdikte der omwanding. Wanneer men, met behoud van den hierachter berekenden vorm der kuip, de ijzerdikte grooter neemt, blijven sommige voordeelen nog altijd bestaan, zoo als: het overbodig zijn van verstijvingen; nauwkeurige kennis van de grootte en de richting der spanningen, welke door de waterbelasting worden in het leven geroepen; de constante waarde van deze spanning voor alle punten van de dwarsdoorsnede; eene eenvoudige berekening van de waterdiepte, breedte op den waterspiegel, en omtrek bij gegeven inhoud van het dwarsprofiel.

Het schijnt dus, dat — afgezien van de plaatdikte der omwanding — deze vorm altijd met voordeel daár aangewend kan worden, waar men anders (zooals ook dikwijls geschied is) halfcirkelvormige aquaducten zoude construeeren.

(De halfcirkelvorm is o. a. toegepast bij enkele aquaducten voor de Sampéan werken in de Residentie Besoekie, en voor de Pategoean werken in de Res. Pasoeroean).

Het vraagstuk, dat in de volgende bladzijden zal worden behandeld, kan nu aldus worden gesteld.

Een ijzeren aquaduct te ontwerpen van zoodanigen vorm, dat de constructie eenvoudig wordt, en eene minimum hoeveelheid materiaal noodig is, m. a. w.: zoodanig, dat zooveel mogelijk in elk punt de maximum toe te laten spanning heerscht.

BEREKENING VAN VORM EN AFMETINGEN DER KUIP.

Beschouwen wij eerst de kuip.

Indien aan dit onderdeel der constructie denzelfden vorm wordt gegeven als een volkomen buigzaam koord aanneemt onder de werking van dezelfde uitwendige krachten, bereikt men een dubbel voordeel. In de eerste plaats treden in de omwanding enkel trekspanningen op waartegen ijzer bij uitstek bestand is. Buigspanningen komen niet voor zoodat het aanbrengen van verstijvingen, bestemd om deze geheel of gedeeltelijk op te nemen, overbodig wordt. Daar voorts de uitwendige kracht in elke doorsnede (i. c. de waterdruk — van het zeer geringe eigen gewicht wordt afgezien) loodrecht staat op den omtrek, hebben, zooals hierna bewezen zal worden, deze trekspanningen in elk punt van elke dwarsdoorsnede dezelfde grootte. Het materiaal wordt dus zoo nuttig mogelijk gebruikt, als in elk punt van de dwarsdoorsnede dezelfde ijzerdikte voorkomt, daar dan overal de maximum toe te laten spanning kan optreden.

Dit geeft echter eene hoogst eenvoudige constructie.

Men heeft nu stilzwijgend verondersteld, dat alle willekeurig genomen dwarsdoorsneden in dezelfde conditie verkeerden. Dit zal ook inderdaad het geval zijn, indien men in elke dwarsdoorsnede een tweetal vaste ophangpunten vindt, in eene zelfde horizontale lijn gelegen.

Door deze beschouwing komt men er toe, de aquaduct op te hangen aan een paar doorgaande balken, welke bij kleine overspanning en betrekkelijk geringe dwarsdoorsnede van de kuip, kunnen bestaan uit in den handel voorkomend profielijzer. De noodige dwarsdoorsnede dezer balken kan dan berekend worden onder aanname eener gelijkmatig verdeelde belasting. Bij grootere overspanning en betrekkelijk geringe dwarsdoorsnede kan men balken construeeren uit hoek- en plaatijzer, en dezen den vorm van gelijken weerstand geven of zelfs, indien dit voordeeleriger mocht blijken, daarvoor vakwerken of — bij zeer groote overspanningen, — kettingen nemen, geheel zooals dit geschiedt bij vakwerk — of kettingbruggen. Evenwel met dit groote voordeel, dat van eene mobiele belasting kan worden afgezien.

Zij nu, in plaat I fig 1. — A M M'B de halve dwarsdoorsnede der kuip.

Men neemt aan een rechthoekig assenstelsel, zoodanig gekozen, dat de oorsprong gelegen is in het midden van den waterspiegel; de X as valt samen met het niveau van het water; de Y as is verticaal naar beneden gericht.

Zij verder M een willekeurig punt van den omtrek.

Wanneer men nog stelt, dat het water in de aquaduct eene eenparige beweging heeft; en de uiterst geringe wrijving langs de wanden buiten beschouwing blijft, dan werken alle krachten in het vlak der doorsnede.

De spanning T in het punt M is blijkbaar gericht volgens de raaklijn in dat punt, daar men zoodanigen vorm aan de kuip wil geven als door een volkomen buigzaam koord zoude worden aangenomen; zij is in het algemeen functie van de coördinaten x en y van het punt M . Verder is Δs de lengte van een klein boogje MM' van den omtrek.

Beschouwt men dit boogje als in evenwicht onder den invloed van de daarop werkende inwendige en uitwendige krachten, dan zijn deze:

1°. De spanningen MT en $M'T'$, in de uiteinden M en M' , en

2°. De druk van het water, in elk punt gericht volgens de normaal.

De som der ontbondenen volgens de beide assen moet nu *nul* zijn.

De ontbondenen volgens de X as zijn:

— T_x en $T_x + \Delta T_x$ voor inwendige, en:

$X \Delta s$ voor de uitwendige krachten.

Na sommatie komt er dus:

$$\Delta T_x + X \Delta s = 0,$$

of bij de limiet:

$$dT_x + X ds = 0$$

Voorts is $T_x = T \cos \alpha$, en daar de uitwendige kracht loodrecht op den omtrek staat, volgt uit de figuur dadelijk:

$$X = P \sin \alpha, \text{ of } X = P \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

Houdt men nu in het oog, dat $\cos \alpha = \frac{dx}{ds}$ is, dan vindt men:

$$d \left(T \frac{dx}{ds} \right) + P \sqrt{1 - \left(\frac{dx}{ds} \right)^2} ds = 0. \quad (1)$$

Voor de som der ontbondenen, volgens de Y as werkzaam, komt er:

T_y en $-(T_y + \Delta T_y)$ voor de inwendige, en $+ Y \Delta s$ voor de uitwendige krachten, dus

$$-\Delta T_y + Y \Delta s = 0, \text{ of bij de limiet}$$

$$-dT_y + Y ds = 0.$$

$$\text{Nu is } T_y = T \sin \alpha = T \sqrt{1 - \left(\frac{dx}{ds} \right)^2}, \text{ en}$$

$$Y = P \cos \alpha = P \frac{dx}{ds}, \text{ dus:}$$

$$-d \left(T \sqrt{1 - \left(\frac{dx}{ds} \right)^2} \right) + P \frac{dx}{ds} ds = 0 \quad (2)$$

Noemen wij, ter vereenvoudiging, $\frac{dx}{ds} = \cos \alpha = \alpha_1$ dan wordt de vergelijking (1):

$$d(T \alpha_1) = -P \sqrt{1 - \alpha_1^2} ds \quad (I)$$

en de vergelijking (2) gaat over in:

$$d(T \sqrt{1 - \alpha_1^2}) = P \alpha_1 ds \quad (II)$$

Wordt nu de aangeduide differentiatie uitgevoerd, dan komt er:

$$T d\alpha_1 + \alpha_1 dT = -P \sqrt{1 - \alpha_1^2} ds \quad (I')$$

en:

$$\frac{-T \alpha_1 d\alpha_1}{\sqrt{1 - \alpha_1^2}} + \sqrt{1 - \alpha_1^2} dT = P \alpha_1 ds. \quad (II')$$

Vermenigvuldigen wij (I') met α_1 ; (II') met $\sqrt{1 - \alpha_1^2}$ dan vinden wij

$$T \alpha_1 d\alpha_1 + \alpha_1^2 dT = -P \alpha_1 \sqrt{1 - \alpha_1^2} ds \quad (I'')$$

$$\text{en } -T \alpha_1 d\alpha_1 + (1 - \alpha_1^2) dT = P \alpha_1 \sqrt{1 - \alpha_1^2} ds \quad (II'')$$

Telt men beide vergelijkingen samen, dan komt er eindelijk:

$$dT = 0, \quad (III)$$

waaruit men ziet, dat de spanning in alle punten van den omtrek eene constante waarde verkrijgt.

Daar $dT = 0$ is, worden de vergelijkingen (I') of (II') na reductie:

$$T d\alpha_1 = -P \sqrt{1 - \alpha_1^2} ds \quad (IV)$$

of, daar $\alpha_1 ds = dx$ is

$$T \alpha_1 d\alpha_1 = -P \sqrt{1 - \alpha_1^2} dx$$

Hieruit komt nu, als men x als onafhankelijk variabele beschouwt:

$$\frac{\alpha_1 \frac{d\alpha_1}{dx}}{\sqrt{1 - \alpha_1^2}} = -\frac{P}{T} \quad (IV')$$

$$\text{Men heeft echter } \frac{d\alpha_1}{dx} = \frac{d \frac{dx}{ds}}{\frac{dx}{ds}} = \frac{d}{ds}$$

$$\text{Verder is } ds = \pm \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2} dx,$$

$$\text{dus } \frac{dx}{ds} = \pm \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2}}$$

Deze vorm nu naar x differentieerende, vindt men eindelijk:

$$\frac{d\alpha_1}{dx} = \pm \frac{\frac{d^2y}{dx^2} \frac{dy}{dx}}{\left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\}^{3/2}}$$

Vervolgens is:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha_1}{\sqrt{1 - \alpha_1^2}} &= \frac{\alpha_1^2}{1 - \alpha_1^2} = \frac{\left(\frac{dx}{ds} \right)^2}{1 - \left(\frac{dx}{ds} \right)^2} \\ &= \frac{\frac{dx^2}{ds^2}}{\frac{ds^2 - dx^2}{ds^2}} = \frac{dx^2}{dx^2 + dy^2 - dx^2} = \frac{dx}{dy}, \end{aligned}$$

$$\text{of: } \frac{\alpha_1}{\sqrt{1 - \alpha_1^2}} = \frac{1}{\frac{dy}{dx}}, \text{ waardoor de vergelijking}$$

[IV'] overgaat in:

$$\pm \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{3/2}} = \frac{P}{T} \quad (IV'')$$

Noemt men de kromtestraal R, dan vindt men dus eindelijk:

$$R = \pm \frac{T}{P} \quad (V)$$

Daar de kromme lijn, zooals uit de figuur blijkt, hare holle zijde naar de X as richt, moet het negatieve teeken worden gebruikt.

De vergelijking [V] — of [IV''] — kan nu weder dienen, om den vorm, welke de aquaduct in dwarsdoorsnede verkrijgt, verder te bepalen.

Men heeft dus:

$$\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{3/2} = - \frac{T}{P} \frac{d^2y}{dx^2} \quad (V)$$

De eerste vraag, die zich voordoet, is nu: Welke waarden moeten hierin gezet worden voor T en P?

Beschouwen wij een gedeelte van de aquaduct, dat loodrecht op het vlak der dwarsdoorsnede gemeten, eene lengte l heeft. Zij γ het gewicht van de kubieke eenheid der zich in de aquaduct bevindende vloeistof, dan is de uitwendige kracht in het punt welks coördinaten x en y zijn, blijkbaar γly , en heeft men dus:

$$P = \gamma ly.$$

Is verder δ de yzerdikte van de omwandling, t de spanning per vierkante eenheid, dan is ook:

$$T = l \delta t.$$

De vergelijking (V) gaat dus over in:

$$\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{3/2} = - \frac{\delta t}{\gamma y} \quad (V')$$

Noemen wij $\frac{dy}{dx} = p$, dan is

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{dp}{dx} = \frac{dp}{dy} \frac{dy}{dx} = p \frac{dp}{dy},$$

en derhalve, na omkeering van de voorafgaande vergelijking:

$$\frac{p \frac{dp}{dy}}{(1+p^2)^{3/2}} = - \frac{\gamma y}{\delta t}, \quad \text{of ook:}$$

$$\frac{p dp}{(1+p^2)^{3/2}} = - \frac{\gamma y}{\delta t} dy; \quad \text{waaruit, na inte-}$$

gratie; volgt:

$$\frac{1}{\sqrt{1+p^2}} = \frac{\gamma y^2}{2\delta t} + C \quad (VI)$$

Daar de oorsprong in het midden van den waterspiegel is gelegen, en aan weerszijden van de Y as de krachten geheel op dezelfde wijze werken, is deze eene

as van symmetrie, en heeft men dus, voor $x=0$, $p = \frac{dy}{dx} = 0$. Noemen wij de waterdiepte in het midden, H; dan is tevens voor $x=0$, $y=H$. Deze bij elkander behorende waarden in (VI) substitueerende, komt er:

$$1 = \frac{\gamma H^2}{2\delta t} + C, \quad \text{of:}$$

$$C = \frac{2\delta t - \gamma H^2}{2\delta t} \quad \text{en dus}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1+p^2}} = \frac{\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2}{2\delta t} \quad (VI')$$

In het kwadraat verheffende, en omkeerende, komt er:

$$1 + p^2 = \frac{4\delta^2 t^2}{(\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}$$

$$p^2 = \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \frac{4\delta^2 t^2 - (\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}{(\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}$$

$$\frac{dy}{dx} = \pm \sqrt{\frac{4\delta^2 t^2 - (\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}{(\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}} \quad (VII)$$

Omdat bij toenemende x , y afneemt, moet het negatieve teeken worden gebezigd, en dus:

$$dx = - \frac{\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2}{\sqrt{4\delta^2 t^2 - (\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}} dy,$$

Ter bepaling van de nog onbekende waarde H kan nu gebruik gemaakt worden van de oppervlakte F der onder den waterspiegel aanwezige dwarsdoorsnede, welke als eene gegebene grootheid mag worden aangemerkt.

Zij de halve breedte op den waterspiegel gelijk a, dan is:

$$\frac{1}{2} F = \int_0^a y dx = \int_H^0 - \frac{y(\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)}{\sqrt{4\delta^2 t^2 - (\gamma y^2 + 2\delta t - \gamma H^2)^2}} dy,$$

of ook:

$$\frac{1}{2} F = \int_0^H \frac{y(2\delta t - \gamma H^2 + \gamma y^2)}{\sqrt{4\delta^2 t^2 - (2\delta t - \gamma H^2 + \gamma y^2)^2}} dy,$$

$$= \frac{1}{2\gamma} \int_0^H \frac{2\delta t - \gamma H^2 + \gamma y^2}{\sqrt{4\delta^2 t^2 - (2\delta t - \gamma H^2 + \gamma y^2)^2}} d(2\delta t - \gamma H^2 + \gamma y^2)$$

$$\frac{1}{2} F = \frac{1}{2\gamma} \int_0^H - \frac{1}{\sqrt{4\delta^2 t^2 - (2\delta t - \gamma H^2 + \gamma y^2)^2}}$$

$$F = \frac{1}{\gamma} \sqrt{4\delta^2 t^2 - (2\delta t - \gamma H^2)^2}$$

In het kwadraat verheffende, komt er:

$$F^2 = \frac{1}{\gamma^2} (4\delta^2 t^2 - 4\delta^2 t^2 + 4\delta t \gamma H^2 - \gamma^2 H^4) =$$

$$= \frac{1}{\gamma^2} (4\gamma \delta t H^2 - \gamma^2 H^4)$$

$$F^2 = 4 \frac{\delta t H^2}{\gamma} - H^4.$$

Drukken wij nu H uit in F en t , dan komt er:

$$H^4 - \frac{4\delta t}{\gamma} H^2 + F^2 = 0$$

$$H^2 = \frac{2\delta t}{\gamma} \pm \sqrt{\frac{4\delta^2 t^2}{\gamma^2} - F^2}$$

$$H = \sqrt{\frac{2\delta t}{\gamma} \pm \sqrt{\frac{4\delta^2 t^2}{\gamma^2} - F^2}}$$

Het zal nu veelal gewenscht zijn, de waarde δt zoo klein mogelijk te houden, daar dan, vooreerst bij gegeven waarde van t (=maximum toe te laten spanning per vierkante eenheid), δ zoo gering mogelijk wordt, en vervolgens, omdat dan de liggers, waaraan de kuip is opgehangen, en welke per lengte eenheid eene gelijkmatige belasting = δt + eigengewicht hebben te dragen, eene zoo klein mogelijke doorsnede kunnen verkrijgen.

Uit de boven gevonden waarde van H volgt echter, dat $\frac{4\delta^2 t^2}{\gamma^2}$ nimmer kleiner kan worden dan F^2 , hoogstens daar aan gelijk gesteld mag worden, daar in het tegenovergestelde geval H eene imaginaire waarde zoude verkrijgen hetgeen eene absurditeit is.

Beschouwen wij in de eerste plaats dit speciale geval nader, dan is:

$$\frac{4\delta^2 t^2}{\gamma^2} = F^2 \quad \text{waaruit:}$$

$$\frac{2\delta t}{\gamma} = F, \text{ en} \quad (A)$$

$$H = \sqrt{\frac{2\delta t}{\gamma}} = \sqrt{F} \quad (B)$$

Substitueeren wij de hier gevonden waarde voor δt in de vergelijking (VII), dan komt er:

$$\frac{dy}{dx} = - \sqrt{\frac{H^4 - y^4}{y^4}} \quad (VIII)$$

welke waarde voor $y = 0$; $x = a$; gelijk $-\infty$ wordt. (*)

(*) De laatst gevonden resultaten kunnen ook op andere wijze worden afgeleid.

Indien in de schets [fig. 2], ACB de dwarsdoorsnede der aquaduct voorstelt; A en B de liggers, waaraan zij is opgehangen, dan is, indien van het eigen gewicht der kuip wordt afgezien, de belasting welke de liggers te zamen per lengte eenheid moeten dragen, gelijk aan het watergewicht, dat in de doorsnede aanwezig is, dus = γF . Voor elke ligger komt dus $\frac{1}{2} \gamma F$ als verticale belasting.

De totale belasting per lengte eenheid van elke ligger kan echter ook worden voorgesteld door de spanning $T = \delta t$. Als door middel van het parallelogram van krachten deze beide belastingen T , welke werken in de richting van de raaklijnen in de punten A en B, tot eene resultante worden samengesteld moeten zij wederom het watergewicht opleveren. De resultante der beide krachten T heeft dus eene constante waarde, en het is nu duidelijk, dat deze krachten zelve een minimum zullen worden, indien zij parallel zijn, d.w.z. indien de raaklijnen in de punten A en B verticaal zijn. Voor deze punten is dus

$$\frac{dy}{dx} = \infty$$

Voorts is nu, daar de verticale ontbondene der waterbelasting gelijk is aan de som der beide krachten T , $\gamma F = 2 T$; en dus:

$$F = \frac{2 T}{\gamma} = \frac{2\delta t}{\gamma}$$

Uit (VIII) volgt:

$$dx = \frac{-y^2 dy}{\sqrt{H^4 - y^4}}, \quad \text{en dus:}$$

$$\int_0^x dx = \int_H^y - \frac{y^2 dy}{\sqrt{H^4 - y^4}} = \int_y^H \frac{y^2 dy}{\sqrt{H^4 - y^4}} \quad (IX)$$

Dit is de vergelijking van de binnenbegrenzing van het dwarsprofiel. De integratie is alleen mogelijk door tussenkomst van elliptische integralen, en niet door middel van algebraïsche vormen.

Wij zullen dus een anderen weg dienen in te slaan, en de vergelijking (IX) in eene reeks ontwikkelen. Er komt dan:

$$x = \int_y^H \frac{\frac{y^2}{H^2} dy}{\sqrt{1 - \frac{y^4}{H^4}}} = \int_y^H \left\{ \frac{y^2}{H^2} + \frac{1}{2} \frac{y^6}{H^6} + \frac{1.3}{2.4} \frac{y^{10}}{H^{10}} + \frac{1.3.5}{2.4.6} \frac{y^{14}}{H^{14}} + \dots \right\} dy$$

Na integratie wordt dit:

$$x = \int_y^H \left\{ \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{2} \frac{y^7}{H^6} + \frac{1}{11} \cdot \frac{1.3}{2.4} \frac{y^{11}}{H^{10}} + \frac{1}{15} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} \frac{y^{15}}{H^{14}} + \dots \right\}$$

$$x = \left\{ \frac{1}{3} \frac{H^3 - y^3}{H^2} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{2} \frac{H^7 - y^7}{H^6} + \frac{1}{11} \cdot \frac{1.3}{2.4} \frac{H^{11} - y^{11}}{H^{10}} + \frac{1}{15} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} \frac{H^{15} - y^{15}}{H^{14}} + \dots \right\}$$

$$x = H \left\{ \frac{1}{3} \frac{H^3 - y^3}{H^3} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{2} \frac{H^7 - y^7}{H^7} + \frac{1}{11} \cdot \frac{1.3}{2.4} \frac{H^{11} - y^{11}}{H^{11}} + \frac{1}{15} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} \frac{H^{15} - y^{15}}{H^{15}} + \dots \right\}$$

Daar voor $y = 0$, $x = a$ is, heeft men:

$$a = H \left\{ \frac{1}{3} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{11} \cdot \frac{1.3}{2.4} + \frac{1}{15} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} + \dots \right\} \quad (X)$$

Berekenen wij eerst deze waarde, de halve breedte op den waterspiegel voorstellende.

De reeks convergeert slechts weinig. Om derhalve eene voldoende nauwkeurigheid te verkrijgen, zoude een zeer groot aantal termen berekend moeten worden. Met weinig moeite is zij echter te veranderen in eene andere reeks, welke meer convergeert.

Inderdaad is eene bekende reeks ontwikkeling voor $\frac{\pi}{2}$:

$$\frac{\pi}{2} = 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1.3}{2.4} + \frac{1}{7} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} + \frac{1}{9} \cdot \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8} + \dots$$

Door twee deele, wordt dit derhalve:

$$\frac{\pi}{4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{10} \cdot \frac{1.3}{2.4} + \frac{1}{14} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} + \dots$$

$$+ \frac{1}{18} \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8} + \dots$$

$$0 = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} - \frac{1}{6} - \frac{1}{2} - \frac{1}{10} - \frac{1.3}{2.4} -$$

$$- \frac{1}{14} - \frac{1.3.5}{2.4.6} - \frac{1}{18} - \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8} - \dots$$

Deze vergelijking lid optellende bij de vergelijking [X] komt er:

$$a = H \left\{ \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{6} + \frac{1}{2} - \frac{1}{7} + \frac{1}{2} - \frac{1}{10} + \frac{1.3}{2.4} + \frac{1}{11} - \frac{1.3}{2.4} - \frac{1}{14} + \frac{1.3.5}{2.4.6} + \frac{1}{15} - \frac{1.3.5}{2.4.6} - \dots \right\}$$

In deze reeks zijn de termen beurtelings positief en negatief, terwijl elke volgende term kleiner is dan de voorgaande.

Noemt men de som der n eerste termen S_n en veronderstelt men, dat de $(n+1)^e$ term positief is, dan heeft men, deze laatste U_{n+1} noemende, altijd:

$S_n < S < S_n + U_{n+1}$, waarin S de som der reeks voorstelt.

Nu is: $a = H \left\{ \frac{\pi}{4} - S \right\}$

$$a > H \left\{ \frac{\pi}{4} - S_n \right\}$$

$$a < H \left\{ \frac{\pi}{4} - [S_n + U_{n+1}] \right\}$$

Stellen wij $a = H \left[\frac{\pi}{4} - S_n \right]$, dan is de fout die gemaakt wordt, hoogstens gelijk U_{n+1}

Nemen wij echter $a = H \left\{ \frac{\pi}{4} - [S_n + \frac{U_{n+1}}{2}] \right\}$ dan wordt de gemaakte fout hoogstens $\frac{U_{n+1}}{2}$

Stelt men *n.l.* $S = S_n + \frac{U_{n+1}}{2} + R$, dan is

$$S_n < S_n + \frac{U_{n+1}}{2} + R < S_n + U_{n+1}$$

$$0 < \frac{U_{n+1}}{2} + R < U_{n+1}$$

$$R < \frac{U_{n+1}}{2}$$

Willen wij de reeks ontwikkeling tot 0.001 H nauwkeurig hebben, dan moeten wij dus doorgaan tot de term:

$$\frac{1}{70} - \frac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10} \dots \frac{33}{34} = 0.0019440$$

Men vindt:

$$S_n = \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right] + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{6} - \frac{1}{7} \right] + \frac{3}{8} \left[\frac{1}{10} - \frac{1}{11} \right]$$

$$+ \frac{15}{48} \left[\frac{1}{14} - \frac{1}{15} \right] + \dots + \frac{300540195}{2147483648} \left[\frac{1}{66} - \frac{1}{67} \right]$$

$$\frac{U_{n+1}}{2} = \frac{0.00194}{2} = 0.0010.$$

$$S_n = 0.1855,$$

en daaruit:

$$a = H \left[\frac{\pi}{4} - 0.1865 \right] = 0.599 H,$$

welke waarde tot op $\frac{1}{1000}$ H nauwkeurig is.

De voor x gevondene waarde kan nu ook aldus worden geschreven:

$$x = a - \left\{ \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^3} + \frac{1}{7} \frac{1}{2} \frac{y^7}{H^6} + \frac{1}{11} \frac{1.3}{2.4} \frac{y^{11}}{H^{10}} + \frac{1}{15} \frac{1.3.5}{2.4.6} \frac{y^{15}}{H^{14}} + \dots \right\}$$

Stellende $y = \frac{1}{m} H$, waarin m een geheel positief getal voorstelt, dan wordt dit:

$$x = a - H \left\{ \frac{1}{3} \frac{1}{m^3} + \frac{1}{7} \frac{1}{2} \frac{1}{m^7} + \frac{1}{11} \frac{1.3}{2.4} \frac{1}{m^{11}} + \frac{1}{15} \frac{1.3.5}{2.4.6} \frac{1}{m^{15}} + \dots + R \right\}$$

De algemeene term is:

$$U_n = \frac{1}{4n-1} \cdot \frac{1.3.5.7 \dots (2n-3)}{2.4.6.8 \dots (2n-2)} \frac{1}{m^{(4n-1)}}$$

De $(n+1)^e$ term is dus:

$$U_{n+1} = \frac{1}{4n+3} \cdot \frac{1.3.5.7 \dots (2n-3) (2n-1)}{2.4.6.8 \dots (2n-2) 2n} \frac{1}{m^{(4n+3)}}$$

en derhalve:

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} = \frac{4n-1}{4n+3} \cdot \frac{2n-1}{2n} \frac{m^{(4n-1)}}{m^{(4n+3)}} =$$

$$= \frac{4n-1}{4n+3} \cdot \frac{2n-1}{2n} \frac{1}{m^4}.$$

De twee eerste factoren zijn altijd kleiner dan 1, en daarom is

$$\frac{U_{n+1}}{U_n} < \frac{1}{m^4}.$$

Staakt men de reeksontwikkeling bij de p^e term, dan heeft men, de som der p eerste termen S_p noemende

$$x = a - H \{ S_p + R \}, \text{ en}$$

$$R < U_p \frac{1}{m^4} + \left(\frac{1}{m^4} \right)^2 U_p + \left(\frac{1}{m^4} \right)^3 U_p + \dots$$

$$R < U_p \frac{1}{m^4 - 1}.$$

Men heeft nu, R verwaarloozende,

$$x > a - H \times S_p$$

Willen wij ook de waarden voor x tot op $\frac{1}{1000}$ H nauwkeurig weten, dan moet dus:

$$R < \frac{1}{1000} \text{ zijn.}$$

Het is duidelijk, dat om dit te verkrijgen, de reeksontwikkeling bij eene term van lager rangorde kan worden gestaakt, naarmate m grooter is:

R moet n. l. kleiner zijn, dan 0.001.

R is echter kleiner dan $U_p \frac{1}{m^4 - 1}$.

Nemen wij dus $U_p \frac{1}{m^4 - 1}$ kleiner dan 0.001, dan is R zeker kleiner dan deze waarde, en moet men derhalve hebben:

$$U_p \frac{1}{m^4 - 1} < 0.001.$$

Stellen wij ons b. v. de vraag, welke waarde m minstens moet verkrijgen, om de reeksontwikkeling bij de eerste term te kunnen doen eindigen, dan is $U_p = \frac{1}{3} \frac{1}{m^8}$, en dus:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{m^8} \cdot \frac{1}{m^4 - 1} < 0.001, \\ 1 < 0.003 \, m^8 (m^4 - 1),$$

waaruit volgt, dat m minstens gelijk 2,3 genomen moet worden.

Voor alle waarden van y , gelegen tusschen 0 en 0.4 H, kan men dus, om x tot 0.001 H nauwkeurig te weten, volstaan met te stellen:

$$x = 0.599 \, H - \frac{1}{3} H \frac{1}{m^8}, \text{ of daar } \frac{H}{y} = m \text{ is:}$$

$$x = 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2}$$

Op dezelfde wijze voortredeneerende, komt men tot het besluit, dat gesteld moet worden:

$$\begin{aligned} \text{voor } y=0 \quad \text{tot } y=0.4 \, H; x &= 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} \\ * y=0.4 \, H * y=0.65 \, H; x &= 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} - \frac{1}{14} \frac{y^7}{H^6} \\ * y=0.65 \, H * y=0.75 \, H; x &= 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} - \frac{1}{14} \frac{y^7}{H^6} - \frac{3}{88} \frac{y^{11}}{H^{10}} \\ * y=0.75 \, H * y=0.82 \, H; x &= 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} - \frac{1}{14} \frac{y^7}{H^6} - \frac{3}{88} \frac{y^{11}}{H^{10}} \\ &\quad - \frac{1}{48} \frac{y^{15}}{H^{14}} \\ * y=0.82 \, H * y=0.85 \, H; x &= 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} - \frac{1}{14} \frac{y^7}{H^6} - \frac{3}{88} \frac{y^{11}}{H^{10}} \\ &\quad - \frac{1}{48} \frac{y^{15}}{H^{14}} - \frac{35}{2432} \frac{y^{19}}{H^{18}} \\ * y=0.85 \, H * y=0.90 \, H; x &= 0.599 \, H - \frac{1}{3} \frac{y^3}{H^2} - \frac{1}{14} \frac{y^7}{H^6} - \frac{3}{88} \frac{y^{11}}{H^{10}} \\ &\quad - \frac{1}{48} \frac{y^{15}}{H^{14}} - \frac{35}{2432} \frac{y^{19}}{H^{18}} - \frac{63}{5888} \frac{y^{23}}{H^{22}} - \frac{231}{27648} \frac{y^{27}}{H^{26}} \end{aligned}$$

Hieruit zijn de onderstaande, bij elkander behorende waarden van y en x berekend, welke voor de meeste in de praktijk voorkomende gevallen, voldoende zullen zijn, om het beloop van de kuip, en daarmee den vorm van de mal, volgens welke het ijzer gebogen moet worden, te berekenen.

$y = 0$	$x = 0.599 \, H$	$y = 0.35 \, H$	$x = 0.585 \, H$	$y = 0.70 \, H$	$x = 0.477 \, H$
$y = 0.05 \, H$	$x = 0.599 \, H$	$y = 0.40 \, H$	$x = 0.578 \, H$	$y = 0.75 \, H$	$x = 0.447 \, H$
$y = 0.10 \, H$	$x = 0.599 \, H$	$y = 0.45 \, H$	$x = 0.568 \, H$	$y = 0.80 \, H$	$x = 0.410 \, H$
$y = 0.15 \, H$	$x = 0.598 \, H$	$y = 0.50 \, H$	$x = 0.557 \, H$	$y = 0.85 \, H$	$x = 0.363 \, H$
$y = 0.20 \, H$	$x = 0.596 \, H$	$y = 0.55 \, H$	$x = 0.542 \, H$	$y = 0.90 \, H$	$x = 0.303 \, H$
$y = 0.25 \, H$	$x = 0.594 \, H$	$y = 0.60 \, H$	$x = 0.525 \, H$	$y = 0.95 \, H$	$x = 0.219 \, H$
$y = 0.30 \, H$	$x = 0.590 \, H$	$y = 0.65 \, H$	$x = 0.504 \, H$	$y = 1.00 \, H$	$x = 0.000$

Om de bij $y = 0.95 \, H$ behorende waarde van x te vinden, moeten reeds 14 termen worden genomen.

Toch is het voor eene zuivere constructie juist van belang, dat de waarden van x voor de groote waarden van y bekend zijn, daar uit de hiervóór gevonden uitdrukking van de kromtestraal blijkt, dat deze laatste het kleinst is voor $y = H$, om tot ∞ toe te nemen voor $y = 0$.

Er is echter een zeer eenvoudig middel, om de waarden van x , behorende bij $y = 0.95 \, H$ tot $y = H$, nauwkeurig genoeg te vinden. Voor dit gedeelte van de kromme lijn kan n. l. met voldoende juistheid de osculatie cirkel van het punt ($x = 0, y = H$) in de plaats worden gesteld. Uit de vergelijking van de kromtestraal volgt n. l. dat voor $y = H$, $R = \frac{1}{2} H$ is.

Men vond hiervóór:

$$R = - \frac{\delta t}{\gamma y} \quad (V')$$

en

$$\sqrt{\frac{2\delta t}{\gamma}} = H, \quad \text{waaruit;}$$

$$R = - \frac{H^2}{2y} \quad \text{en, voor } y = H;$$

$$R = - \frac{H}{2}$$

De vergelijking van de osculatiecirkel voor het punt ($x = 0, y = H$) en voor assen, door het middelpunt gaande (d. w. z. voor een assenstelsel, waarvan de oorsprong op een afstand $\frac{H}{2}$ verticaal onder den eerst aangenomen oorsprong is gelegen, terwijl de Y assen langs elkander vallen) wordt nu:

$$x^2 + y_1^2 = \frac{H^2}{4}.$$

Verder is $y_1 = y - 0.5 \, H$

Neemt men nu $y = 0.95 \, H$, dan is $y_1 = 0.45 \, H$, en dus: $x^2 = 0.25 \, H^2 - 0.2025 \, H^2 = 0.0475 \, H^2$
 $x = 0.218 \, H$, d. i. op 0.001 H na, dezelfde waarde, als boven door middel van de reeksontwikkeling werd gevonden.

Voor waarden van y , gelegen tusschen H en $0.95 \, H$, kan x dus voldoende zuiver worden berekend uit:

$$x^2 = (y - 0.5 \, H)^2 - 0.25 \, H^2.$$

De ontwikkelde lengte van den natten omtrek werd graphisch bepaald, en hiervoor gevonden:

$$\frac{1}{2} l = 1.312 \, H.$$

$$l = 2.624 \, H = 4.381 \, a$$

Meestal zullen bij irrigatieleidingen de hier gegeven formules voldoende zijn, om daarnaar ijzeren aquaducten te berekenen. Het geval kan zich echter voordoen, dat — indien de dwarsdoorsnede zeer groot wordt —, de waterdiepte zeer aanzienlijk zoude moeten zijn, zelfs zoo, dat men liever een anderen vorm zou-

de verkiezen. In dat geval kan men zich veelal nog helpen, door twee of meer kuipen naast elkander te plaatsen. Tevens is aan deze oplossing nog het voordeel verbonden, dat bij oververven of eventuele herstellingen het eene gedeelte dienst kan blijven doen, terwijl het andere tijdelijk buiten gebruik is. Heeft men b. v. zoo veel water over te voeren, dat bij de aangenomen maximum snelheid, of het bepaalde verhang, F stel $9.00 M^2$ wordt dan zoude bij het gebruik van ééne kuip, volgens de voorafgaande ontwikkelingen, $H = 3.00 M$ moeten zijn, en deze betrekkelijk groote waterdiepte kan in enkele omstandigheden wel eens bezwaren opleveren.

Neemt men echter twee kuipen naast elkander, dan wordt voor elk, $F = 4.5 M^2$ en daarmee de waterdiepte $2.12 M$; bij drie kuipen, $F = 3.00 M^2$; en $H = 1.732 M$, hetgeen in den regel zal kunnen worden toegelaten.

Overigens zal men gewoonlijk trachten, met ééne kuip te volstaan, daar dan de waterdiepte zoo groot mogelijk, de breedte daarentegen zoo klein mogelijk wordt. De metselwerken voor landhoofden en pijlers verkrijgen dan ook de geringst mogelijke lengte, en daarmee worden de kosten van laatstgenoemde constructie deelen eveneens een minimum.

In het volgende zullen alleen dergelijke aquaducten beschouwd worden, waarbij de wanddikte van de kuip een minimum wordt, en waarbij dus de waterdiepte berekend wordt uit $H = \sqrt{F}$.

Bij enkele leidingen in het *Sampean* gebied, komen aquaducten voor van half cirkelvormige dwarsdoorsnede, geconstrueerd als is aangegeven in fig. 5. Zij hebben eene lengte van $8.00 M$, en kosten aan de fabriek f 160,— per stuk, d. i. dus f 20.— per M .

Berekenen wij nu een aquaduct van den in de voorgaande regelen beschreven vorm, onder dezelfde aannamen, n. l. een lengte van $8.00 M$, en een inhoud onder de waterlijn van $0.19796 M^3$.

In de eerste plaats moet worden vastgesteld, hoe groot de toe te laten grensspanning mag zijn, zoowel voor de kuip als voor de liggers, waaraan die is opgehangen. Het is duidelijk, dat voor beiden verschillende waarden moeten worden aangenomen.

Immers, „het is doelmatig” — aldus leest men in bijlage *P* van het jaarboekje van het Kon. Inst. v. Ing. blz. 36 — deze grensspanning zooveel beneden de elasticiteitsgrens te stellen als eene vermoedelijke spanningsverhooging bedraagt welke kan ontstaan:

- „ 1^e door velerlei onzekerheden in de aannamen der berekening;
- „ 2^e door gebreken in het materiaal en de montage;
- „ 3^e door schokken der mobiele belasting;
- „ 4^e door de roest, die door den vorm van sommige constructiedeelen zeer bevorderd wordt.

„ Natuurlijk zijn deze invloeden bezwaarlijk onder cijfers te brengen, en moet het inzicht van den constructeur hierin beslissen.....

Bij eene rustende belasting nu wordt voor ijzeren liggers veelal aangenomen eene toe te laten grensspanning van $750 K. G.$ per $c M^2$.

Voor de liggers van de aquaduct kan deze waarde ook gevoegelijk worden aangehouden.

Anders is het evenwel gesteld met de toe te laten spanning in de kuip.

Men zoude ten einde de in de omwanding toe te laten maximum spanning te bepalen, wellicht als volgt kunnen redeneeren.

Bij eene zeer geringe wanddikte, zal de toe te laten spanning eveneens zeer gering moeten zijn, en wel des te kleiner, naarmate de dikte afneemt. Immers, het zijn vooral de onder 2^e en 4^e genoemde omstandigheden welke dan invloed uitoefenen.

Naarmate de dikte tot de grenswaarde d nadert, zal ook de toe te laten spanning tot 0 moeten naderen. Neemt de wanddikte toe, dan groeit ook de toe te laten spanning aan en als de kleinste afmeting van de beschouwde plaat — steeds aangroeiend, eindelijk oneindig groot zoude zijn, dan zoude men [bij eene constante rustende belasting] den invloed der bovengenoemde factoren of de waarde der grensspanning mogen verwaarloozen, en deze gelijk aan de elasticiteitsgrens mogen aannemen.

Stelt men de toe te laten spanning bij constante rustende belasting $= t$, de kleinste afmeting van de plaat $= \delta$, dan zal er eene betrekking kunnen bestaan tusschen t en δ welke algebraïsch in eene formule is uit te drukken, en graphisch door eene vloeiende kromme lijn wordt voorgesteld. Deze betrekking moet dan aan de volgende voorwaarden voldoen:

- 1^o Als δ gelijk wordt aan de minimum dikte d , moet $t = 0$ zijn.
- 2^o Als δ oneindig wordt, moet t de waarde τ verkrijgen, waarin τ voorstelt de elasticiteitsgrens van het beschouwde materiaal.

Aan deze eischen wordt voldaan, door b.v. te stellen.

$$\delta = \frac{t}{\tau - t} + d$$

Voor welijzer kan nu, volgens proeven van WÖHLER en BAUSCHINGER (*) gesteld worden $\tau = 1600 K. G.$ per $c M^2$.

Door d wordt de dikte voorgesteld, welke noodzakelijk aanwezig moet zijn, om de plaat behoorlijk in het werk te brengen, en aan de overige constructiedeelen te kunnen bevestigen. Wellicht zoude men hiervoor kunnen aannemen $0.5 m. M$.

Drukt men δ en d uit in centimeters; τ en t in kilogrammen, dan zoude de voorgestelde formule dus luiden:

$$\delta = \frac{t}{1600 - t} + 0.05$$

(*) Bijlage *P*. t. a. p. blz. 37.

Het schijnt niet van belang ontbloeit, eens na te gaan welke waarden voor t men vindt bij verschillende ijzerdikten. Daartoe werd het onderstaand staatje berekend, en daaruit de grafische voorstelling, fig. 4, geconstrueerd, welke zonder verdere toelichting duidelijk is.

Betrekking tusschen plaatdikten δ en toe te laten grensspanningen t in ijzeren constructie-deelen.							
δ in c. M.	t in K. g.	δ in c. M.	t in K. g.	δ in c. M.	t in K. g.	δ in c. M.	t in K. g.
0.050	0.	0.25	266.7	0.65	600.0	1.05	800.0
0.075	39.	0.35	369.2	0.75	658.8	1.55	960.0
0.125	111.6	0.45	457.1	0.85	711.1	2.05	1067.0
0.150	145.4	0.55	533.3	0.95	757.8	∞	1600.0

Platen, dikker dan 1 c. M. worden bij ijzerconstructies zelden gebruikt. De meest voorkomende plaatdikten zijn gelegen tusschen 0.5 en 1.00 c. M.

Hiervoor zoude men volgens de formule maximum toe te laten spanningen vinden van ± 500 tot ± 800 K. g. welke waarden vrij goed met de praktijk schijnen overeen te stemmen.

Voor eene veranderlijke last kan men de toe te laten spanning nu berekenen met de hier gevonden resultaten b. v. volgens de gegevens, voorkomende in het „Leerboek der toegepaste mechanica” van v. Hemert (*).

Uit de voorgaande redeneering zoude ook nog zijn af te leiden, dat men bij het bepalen van de maximum toe te laten spanning in opeen geklonken platen, niet de totale dikte daarvan in rekening behoort te brengen doch de dikte van slechts ééne plaat.

Gaan wij nu verder met de berekening van de hier vóór besproken aquaduct, en beschouwen wij eerst de kuip.

Als eenheden worden aangenomen de centimeter en het kilogram.

Men heeft: $F = 1979.6 \text{ cM}^2$

Hieruit volgt:

$H = \text{waterdiepte in het midden} = \sqrt{1979.6} = 44.5 \text{ c. M.}$

$2a = \text{breedte op de waterlijn} = 2 \times 0.599 H = 53.3 \text{ c. M.}$

De dikte der platen kan worden bepaald uit:

$$\frac{2 \delta t}{\gamma} = F \quad (\text{formule (A)})$$

waarin γ voorstelt het gewicht van 1 c. M.³ water, dus

$$\gamma = 0.001.$$

Men heeft dus:

$$2 \delta t = 0.001 F = 1.9796$$

$$\delta t = 0.9898$$

of;

(*) v. Hemert, t. a. p. blz. 109. Vergelijk ook blz. 110 en de noot aldaar.

$$\delta = \frac{0.9898}{t}$$

Tusschen δ en t werd echter ook aangenomen de betrekking:

$$\delta = \frac{t}{1600 - t} + 0.05$$

en derhalve:

$$\frac{0.9898}{t} = \frac{t}{1600 - t} + 0.05$$

Uit deze laatste vergelijking t oplossende, vindt men eene eenvoudige vierkants vergelijking, waaruit eindelijk komt:

$$t = 16.4 \text{ K. G.}$$

Deze waarde van t gesubstitueerd in de vergelijking

$$\delta = \frac{0.9898}{t}, \text{ geeft:}$$

$$\delta = 0.06 \text{ c. M.}$$

Neemt men hiervoor de in den handel verkrijgbare platen van 0.075 c. M. dikte ($\frac{1}{32}$ ") dan wordt de spanning:

$$t_1 = \frac{0.9898}{\delta} = \frac{0.9898}{0.075} = 13.2 \text{ K. G.}$$

CONSTRUCTIE VAN DE KUIP, EN BEVESTIGING AAN DE LANGSLIGGERS.

Bij de hier voorkomende geringe ijzerdikten is het lasschen der verschillende platen, en het bevestigen met bouten aan de overige constructie deelen, aan eenige bezwaren onderhevig. Ter vermindering toch van het gevaar, dat de plaat door de bout heengetrokken zal worden (*), en tot het verkrijgen eener waterdichte verbinding, is men verplicht, een groot aantal kleine bouten te bezigen. Klinkbouten zijn — ook al door de geringe ijzerdikte, bezwaarlijk aan te brengen. Dit alles veroorzaakt echter betrekkelijk hooge kosten, vooral aan arbeidsloon.

Daarom wordt eene andere verbindingwijze noodzakelijk. Deze is voor langs- en dwarsnaden niet dezelfde. Uit de berekeningen volgt nl. dat, terwijl in de lasschingen van de langsnaden de geheele optredende spanning δt per lengte eenheid moet worden opgenomen, de dwarsnaden (d. z. die welke loodrecht op de lengteas van de aquaduct staan, of wel evenwijdig aan de dwarsdoorsnede zijn) daarentegen aan geene enkele kracht hebben weerstand te bieden: zij behoeven alleen waterdicht te zijn.

Terwijl het dus gewenscht is liefst geene, doch in elk geval zoo weinig mogelijk langsnaden te hebben, bestaat er tegen het voorkomen van dwarsnaden minder bezwaar. De platen moeten derhalve zoodanig in het werk worden gebracht, dat de langste zijde samenvalt met eene dwarsnaad.

(*) Dit gevaar bestaat alleen bij het eventueel voorkomen van langsnaden Vglk. v. Hemert, t. a. p. blz. 118.

In de nu beschouwde aquaduct bijv. is de ontwikkelde lengte van dat gedeelte der dwarsdoorsnede, hetwelk zich onder water bevindt, te verkrijgen uit:

$$l = 2.624 \text{ H. en dus gelijk aan:}$$

$$l = 2.624 \times 44.5 = 116.8 \text{ c. M.}$$

De afmetingen van de in den handel voorkomende platen (zie o. a. de 5^e geïllustreerde prijscourant van de firma V. D. LINDE en TEVES) zijn, in Engelsche maat uitgedrukt: $6' \times 3' \times \frac{1}{32}''$ of, in centimeters: $182.8 \times 91.4 \times 0.075$.

Wordt deze plaat op de boven omschreven wijze gesteld, dan komen alleen dwarsnaden voor, terwijl boven den waterspiegel aan weerszijden nog 33 c. M. overblijft voor verbinding aan de langsliggers, en voor een altijd noodzakelijk boord boven den normalen waterstand.

Het voorkomen van langsnaden zal in den regel kunnen worden vermeden. Platen van $\frac{1}{32}''$ dik, zijn verkrijgbaar tot eene lengte van 8' of 2.438 M. [*] In deze platen kan eene maximum spanning worden toegelaten van 39 K. G. per c. M.² [zie de graphische voorstelling fig. 4].

Men heeft dus:

$$\delta l = 0.075 \times 39 = 2.925,$$

en, daar $2 \delta l = 0.001 \text{ F}$ is, ook:

$$F = 5850 \text{ c. M}^2, \text{ waaruit volgt:}$$

$$H = 76.5 \text{ c. M.}$$

en voor de nuttige lengte van de plaat:

$$l = 2.624 \text{ H} = 200.7 \text{ c. M.}$$

Er blijft dus over 43 c. M.

Voor de hierna te bespreken verbinding met de langsliggers is ongeveer $2 \times 15 = 30 \text{ c. M.}$ noodig, zoodat voor het boord boven den waterspiegel totaal nog 13 c. M. beschikbaar is, of 6.5 c. M. aan elke zijde.

Bij grootere inhouden, moet men dikkere platen gebruiken, b. v. de in den handel gemakkelijk verkrijgbare van $\frac{1}{16}''$ dikte = 1.5 m. M. waarin eene spanning van 150 K. G. mag worden toegelaten [zie fig. 4].

Alsdan komt er:

$$\delta l = 0.15 \times 150 = 22.5$$

$$2 \delta l = 45 = 0.001 \text{ F,}$$

$$F = 45000, \text{ dus}$$

$$H = 212.1 \text{ c. M. en voor de nuttige lengte:}$$

$$l = 556.5 \text{ c. M.}$$

Hierbij moet nog gevoegd worden $\pm 10 \text{ c. M.}$ voor de boorden, en $\pm 30 \text{ c. M.}$ voor de verbinding met de langsliggers, zoodat de maximum ontwikkelde lengte voor platen van $\frac{1}{32}''$ dik, ongeveer 600 c. M. bedraagt.

Volgens mededeeling van de firma van de Linde en Teves, kunnen bij speciale aanvraag, onbepaalde maten (w. o. natuurlijk alleen de lengte afmeting is te verstaan) worden geleverd. Eene dergelijke plaat nu, van stel

$20' \times 3' \times \frac{1}{16}''$ weegt ongeveer 68 K. G. en is dus nog gemakkelijk te vervoeren en te behandelen.

Overigens bestaat er bij het gebruik van platen van $\frac{1}{16}''$ dikte, reeds veel minder bezwaar tegen het samenklinken, en zoude men twee platen van 6', en één van 8' kunnen gebruiken.

Dikkere platen zullen wel zelden of nooit noodig zijn, daar men met de hier beschouwde ijzerdikte van $\frac{1}{16}''$ reeds waterdiepten van 2.12 M, en dwarsdoorsneden van 4.5 M² kan bereiken.

De verbinding der dwarsnaden kan nu worden tot stand gebracht door van de beide te lasschen platen eene smalle strook, van *bijv.* 5 c. M. breedte, om te buigen en de beide ombuigingen in elkander te haken, zooals in figuur 6 is aangegeven. Vervolgens worden de platen volgens de mal gebogen, en aan de liggers bevestigd, waarna om de 8 c. M. gegalvaniseerd ijzeren schroefboutjes, van de soort, als gebruikt worden tot het bevestigen van dakijzer, worden aangebracht. Met de hier beschreven constructiewijze werd eene proef genomen.

Daartoe werden gebezigd twee platen van $6' \times 3' \times \frac{1}{32}''$. De eene bestond uit gewoon, de andere uit gegalvaniseerd plaatijzer. De mal was vervaardigd van djatihout, 4 c. M. dik, en geconstrueerd volgens het hiervóór berekend profiel, met $H = 44.5 \text{ c. M.}$ Het bleek, dat het ombuigen volgens de mal niet het minste bezwaar opleverde.

Bij de verbinding van de beide platen vertoonden die van gewoon ijzer niet de minste scheuren, de gegalvaniseerde plaat echter kreeg op de ombuiging eenige barsten. Nog vóór het aanbrengen van de schroeven werd de aldus gevormde kuip aan de open zijdkanten door houten schotten afgesloten, en daarna met water gevuld. Het bleek toen, dat door de scheurtjes van de gegalvaniseerde plaat eenig water druppels gewijze wegvloede, doch dat overigens de verbinding bijna volkomen waterdicht was. Alleen in het bovengedeelte, waar de kromming van het dwarsprofiel zeer klein is, drong nog water door de naden. Door de buiging alléén waren zij dus reeds vrij voldoende in elkander gedrukt.

Na het aanbrengen van de schroefboutjes en het bestrijken van de naad met menie, was de verbinding geheel waterdicht.

Tusschen de boutkoppen en het plaatijzer waren kleine stukjes leer geklemd.

Eene andere verbindingwijze — doch hiermede werd geen proef genomen, — zoude kunnen zijn, de platen eenvoudig volgens de mal te buigen, en een weinig over elkander te laten schieten, daarna tusschen de over elkander vallende randen een reepje Indiarubber te leggen, en ze vervolgens met schroefboutjes aan elkander te bevestigen.

Deze handelwijze heeft, indien de verbinding werkelijk waterdicht blijkt, groote voordeelen. Het buigen van de platen wordt, daar zij aan de randen niet zijn omgevouwen,

[*] Deze afmeting komt in de geciteerde prijscourant niet voor, doch is ontleend aan eene mededeeling van de firma v. d. Linde en Teves.

nog veel vergemakkelijkt, terwijl, wanneer het na eenigen tijd blijkt, dat eene plaat te veel door roest is aangetast, of op andere wijze is beschadigd, ze zeer gemakkelijk is te vervangen zonder de geheele aquaduct te démonteeren. Dit laatste voordeel schijnt, bij de zeer dunne platen, van overwegend belang. De stukjes leer tusschen de boutkoppen en het plaatijzer kunnen dan ook achterwege blijven.

De bevestiging aan de langsliggers geschiedde bij de genomen proef, door de platen om de liggers heen te buigen, zooals in fig. 7 is voorgesteld, en daarna elke plaat in het midden en bij de beide uiteinden door middel van twee klemplaatjes en een bout, goed aan te klemmen tegen de bovenflens. Deze verbinding bleek volkomen aan het doel te beantwoorden. Zij is eenvoudig in de uitvoering, en elke plaat kan, onafhankelijk van de anderen, gemakkelijk worden losgemaakt. De liggers worden voorts niet verzwakt door boutgaten.

Bij het monteeren zoude men als volgt te werk kunnen gaan.

De ijzeren hoofdliggers worden eerst op de juiste plaats in het werk gebracht, en zuiver gesteld. Daarna worden de platen aan één der liggers op de bovenomschrevene wijze bevestigd, en vlak uitgespreid, zooals in fig. 8 is geschetst. Ten einde te voorkomen, dat bij het volgens de mal buigen de platen te ver doorzakken, worden zij daar, waar zij op de andere hoofdligger zullen moeten dragen, alvast rechthoekig omgebogen. Vervolgens wordt de houten mal er opgezet, en langzaam en

geleidelijk ingedrukt en geslagen, waarbij enkele bulten, wellicht in de plaat voorkomende, worden weggeklopt. Blijkens de genomen proef, is deze bewerking zeer eenvoudig uit te voeren. Overigens zal een klein gebrek in de zuivere buiging weinig bezwaar hebben. Ten deele is hierop reeds gerekend bij de bepaling van de maximum toe te laten spanning, doch tevens nemen men in aanmerking, dat de dunne platen zeer veerkrachtig zijn, en dat hier, in tegenstelling met platen of buizen waarin drukspanningen optreden, de kracht zal trachten, aan de dwarsdoorsnede den juisten vorm te geven, en kleine onregelmatigheden in de afwerking te verhelpen. (*)

Is eindelijk op deze wijze de mal geheel ingeslagen [voor elke plaat zijn hoogstens twee mallen noodig] dan volgt de bevestiging aan de andere ligger, en daarna het aanbrengen van India-rubber in de dwarsnaden, en het aaneenschroeven der platen.

Eene berekening leerde, dat eene aldus vervaardigde aquaduct nog niet de helft kost van de in figuur 5 voorgestelde constructie.

BUITENZORG, Juli 1899.

J. C. VOORDUIN.

L. K. I. v. I.

(*) Vgl. Grashof, Theorie der Elasticität und Festigkeit, 2te auflage blz. 328.

De leidingen in ophooging van het Singomerto-complex.

(ZES PLATEN)

INHOUD.

- I. Beknopte beschrijving van het Singomerto-complex.
- II. Geschiedenis van den aanleg der ophoogingen.
 - A. Kottaleiding.
 - B. Karangtengahleiding.
 - C. Siwoeloeleiding.
- III. Algemeene beschouwingen omtrent ophoogingen.
- IV. Proeven met taludbekleedingen, sproeipompen.
- V. Natuurlijke overlaten.
- VI. Definitieve herstelling van den Salakdam in de Kottaleiding.
- VII. Tegenwoordige toestand der ophoogingen.

I. Beknopte beschrijving van het Singomerto-complex.

Het ligt niet in de bedoeling van steller dezes in dit hoofdstuk in bijzonderheden te treden omtrent de aanleiding tot den aanleg der *Singomerto*-leidingen, omtrent den technischen inhoud van het bevoeiingsontwerp en de economische toestanden, die zich geleidelijk uit de exploitatie van dit irrigatiestelsel hebben ontwikkeld. Te minder bestaat tot zoodanige uitvoerige mededeeling aanleiding, omdat een der eerstverschijnende Technische Verslagen van het Departement der Burgerlijke Openbare Werken den aanleg van de irrigatie-leidingen in de residentie Banjoemas zal omvatten en dus daarnaar mag worden verwezen.

Voor de behandeling van het onderwerpelijke doel komt het nochtans gewenscht voor onder verwijzing naar de overzichtskaart op Plaat II, eenige algemeene gegevens betreffende het *Singomerto*-complex te verstrekken, waardoor de beteekenis van en het onderling verband tusschen de verschillende leidingen nader in het oog springt.

De *Singomerto*-leiding wordt bij de dessa van gelijken naam uit de Kali-Serajoe, zoo noodig middels opdamming met brondjongs en rolsteen, gevoed. Rivier en leiding zijn gescheiden door een inlaatsluis met zes openingen. Het bevoeiingsgebied der onverdeelde hoofdleiding bedraagt slechts 30 bouws.

Bij H. M. 36 wordt een nieuwe afvoerweg, dien men aan de Kali *Njangkok* gegeven heeft, gesneden en middels een aquaduct overbrugd. De oude rivierbedding is afgedamd, doch wordt verderop weer voor de leiding benuttigd.

Bij H. M. 36 + 38 bevindt zich de inlaatsluis voor de *Kottaleiding* van Bandjarnegara, terwijl bij Soekamandi H. M. 37 + 6 de verdeeling plaats grijpt tusschen de *Karangtengahleiding* en de genormaliseerde Kali *Njangkok*. De eerste leiding kan met schotbalken worden afgesloten, de tweede middels schuif- en windwerk.

De *Karangtengahleiding* is bestemd voor de bevoeiing van het Zuidelijk deel der afdeeling Bandjarnegara. Voorloopig is zij niet verder aangelegd dan tot de prise d'eau der *Eerste Hoofdaftapping* uit de *Karangtengah* leiding, kortweg *Siwoeloeleiding* genoemd. Of ooit tot eene verdere verlenging in zuidelijke richting zal worden overgegaan, valt te betwijfelen. Niet alleen de zwaar geaccidenteerde terreinsgesteldheid vormt daartegen een beletsel. Ook de vraag, in hoeverre de Serajoerivier in verband met grootsche irrigatieplannen in haren verderen benedenloop, voldoende water bevat voor algeheele bevoeiing, speelt daarbij een voorname rol.

Behalve voor rechtstreeksche irrigatie van 93 bouws, dient de *Karangtengahleiding* dus alleen tot voeding der *Siwoeloeleiding*, welker irriteerbaar oppervlak 2792 bouws bedraagt, waarvan 1877 bouws in de afdeeling Bandjarnegara en de overige in de afdeeling Banjoemas zijn gelegen. Hiervan zijn echter pas in geregelde cultuur gebracht ongeveer 1000 bouws in Bandjarnegara en 600 bouws in Banjoemas.

In de *Karangtengahleiding* is het peil zoo hoog mogelijk gehouden om een maximum oppervlak te kunnen bevoeien; het verhang wordt dan ook niet door stortdammen onderbroken. Vele kleine riviertjes worden door de leiding gesneden, waarvan slechts een enkel in de leiding wordt opgenomen. De overige worden

middels duikers onder de leiding afgevoerd, die daartoe onder belangrijke ophooging de beddingen dezer riviertjes doorsnijdt.

Het zijn juist deze voorname ophoogingen, welke, zooals hieronder zal blijken, groote moeilijkheden bij den aanleg en de exploitatie hebben veroorzaakt.

Ook in de *Siwoeloe*leiding was het doel, bevloeiing van een maximum oppervlakte, slechts bereikbaar door ver van elkander verwijderde hoogplateaux middels ophoogingen onderling te verbinden. Door het aanzienlijke verval (in het geheel komen er in deze leiding 34 stortdammen benevens 2 hellende goten voor ter gezamenlijke valhoogte van 94 M) ware het gemakkelijk geweest alle ophoogingen te vermijden, doch zulks niet dan ten koste van een groot onbevloeibaar terreinoppervlak.

De genormaliseerde Kali *Njangkok* draagt het karakter eener leiding tot aan den stuwdam voor de *Poetjang*leiding, die even bewesten de afdeelingshoofdplaats haren loop begint om ruim 1400 bouws in de afdeeling Bاندjarnegara te bevloeien. Beneden deze aftapping is het oorspronkelijk régime der rivier, thans kali *Blimbing* geheeten, niet gewijzigd. Zij ontvangt, behalve het opzettelijk toegelaten irrigatiewater, al het afstroomend regen- en sawahwater van de Noordelijke *Siwoeloe*- en de zuidelijke *Poetjang*aftappingen en dient dus voor aan- en afvoer. Wederom wordt zij opgedamd bij de dessa Binorong ten behoeve van de *Blimbing*leiding, welke ruim 4600 bouws, uitsluitend in de afdeeling Banjoemas gelegen, kan irrigeren. Daar de *Blimbing*irrigatie nog verre van geregeld is, ontvangen voorloopig nog geen 2700 bouws rechtstreeks water uit de hoofdleiding.

Nog 3 K. M. meer benedenwaarts stort de *Blimbing* rivier zich in de kali Serajoe.

De *Poetjang*leiding, oorspronkelijk door de bevolking aangelegd, doch in 1889 verbeterd en van verdeelwerken voorzien, blijve verder onbesproken.

Ook de *Blimbing*leiding is reeds een zeer oud werk van de bevolking, hetwelk gedurende de laatste 20 jaren geleidelijk wordt verbeterd en reeds tot H. M. 153 + 28 van totaal 41 permanente stortdammen is voorzien. Ook deze leiding bevat geene merkwaardige ophoogingen, die stof voor verdere bespreking zouden kunnen aanbieden. De moeilijkheden, welke de exploitatie dezer leiding aanbiedt, zijn weer van geheel anderen aard.

De reeds hooger genoemde *Kottaleiding* dient zoowel voor doorspoeling der hoofdplaats als voor de irrigatie van 90 bouws, deels boven, deels beneden de kotta gelegen. Zij kan echter de kotta niet bereiken, dan na omschrijding van een breed en diep ravijn, gevormd door de bedding van het riviertje *Salak*, hetwelk vroeger in Noordelijke richting naar de Serajoe afstroomde.

De oorspronkelijke dam door het ravijn bevatte een gemetselden grondduiker voor den onbelemmerden afvoer van dit stroompje, doch zooals hieronder zal blijken, verzakte deze duiker door den geweldigen gronddruk al spoedig dermate dat de afvoer gestremd werd en het ravijn zich tot een 7 M. diep meertje, aanvulde, hetwelk voortaan alleen naar het zuiden op de kali *Njangkok* vermocht af te wateren.

De verdere lotgevallen van dezen *Salakdam* vormen eene belangrijke bijdrage tot de geschiedenis der ophoogingen.

De beteekenissen der verschillende *Singomerto*-leidingen moge uit onderstaand overzicht nog nader blijken.

	Singomerto-leiding	Karantengah-leiding	Siwoeloe-leiding	Kotta-leiding	Poetjang-leiding	Blimbing-leiding
Bevloeibaar gebied. . .	Nog onbepaald	Nog onbepaald	2792 bouws	90 bouws en Kotta doorspoeling	1417 bouws	4600 bouws
Aangenomen verbruik per bouw en secunde .	—	—	1.45 liter *)	1.45 liter *)	1.45 liter *)	1.45 liter *)
Capaciteit bij den aanvang der leiding	16 M ³	10 M ³	4.04 M ³	0.50 M ³	2.05 M ³	6.64 M ³ (voorloopig)
Bodembreedte	8 M.	6.80 M.	4.04 M.	2.50 M.	2.65 M.	4.80 M.
Normale waterdiepte .	1.70 M.	1.50 M.	1. M.	0.50 M.	0.75 M.	1.35 M.
Normale snelheid. . .	1 M.	0.80 M.	0.80 M.	0.33 M.	0.80 M.	0.80 M.

*) De werkelijke verbruikscijfers zijn veel grooter en klimmen soms tot 7 liter per bouw.

II. Geschiedenis van den aanleg der ophoogingen.

Een uitvoerig overzicht van de tegenspoeden, die in het laatste 12 tal jaren bij den aanleg en het onderhoud van bovenbeschreven leidingen werden ondervonden, werd in 1896 door den Hoofdingenieur *H. P. Mensinga*, destijds Chef der 2^e Waterstaatsafdeeling, neergelegd in een aan den Directeur der Burgerlijke Openbare Werken uitgebracht en hoogst belangrijk rapport. Het navolgende is in hoofdzaak aan dit verslag ontleend, terwijl de tusschen „ ” gestelde zinsneden woordelijk uit het rapport zijn overgenomen.

A. Kottaleiding (Plaat III).

Met de werkzaamheden voor de *Kotta*, *Karangtengah* en *Sirwoeloe* leidingen werd een aanvang gemaakt in de maanden Augustus 1887, Juli 1888 en Mei 1889.

Voor de beide eerste leidingen kwamen de ophoogingen hoofdzakelijk middels spoelen tot stand, terwijl die der *Sirwoeloe*leiding alleen in handenarbeid gemaakt zijn.

Hoewel het spoelen zeer voorzichtig geschiedde, veroorzaakten zware regens en bandjirs al spoedig herhaalde aardstoringen en beschadigingen van de dijken der *Kottaleiding*, zoodat de toegestane fondsen en dagdiensten alras verbruikt waren en suppletie moest worden toegestaan.

De eigenlijke *Salakdam* kwam in 2 maanden gereed en was in November 1888 nagenoeg op hoogte, doch talrijke afschuivingen, die zich gedurende de laatste maanden van 1888 en in Januari 1889 voordeden, bewezen de noodzakelijkheid van eene aanmerkelijke verzwareing van het dijksprofiel, tot welker uitvoering in Mei 1889 toestemming werd verleend.

De steile taluds van 1 op 1 werden nu verflauwd tot $1\frac{1}{2}$ op 1, terwijl om de 5 M. hoogte, bermen ter breedte van 2 M. zouden worden gemaakt (zie Plaat III.) Voor een dijkslichaam ter grootste hoogte van 23 M. en ter lengte van meer dan 300 M., samengesteld uit door spoeling opgebrachten onvasten kleigrond, was deze verzwareing werkelijk niet overbodig te achten.

Zooals reeds sub I gemeld, was de duiker in het damlichaam alras verzakt en verstopt, zoodat zich aan de Zuidzijde een meertje vormde, hetwelk middels een nieuwen duiker onder den grooten postweg in Zuidelijke richting op de genormaliseerde *Kali Njangkok* moest afwateren.

In Juni 1889 werd met de verdere ophooging en verzwareing wederom middels spoeling een aanvang gemaakt. Nieuwe ongevallen in de beide volgende maanden ondervonden konden worden toegeschreven aan achtergebleven spoelwater, weshalve van af Augustus 1889 de dam van drogen grond in lagen werd opgezet en voor goed van spoelen werd afgezien.

In November 1889 was de dam nagenoeg gereed. Aanhoudende regens veroorzaakten een gelijkmatige inklinking tot een maximum van 1.80 M. diepte, waarin door nieuwe ophooging voorzien werd.

In December 1889 werd de dam voor het eerst in werking gesteld, doch reeds op 9 December had een nieuwe grondverschuiving onder water plaats naar de zijde van het meertje, waardoor ook de dam gedeeltelijk wegzakte. Aan dien kant werd thans een berm van 8 M breedte aangebracht, teneinde de dijksvoet verwijderd te houden van het water uit het meertje. Overigens werd de dam volgens vastgesteld profiel wederom opgehoogd en in Maart 1890 zonder verdere bekleding of voorziening ter exploitatie overgegeven.

De aangebrachte verzwareing bleek evenwel onvoldoende te zijn, want op 13 Maart 1890 vond wederom eene belangrijke afschuiving plaats en weer naar den kant van het meertje, terwijl de dam over de geheele lengte der vroegere afschuiving gescheurd was.

In hoofdzaak konden al deze ongevallen worden toegeschreven aan de onvaste samenstelling der grootendeels door spoeling aangebrachte dijksspecie, zoodat de hoogerop aangebrachte droge grondlagen aan nazakking en inklinking onderhevig waren.

Daar de doorspoeling der *kotta Bandjarnegara* niet mocht onderbroken worden, werd voorgesteld een houten, van binnen met zink bekleede, talang over de plaats der doorbraak te leggen, terwijl de aarden dam zeer langzaam en geleidelijk verder zoude worden opgehoogd. Tot den aanleg dezer goot ging men evenwel, ook om geldelijke redenen, niet over.

Daar verschillende belangrijke ophoogingen in de *Karangtengah*- en *Sirwoeloe*leidingen zich in den laatsten tijd uitstekend gehouden hadden, werd nogmaals besloten de dam alleen middels grondophooging te herstellen, welke herstelling in Juli 1890 voltooid was, zoodat alstoen over dag een kleine hoeveelheid water werd toegelaten. Alras deden zich kleine scheurtjes en lekken voor, die door inwassching met zand zoo goed mogelijk gedicht werden. De leidingbodem werd verder over de volle lengte tot 1 M. diepte omgewerkt en opnieuw aangestampt.

Aanvankelijk werden in den voet van den dam geene zettingen waargenomen, zoodat men geene ernstige stremmingen meer verwachtte. Doch nadat het water gedurende 6 dagen gestroomd had, was er zooveel water in het dijkslichaam gezogen, dat op 16 Augustus 1890 een stuk, ter lengte van 80 M, in zuidelijke richting afschoof.

„Door nauwkeurige waarneming vóór, tijdens en na „het ongeval, kan men met zekerheid als de oorzaak „aanwijzen: oververzadiging. De doorbraak was ge- „vallen juist in de nabijheid van een gedurende de „eerste dagen waargenomen lek, dat zich evenwel weder „gesloten had. Dat gedeelte van den dam was door- „nat. Het Noordelijke talud bleef volkomen droog, „en in de doorsneden van den dam aan de uiteinden „van de afgestorte plaats kan men duidelijk een droog „en een nat gedeelte onderscheiden. De voet van

„den dam aan de meerzijde bleef volkomen rustig, „niettegenstaande deze uit natten onvasten grond be- „stond, waarin een stok of ijzer nog 2.5 à 3 M. kon „worden gestoken.”

„Men meende nu, dat het er op aankwam het in- „zuigen van water te beletten, of wel het ingezogen „water onschadelijk te maken. Het eerste zou vermoe- „delijk alleen verkregen kunnen worden, door met het „toelaten van water in de leiding te wachten, totdat „de dam zoodanig gezet zou zijn. dat de vastheid en „samenhang daarvan ongeveer overeenkwamen met „die van ongeroerden grond. Het tijdstip, waarop dat het „geval zou zijn, was moeilijk te bepalen, en dit middel „daarom niet aan te raden. Het ingedrongen water „kon onschadelijk gemaakt worden door behoorlijke „draineering, doch deze mocht slechts een tijdelijk mid- „del zijn, omdat zij op den duur aanleiding moest geven „tot uitspoeling; zij zou dus zoodanig gemaakt moeten „worden, dat zij op den duur verstopt raakte.”

Deze in September aangebrachte draineering bestond uit een doorgaande laag van riviersteen, op 1 M. onder den bodem in indjoek gelegd, met afleidingen van gelijke constructie naar den spiegel van het meertje op onderlinge afstanden van 5 M. Voorzichtigheidshalve liet men het water voorloopig nog stroomen door eenige op den leidingbodem naast elkander gelegde halve arën- stammen, teneinde aanvankelijk elke inzuiging in het dijkslichaam te beletten.

In October 1890 was de dam weer hersteld en over 120 M lengte met halve arënstammen belegd. Het water kon echter nog niet toestroomen wegens eene afschuiving boven den eersten afwateringsduiker in de leiding, die ook bij den aanvang der exploitatie reeds moeilijkheden had berokkend.

Inmiddels was uit de ongestoorde exploitatie der *Karangtengah* leiding gebleken, dat vrij bevredigende resultaten bereikbaar waren middels verzwareningen van het dijkslichaam, hetzij door het aanbrengen van 1 of 2 M. breede bermten ter halve hoogte, of door het verflauwen der buitentaluds. Het is duidelijk dat de grond, die geleidelijk eene groote hoeveelheid water inzuigt, ten slotte den noodigen samenhang mist om onder een steile helling te kunnen blijven staan.

Afdoende zal deze voorziening in den regel niet zijn.

Voor den *Salakdam* werd daarom omgezien naar een goedkoop middel om den binnenwand der aarden kuip *waterdicht* te bekleeden.

Teneinde de meest geschikte samenstelling van zulke bekleedingen te leeren kennen, werden in November en December 1890 afzonderlijke proeven genomen. Daartoe werden bakken gemaakt volgens het profiel der *Kottalei-* ding, gevuld met verschillende grondmengsels en van boven afgedekt tegen regen en fellen zonneschijn.

Door dagelijksche waarneming werd de inzuiging bepaald.

De mengsels bestonden uit:

- 1^e zuivere klei,
- 2^e eene menging van den beschikbaren grond met klei, zand of kalk in verschillende verhoudingen,
- 3^e een aanstamping van riviersteen ter dikte van 0.40 M aan de dagzijde opgevoegd met portlandcementbeton, en
- 4^e een laag in gewone basterdspecie opgetrokken metselwerk.

De uitkomsten dezer proefnemingen waren niet bemoe- digend. Geen enkele der onderzochte grondsoorten bleek in elk opzicht te voldoen. De kleihoudende mengsels gaven betere resultaten, doch de kosten daarvan zouden, uithoofde van den verren afstand tot de vindplaats der klei, te groot worden voor eene toepassing in het groot.

Aan eene bekleeding met ingevoegde riviersteen werd ten slotte de voorkeur gegeven. Deze werd even doeltreffend geacht als de zooveel duurdere bemetseling, omdat voor beide constructies de kans op scheurtjes, tengevolge van eene verdere inklinking van het dijksli- chaam even groot is.

In Februari 1891 werd aangevangen met het op ge- noemde wijze waterdicht bekleeden van den aarden kuip der *Salakophooging*. De samenstelling dezer 200 M lange voorziening is op plaat III aangeduid. In April 1891 kwam men daarmee gereed.

Op 24 April schoof nochtans weder een gedeelte van den dam naar de Zuidzijde weg en nam daarbij de nieuwe steenbezetting over 38 M lengte mede.

„Ter weerszijden van het gat was de steenbekleeding „volkomen onveranderd, niet het geringste scheurtje was „te zien, terwijl bij waterpassing bleek, dat de bodem „nog onder de behoorlijke helling lag en er dus geen „inklinking van den dam had plaats gehad. De afschui- „ving had plaats bij een flinken regen na 8 dagen droogte. „Het water in de leiding had vermoedelijk geen of weinig „aandeel in het ongeval, zoodat aan de deugdelijkheid „der steenbekleeding nog niet getwijfeld behoefde te „worden.”

Tijdens de herstelling, die in Mei d. a. v. aanving, werd het aardewerk van tijd tot tijd onder water gezet om de inklinking te bevorderen. In de samenstelling der steenbekleeding kwam geenerlei wijziging, aan de oppervlakte werd een 2 à 3 c. M. dikke laag van port- landcementbeton aangebracht.

In Juli 1891 was het werk gereed en kon het water weder stroomen, waarna voorloopig de ernstige ongevallen zich niet meer herhaalden.

In den aarden dam ontstonden wel is waar ten ge- volge der langdurige droogte van tijd tot tijd scheurtjes, die echter opgespoord en gedicht konden worden.

Dagelijks werd de dam begoten en onder voortdurend toezicht gesteld; de taluds werden met sterk wortelschie- tende plantjes beplant.

In November 1891 ontstond er na een zware regenbui

een scheur in de bekleding over 20 M lengte, vermoedelijk een gevolg van latere inklinking van het dijkslichaam. Het openen en op nieuw invullen der scheur was gemakkelijk, zoodat de doorvoer slechts 3 dagen gestremd was.

Overigens had de ingetreden westmoesson geen na-deeligen invloed, zoodat in Februari 1892 het werk als voltooid kon worden opgenomen.

Doch in April 1892 had er wederom eene belangrijke afschuiving van den *Salakdam* plaats, welker herstelling eerst in Augustus van hetzelfde jaar volgde, omdat het vertrouwen in de deugdelijkheid der bekledingen thans ernstig geschokt was. Ook in andere bemetselde leidingen vonden soortgelijke ongevallen nog altijd plaats.

De toenmalige Chef der irrigatieafdeeling Serajoe die met het onderhoud dezer leidingen belast was, beschouwde de proef met de bemetselingen als mislukt.

„Volgens hem moeten scheuren in de bemetseling, ontstaan door inklinking van den aarden dam, aanleiding gegeven hebben tot het binnendringen van water. „De vrij lange periode, die verliep eer scheuren ontstonden en daardoor zooveel water naar binnen gedrongen was, als noodig was om oververzadiging van den grond te veroorzaken, achtte hij zeer begrijpelijk. „Het feit, dat, zonder dat iets van lekken bemerkt werd, de dam plotseling kon bezwijken, pleitte, naar zijne meening, tegen de proef. Wanneer men er bij volhardde om een proef te nemen, waarbij de mogelijkheid van lekken bleef bestaan, moest men beginnen met de eigenlijke leiding af te scheiden van den dam, die haar draagt en zorgen dat lekwater niet den dam zou kunnen indringen.

„Daarom wilde hij over den dam een naar beide zijden hellende dichte laag klei, bezoding of slappe specie aanbrengen, en daarop een laag steenen leggen als draineering naar buiten. In het daarop rustende lichaam der leiding zouden met verschillende dichtingsmiddelen proeven te nemen zijn. Aangezien zettingen in ophoogingen niet te vermijden zijn, en, ondanks de zorgvuldigste bewerking, ook nog jaren na het maken zullen voorkomen, zou eene bemetseling niet mogen bestaan uit groote steenen met weinig specie en aan de oppervlakte ingevoegd, doch had men daarvoor liefst te nemen een taaie, zeer langzaam verhardende beton met zeer kleine of in het geheel geen steenen, en zoo mogelijk doorwerkt met een los vlechtwerk van afgekeurd telegraafdraad. De specie zou slap doch aan de oppervlakte goed glad moeten zijn om scheuren dadelijk te kunnen zien.”

„De uitvoerder van het werk deelde deze beschouwingen niet. Volgens dezen ingenieur, is de bekleding aangebracht om een waterdichte kuip te verkrijgen, teneinde het inzuigen van water—oorzaak van vroegere doorbraken tegen te gaan. Dat doel is bereikt, de doorbraak bewijst alleen, dat de bekleding niet vrij-

„waart tegen alle oorzaken van vernieling. Terwijl vroegere doorbraken het gevolg waren van oververzadiging door inzuiging van water, wezen de bijzonderheden der laatste doorbraak — twee bepaalde kanalen in het talud, die naar onderen smaller werden en boven vereenigd waren — op een andere oorzaak. De toestand van de bekleding in het staande gebleven gedeelte en de groote stukken bekleding, die, zonder te breken, in hun geheel naar omlaag waren gevallen toonden dat de dam *Salak* of in het geheel niet meer inklonk, of zóó regelmatig, dat de bekleding, zonder te breken, die beweging kon volgen. De onwaarschijnlijkheid van het ontstaan van holten onder en van scheuren in de bekleding werd aangetoond. Ook zouden grond en water ergens aan het talud moeten zijn weggevoerd en waargenomen, en een scheur in de bekleding zou zich aan de oppervlakte van het met matige snelheid en een effen spiegel stroomende water door borreling moeten hebben geopenbaard. „Daarvoor zou men geen draineerlaag op waterdichte laag noodig hebben. Voorts werd er op gewezen, dat deze verschijnselen geen verband houden met den zwaren regen in den avond van de doorbraak en dat een samentreffen wel zeer toevallig geweest zou zijn. „Als meest waarschijnlijke oorzaak van de doorbraak werd overstorting van water genoemd.”

en verder:

„De door den Chef der irrigatieafdeeling voorgestelde wijze van voorziening, die wellicht bij eene geheel nieuwe ophooging als proef aanbeveling zou verdienen, werd niet beter geacht, dan eene eenvoudige bekleding met metselwerk in basterd-specie met gladgewerkte voegen, zooals te *Gemoeroeh* toegepast is en daar ook verder toegepast zou worden. Aan de voorwaarde, dat geene beteekenende zettingen meer te verwachten en dat de kuipen waterdicht zijn, voldeden de dammen, in voldoende mate. Het gebeurde bij den dam *Salak* behoefde dus het vertrouwen in de gemetselde bekledingen niet te verminderen. Dezelfde oorzaken, die eene gemetselde bekleding zouden doen scheuren, zouden hetzelfde gevolg hebben bij een betonlaag met ijzeren vlechtwerk. Deze zou alleen minder spoedig breken, doch daarom toch niet meer afdoende zijn. „Zij zou meer kosten, een even nauwlettend toezicht eischen en scheuren, door inklinking, zou even goed mogelijk blijven. Voor het laatste behoefde echter, blijkens de ondervinding bij *Salak* en *Gemoeroeh* opgedaan, weinig vrees te bestaan. In algemeenen zin werd metselen in geroerden grond niet aanbevelingswaardig geacht, doch bij de bestaande dammen was de keuze van voorziening beperkt en eene gemetselde bekleding de eenvoudigste en minst kostbare. Hooge ophoogingen zou men in het vervolg liefst hebben te vermijden, en, waar dat onmogelijk was, diende men bij den aanleg aan de dammen eene groote zwaarte

„te geven, daar dat de eenige onfeilbare oplossing kan „zijn.”

Ook hoogere technische autoriteiten sloten zich bij dat advies aan en meenden dat de overvulling der leiding als meest aannemelijke oorzaak van het ongeval moest worden aangemerkt, waartoe te eerder kans bestond omdat blijkens latere opmetingen de leidingbodem benedendams door opslibbing 50 c.M. en meer boven dien van den *Salakdam* was gelegen en dat overloopen alleen op den dam kon geschieden.

Deze opvatting werd door den Chef der Irrigatie-afdeeling niet gedeeld en zulks te minder omdat zij al een bijzonder ongunstig licht zoude werpen op de zorg en de betrouwbaarheid van het bewakend personeel.

De latere lotgevallen van de bemetselde ophoogingen hebben dan ook voldoende bewezen, dat doorbraken en scheuren zich ook zonder overloopen der leiding kunnen voordoen en dat in het algemeen de hierboven ontwikkelde beschouwing van den toenmaligen Chef der Irrigatie-afdeeling zich zeer wel bij de later opgedane ervaring aansluiten. De tegenwoordig voor bemetselingen geldende constructie komt dan ook in vele opzichten overeen met de destijds door hem aangegevene. (zie onder VI).

In Augustus 1892 werd derhalve de *Kottaleiding* in hoofdzaak volgens de vroegere constructie hersteld. De leidingwanden bestonden nu uit metselwerk van riviersteen in basterdspecie, ter dikte van 0.30 M., met een 1.5 c. M. dikke bepleistering in portland-cement.

Bovendams werd een natuurlijke overlaat met aansluitend schotbalksluisje gebouwd, teneinde het overloopen der leiding boven zeker peil te beletten.

Van Augustus 1892 tot October 1896 heeft zich de bemetselde *Salakdam* vervolgens uitstekend gehouden. Af en toe kwamen er dwarsscheuren voor, doch deze hadden geene ernstige gevolgen. Nauwlettend toezicht opleidingen taluds gepaard met periodieke drooglegging deden den dam meer dan 4 jaren lang in stand houden. Doch in bovengemelde maand bezweek plotseling en zonder eenige directe aanleiding of waarneembare oorzaak het Zuidelijk gedeelte van den dam over eene lengte van ruim 60 Meter. De grond schoof naar het meertje, waarin het een uitstekende landtong vormde. Omtrent de oorzaken van dit ongeval, waarover de meeningen trouwens thans nog zeer verschillen, worde verwezen naar het onder VI voorkomende. De omstandigheid, dat ook in de *Sivoeloeleiding* na een lange periode van ongestoorde exploitatie omstreeks denzelfden tijd weer doorbraken ontstonden, deed voor beide leidingen naar een zelfde verklaring van het ongeval en een gelijksoortige herstellingswijze omzien.

B. *Karantengahleiding* (Plaat IV).

Evenals bij de *Kottaleiding* werden de ophoogingen onder taluds van 1 op 1 middels spoelen daargesteld, waarmede men in Juli 1888 een aanvang maakte.

Hieronder volgt een overzicht van de voornaamste

ophoogingen, die alle dienen tot overschrijding van ravijnen, welker afwatering middels grondduikers onder de ophooging blijft gehandhaafd.

Plaats.	Benaming.	Lengte der ophooging.	Hoogte der ophooging.	Afmetingen doorlaatuiker.		
				Wijde	Hoogte.	Lengte.
H. M. 44 + 86	Kali Semi	100 M.	8 M.	2.50 M.	2.— M.	29.60 M.
„ 50 + 17	„ Salak	500 „	11 „	2.50 „	2.— „	37.40 „
„ 54 + 71	„ Bangok	140 „	11 „	5.— „	3.50 „	33.10 „
„ 57 + 47	„ Widjenan	240 „	11.50 „	5.— „	3.50 „	33.— „
„ 65 + 72	„ Baroesan	380 „	11.50 „	2.50 „	2.— „	37.30 „
„ 69 + 9	„ Palet	180 „	8.50 „	5.— „	3.50 „	27.20 „
„ 77 + 55	„ Blimbing	70 „	7.50 „	5.— „	3.50 „	24.70 „
„ 82 + 51	„ Woelock	170 „	10.50 „	2.50 „	2.— „	34.80 „

Aanvankelijk hield de leiding zich zeer goed. Eerst in Mei 1889 vond de eerste belangrijke beschadiging plaats doordat tengevolge van een langdurigen regen, gevolgd door eenige dagen droogte de taluds langs de geheele leiding afkalfden en de bezoding wegreende.

„Het werk was in het begin van de maand Juni weer „voltooid, met uitzondering van een gedeelte nabij den „duiker Widjenan, waar nog telkens grotere en kleinere „afschuivingen plaats hadden.

„Op den 16^e dier maand had eene belangrijke afschui- „ving plaats boven den duiker in den dam door het „ravijn *Salak*, welke dam reeds ruim een maand gereed „was. De afschuiwing werd toegeschreven aan de nog „steeds aanhoudende regens, die het behoorlijk uitdroo- „gen van de aangespoelde dammen onmogelijk maakten. „Den 22^{en} September werd het water in de leiding „toegelaten, beginnende met eene kleine hoeveelheid, „die langzamerhand vermeerderd werd, toen, op 28 „September, bij een waterdiepte in de leiding van 0.60 M., „in de ophooging *Salak* een doorbraak viel, waarbij „± 7500 M³ grond verplaatst werd.”

De oorzaak van dit ongeval was wederom niet ver te zoeken. De gevolgde werkwijze veroorzaakte een breiachtigen oververzadigden ondergrond, die de hoogere en droog aangebrachte lagen niet vermocht te dragen.

De onder 1 op 1 opgezette taluds waren te steil voor deze slappe massa. De middelen ontbraken voorts om ingezogen regen- en leidingwater naar behooren te verwijderen.

De herstelling was in Februari 1890 gereed en bepaalde zich tot het verzwaren der dijken middels bermen en het verflauwen der taluds. Draineeringen van riviersteen werden aan beide zijden van den dam en over de volle ravijnbreedte aangelegd, uitmondende in de kali aan den voet der ophooging.

Een hevige regenbui veroorzaakte kort na de opname dezer herstelling twee onbelangrijke taludafschuivingen op de laatst herstelde plaatsen, nl. boven en nabij de duikers *Widjenan* en *Salak*, die eenigszins konden worden verklaard door den grooten spoed, waarmede de

herstelling uitgevoerd was, zoodat de grond wellicht niet voldoende was aangestampt.

In Maart 1890 kon de geheele leiding door de Irrigatie-afdeeling ter exploitatie worden overgenomen, doch voorloopig was men huiverig, met het oog op de bij den *Salakdam* opgedane ervaring, zonder verdere verdediging der dijken daartoe over te gaan.

Bij de opname der *Karantengah*leiding was reeds gebleken dat een visiteerijzer zonder eenige moeite tot 4 à 5 M. diepte kon worden ingestoken. De graad van vochtigheid nam met de diepte geregeld toe. Daarom werd voorgesteld de ophoogingen te versterken, middels:

„van volkomen droge specie, opgewerkte zware aarden „bermen, die door hun gewicht het uitwijken van den „tusschen liggenden grond zouden beletten, terwijl op „afstanden van 10 M. draineeringen gemaakt zouden „worden. De frontmuren van de duikers onder de „dammen zouden in verband hiermede worden opge- „trokken tot de hoogte der bermten, en om aanzienlijke „vermeerdering van het metselwerk door verlenging der „frontmuren te uitgaan, werden bij de aansluiting der „taluds, die nu onder steile helling zou moeten geschieden, „zware steenbezettingen ontworpen, voortgezet tot aan „den voet van het buitentalud der bermten, waarvoor de „helling $1\frac{1}{2}$ op 1 was genomen. Alhoewel tot dusverre „alleen bij de duikers *Salak* en *Widjenan* afschuivingen „waren voorgekomen, werden zekerheidshalve de ge- „noemde verzwaringen voorgesteld bij alle ophoogingen, „met uitzondering van die boven de duikers *Semi* en „*Blimbing*, welke van geringe hoogte zijn. De ophooging „door het ravijn *Salak* had bij de herstelling in Sep- „tember 1889 taluds van bijna 2 op 1 gekregen, zoodat „daar verzwaring onnoodig voorkwam en alleen opmet- „seling van de frontmuren werd voorgesteld.”

Reeds in Juli 1890 was dit werk gereed en werd het water in de leiding toegelaten, zonder dat zich ergens lekken of afkalvingen vertoonden. In het eerste jaar der exploitatie hadden wel kleine beschadigingen aan taluds en voorzieningen plaats, doch ernstige ongevallen bleven achterwege.

Ook in de volgende jaren was men den toestand, dank zij een zeer zorgvuldig toezicht, steeds meester. Vooral tijdens regens, gevallen na een langdurige droogte, waardoor de buitentaluds openscheurden, kwamen en komen ook nu nog afschuivingen veelvuldig voor. Door het onmiddellijk sluiten van den watertoevoer bij het geringste lekje en scheurtje worden verdere onheilen vermeden. De herstellingen bestaan dan meestal in het verzwaren en verflauwen der taluds, het inwasschen der scheuren met een dunne brei van kalkmelk, het plaatselijk bemetselen van het leiding-profil, en dergelijke.

De leiding wordt tegenwoordig gedurende dag en nacht door betaald personeel bewaakt.

In het begin van 1894 had een doorbraak plaats naar het ravijn, tusschen H. M. 77 en 78 tengevolge eener leidingverstopping, veroorzaakt door een afstorting van den steilen wand boven H. M. 80, alwaar zich de leiding in belangrijke ingraving bevindt. Door het afgraven van het steile linkertalud en het aanbrengen eener bermsloot tusschen den voet van dit talud en het voetpad trachtte men eene herhaling te voorkomen.

In Februari 1897 vond de laatste belangrijke afschuiving plaats bij den doorlaatduiker *Baroesan*, welks boven einde met het aarden talud omlaag schoof en den duiker verstopte, tengevolge waarvan er eene belangrijke afschuiving ontstond.

Die afschuiving was 70 M lang, 8 M diep en gemiddeld 11 M breed.

Er werd geconstateerd dat de bamboepaggers, die bij het spoelen der ophooging dienst hadden gedaan, niet verwijderd waren, zoodat daardoor reeds vroeger ter plaatse voorgekomen lekken en nu ook deze doorbraak voldoende verklaard werden.

Ten einde de exploitatie zoo kort mogelijk te stremmen, werd de doorbraak met behulp van 16000 dagdiensten ten spoedigste gedicht, waarbij de bodembreedte van 7.50 M. tot 4 M. versmald werd. Voorts werd tegen den afgesloten frontmuur eene versterking van klapperstammen aangebracht. De definitieve herstelling kon eerst in October 1897 tijdens de jaarlijksche drooglegging geschieden, welke reparatie bestond uit het verzwaren der buitentaluds tot $1\frac{1}{2}$ op 1, en het aanleggen van 2 M. breede bermten, voorts uit het op de oorspronkelijke breedte terugbrengen van den leidingbodem, en het verlengen van den afgebroken duiker buiten het nieuwe talud met aanbrenging van front- en vleugelmuren (zie Plaat IV).

In tegenstelling met den *Salakdam* der *Kottaleiding*, en zooals hieronder zal blijken met de *Siwoeleiding*, is dus bij de *Karantengah*leiding een vrij bevredigend resultaat verkregen alleen middels dijksverzwaringen en draineeringen zonder bemetselingen en zulks, niettegenstaande verscheidene ophoogingen zeer belangrijk zijn, de gebruikte grondsoort niet beter dan elders is en alle dijken voornamelijk door spoeling zijn tot stand gebracht.

C. *Siwoeleiding* (Plaat V).

Hieronder volgt een overzicht der voornaamste ophoogingen, die alle aanvankelijk onder taluds van 1 op 1 en in lagen van drogen grond werden opgetrokken.

PLAATS.	Benaming.	Lengte	Grootste hoogte.
Van H.M. 24+25 tot 26+42	Sirempoe	217 M.	5 M.
42+42—54+19	Gemoeroeh	1177	8
58+48—62+80	Massaran	432	7
89+47—93+50	Winong	403	5
127+46—127+98	Bolang	58	20
143+75—144+30	Baroeklinting	55	10

In Mei 1889 met het werk aangevangen, vond de eerste afschuiving plaats bij de ophooging *Bolang* in April 1890, welk ongeval men alleen meende te moeten toeschrijven aan de steile taluds in verband met de groote hoogte. Daarom werd in overeenstemming met hetgeen voor de *Karangtengah*leiding was voorgesteld en voor den hoogen *Salakdam* der *Kottaleiding* reeds was uitgevoerd, besloten om de buitentaluds te verflauwen tot minstens $1\frac{1}{2}$ op 1, en deze op $\frac{1}{3}$ en $\frac{2}{3}$ der hoogte met 2 bermen van 2 M breedte te verzwaren.

Aldus werd de doorbraak hersteld, de geheel voltooide leiding in Juli 1890 opgenomen en het water toegelaten. Reeds spoedig daarna brak de ophooging *Gemoeroeh* door. Een waarneembare oorzaak was niet aanwezig. Wel werd een belangrijke inzuiging in het dijkslichaam geconstateerd, zoodat de gedurende den nacht met 0.50 M. water gevulde leiding 'smorgens weer droog was.

Korten tijd daarna ontstond er een nieuwe doorbraak op eenigen afstand van de vroegere. De herstelling liet niet lang op zich wachten, daar de geregelde voorziening der sawahs ongestoorden aanvoer vereischte.

In October 1890 schoof de ophooging *Bolang* wederom af ongeveer ter plaatse der eerste doorbraak.

Het werd nu zaak alle ophoogingen blijvend en afdoende te verbeteren, omdat nieuwe teleurstellingen de exploitatie in hooge mate zoude belemmeren.

Men had hierbij de keuze tusschen eenvoudige dijksverzwaring of het bemetselen van het leidingprofiel, een keuze, die ook voor den *Salakdam* stond beslist te worden.

Proefnemingen in de *Kottaleiding* hadden, zooals hooger beschreven is, reeds geleid tot de voorloopige vaststelling eener bepaalde constructie van bemetseling, en zulks niettegenstaande de aanvankelijke resultaten niet bepaald gunstig mochten heeten, en de wijze van werken door ter zake deskundigen ten zeerste werd bestreden.

De *Sirvoeloe* ophoogingen werden thans voor eene gelijksoortige proef doch op veel grootere schaal bestemd.

In September 1891 werd een bedrag van f 4800 beschikbaar gesteld om den *Gemoeroehdijk* van af het begin der ophooging tot daar, waar deze het hoogst is, d. i. over een lengte van 320 M inwendig te bemetselen,—welke voorziening bestond uit een 0.30 M. dikke bekleding van bodem en taluds met metselwerk van riviersteen in gewone basterdspecie.

In Maart 1892 was dit werk voltooid en opgenomen, terwijl wederom f 21277 werden toegestaan voor de volledige bemetseling der 4 ophoogingen *Gemoeroeh*, *Winong*, *Bolang* en *Baroeklinting*.

Tot eene uitvoering kwam het evenwel voorloopig niet, in verband met de jongste afschuivingen van den *Salakdijk* [April 1892] en het ontstaan van twee scheuren in de gemetselde *Gemoeroeh*ophooging boven een tunnel of poort, waarmede een dessaweg onder de ophooging wordt geleid.

Voorloopig werd daarom alleen de *Gemoeroeh* bemet-

seling voltooid voor f 12702, waarbij voorzichtigheids-halve bovenstrooms een schotbalksluis werd gebouwd om in tijden van gevaar de leiding onmiddellijk te kunnen ledigen.

In December 1892 werd de leiding wederom in gebruik genomen en konden de nieuw in cultuur gebrachte gronden op eene min of meer geregelde irrigatie rekenen.

Sedert dien tijd tot het najaar van 1896, dus gedurende eenzelfde tijdvak dat de *Salakdam* voldeed, heeft de bemetseling *Gemoeroeh* vrij goed stand gehouden. Scheurtjes en lekjes kwamen nog veelvuldig voor, de eerste niet alleen in dwars- doch ook in langsrichting.

Trouwens in het geheele terrein bespeurt men dikwerf in de lengteas der leiding scheuren over een lengte van verscheidene honderden meters, en ter diepte van 4 à 5 Meters, welk verschijnsel heenwijst op een algemeene beweging van het terrein in de richting van het Noorden naar het Zuiden of omgekeerd. Vooral bij de eerste ophooging *Sirempoe* was deze werking merkbaar en gevaarlijk. Van opheffing der oorzaak kon hierbij geen sprake zijn, terwijl een leidingbemetseling, hoe sterk ook, aan hierbij in het spel komende krachten geen weerstand zou vermogen te bieden. Verlaging van den waterspiegel was al het eenigste, wat hier helpen kon en daartoe bestond bij *Sirempoe* uitnemend gelegenheid, daar de ophooging met een 16 Meter hoogen stortdam werd afgesloten. Bij de uitwerking van dit denkbeeld bleek de aanleg eener hellende goot tot overschrijding van het niveauverschil de voorkeur te bezitten boven verlaging van den waterspiegel in het bovenpand. (*)

In Mei 1893 vonden er doorbraken plaats in de nog onbemetselde ophoogingen *Winong* en *Bolang*, die toegeschreven werden aan het verstopt raken der leiding, hoewel zulks niet bewezen is te achten. Vooral de afschuiving bij *Bolang* was zeer belangrijk en vorderde geruimen tijd voor herstel.

Thans werd niet langer gedraald met het bemetselen dezer beide ophoogingen, alsmede die van *Baroeklinting*, terwijl evenals bij *Gemoeroeh* bovenstrooms schotbalksluisjes werden gebouwd tot zijdelingsche afleiding van het water. Op Plaat V zijn eenige dezer constructies aangeduid.

Afgezien van eene onbelangrijke scheuring der bekleding van *Bolang*, onmiddellijk na het aanbrengen der bemetseling, welke scheur werd toegeschreven aan eene te spoedige ophooging en afwerking, hebben deze drie ophoogingen zich sedert December 1893 uitstekend gehouden en de exploitatie nimmer doen stremmen.

Ook hierbij vindt voortdurende bewaking plaats, en wordt het kleinste gebrek onmiddellijk hersteld.

Vermelding verdient nog dat de oorspronkelijk van buiten ruwweg opgevoegde bekleding gaandeweg met

(*) Zie over de hellende goot *Sirempoe*, Afdeeling's tijdschrift 1897-1898 Kon. Inst. van Ingenieurs blz. 32.

portlandcementspecie glad bepleisterd wordt, teneinde de kleinste scheurtjes onmiddellijk te kunnen constateeren.

De ophooging *Massaran* is nog steeds onbemetseld.

Door gestadig toezicht op dit leidinggedeelte vertrouwt men de uitgave voor zoodanige voorziening, begroot op f 5335, te kunnen besparen.

In Augustus 1894 vond aldaar een doorbraak plaats, evenwel veroorzaakt door ongewettigde opstuwing van het leidingwater, tengevolge waarvan de dijk overliep en het linker buitentalud wegspoelde. In het aangrenzende dijkslichaam werden bovendien over verren afstand langsscheuren ontdekt, die zich uitstrekten tot voorbij de plaats, waar de ophooging in diepe ingraving overgaat.

De herstelling vond plaats door het versterken van het linker dijkslichaam middels een tusschenberm en een breedere dijkskruin. Voorts werden de scheuren verbreed, diep uitgegraven en volgegoten met een mengsel van kalkmelk en dunne modder.

Deze voorziening, gepaard aan nauwkeurig toezicht is tot heden voldoende gebleken. Wel is waar treden de langsscheuren van tijd tot tijd wederom aan den dag, en is ook uit de afwijking van sommige kunstwerken af te leiden dat de terreinbeweging voortdurend voortschrijdt, doch grootere ongevallen konden gelukkig worden vermeden.

Eene kostbare bescherming dezer ophooging is te minder gerechtvaardigd, omdat het voornemen bestaat bij herhaling van eenig belangrijk onheil in eene der ophoogingen *Gemoeroeh* of *Marassan* dit gevaarlijk leidinggedeelte voor goed als hoofdleiding op te heffen en het tracé op een lager niveau over te brengen, waardoor beide ophoogingen kunnen vervallen (zie onder VII).

Tot dit besluit moest men wel geraken na de ervaring opgedaan in het najaar van 1896, toen en in den *Salakdam* en op drie plaatsen der ophooging *Gemoeroeh* de leidingbemetselingen, die sinds de laatste vier jaren goede en ongestoorde diensten hadden bewezen, bleken onbetrouwbaar te zijn en bezweken.

Wat de doorbraken *Gemoeroeh* betreft, was het zaak ter wille eener ongestoorde irrigatie der sawahs den *Sirwoeloe*-dijk zoo spoedig mogelijk in orde te maken. Aanvankelijk geschiedde dit door herstelling van het ingestorte dijkslichaam, bescherming der aarden leidingwanden tegen uitspoeling middels sasaks, en handhaving van een zoo laag mogelijken waterstand.

De definitieve herstelling kon eerst gedurende de halfjaarlijksche periode der drooglegging in October 1896 geschieden, en werden toen bodem en taluds, de laatste onder een helling van 1 op 1, wederom bekleed met een 30 cM. dikke laag metselwerk van riviersteen in gewone basterdspacie. De buitenvlakken werden alle met portlandcementspecie zoo glad mogelijk afgepleisterd.

Tot de herstelling van den *Salakdam* ging men zoo spoedig niet over. Irrigatiebelangen waren bij het behoud dezer leiding in veel mindere mate betrokken,

terwijl de kotta Bandjarnegara, zij het ook gedeeltelijk en in beperkte mate, door toevoer uit eene kleine dessa-leiding, aan spoelwater kon worden geholpen.

De omvang der *Salak*-doorbraak was trouwens van dien aard, dat ingrijpende maatregelen, als verlegging van den dam in Noordelijke richting, vervanging van den dijk door een steenen of ijzeren aquaduct, demping van het meertje, zelfs definitieve opheffing van den wateraanvoer aan een nader onderzoek moesten worden onderworpen, alvorens eene beslissing kon worden genomen (zie verder onder VI).

III. Algemeene beschouwingen omtrent ophoogingen.

Uit het hierboven vermelde omtrent den aanleg der ophoogingen mogen volgens den hoofdingenieur MENSINGA, de volgende conclusien worden getrokken.

„Waar geen uitstekend geëigende grondsoort beschikbaar is, is het maken van belangrijke ophoogingen voor „waterleidingen liefst te vermijden.

„Indien dat niet mogelijk is, zorg men door een „voldoend zwaar profil, in verband met de hoogte en „de grondsoort, dat het damlichaam op zich zelf be- „staanbaar zij. Hellingen der taluds van 1 op 1 zijn „slechts bij uitzondering en alleen voor dammen van „geringe hoogte voldoende te achten. Of voor hoogere „dammen doorgaande flauwe taluds (1 of $1\frac{1}{2}$ op 1), op regel- „matige afstanden door bermten van voldoende zwaarte „gesteund, de voorkeur verdienen, kan niet in het alge- „meen gezegd worden.”

„Waar het lichaam der dammen door aanspoelen „van grond verkregen is, kan, door het aanbrengen „van zware bermten uit zorgvuldig aangestampten drogen „grond bestaande, welke draineeringen van het dam- „lichaam aan de buitenzijde bevatten, een zelfde mate „van zekerheid bereikt worden, als geheel laagsgewijze „uit drogen grond gemaakte dammen aanbieden.

„De ondervinding schijnt er evenwel op te wijzen, „dat door de veelvuldige ongelukken tijdens het maken „der dammen, deze werkwijze weinig geldelijk voordeel „oplevert.

„Het is noodzakelijk den dam uitwendig te bekleeden „met eene dikke laag zandigen grond, die ook bij „langdurige droogte niet scheurt en den onderliggen- „den, wel voor sterke inkrimping vatbaren grond op „voldoende wijze tegen volledig uitdrogen beschermt. „Indien zulke grond niet voorhanden is, kan met een „goed dooreengewerkt mengsel van klei en zand (pud- „dle) hetzelfde doel bereikt worden. Bij bestaande dam- „men, waar wellicht het maken van eene dergelijke „bekleding aan te groote bezwaren onderhevig mocht „zijn, zal men door geregelde besproeiing zooveel moge- „lijk het volledig uitdrogen en het ontstaan van scheu- „ren moeten trachten te voorkomen, en, daar dit wel „nooit geheel te bereiken zal zijn, door een zeer nauw- „lettend toezicht moeten maken, dat zich openbarende

„scheuren dadelijk gedicht worden en eventuele kleine „afschuivingen ten spoedigste hersteld. Dergelijke dammen blijven dan echter immer een groot gevaar opleveren, onafhankelijk van alle maatregelen, die genomen „mochten worden om het indringen van water uit de „leidingen te voorkomen.”

„Het is wenschelijk de kuipen der leidingen op de „dammen van eene aan de buitenoppervlakte glad „afgepleisterde bemetseling te voorzien. Vooral wanneer „er gevaar kan bestaan voor krimpen van den aansluitenden grond, dient het profiel dier bemetselingen „zoodanig gekozen te worden, dat het gevaar voor „het ontstaan van langsscheuren in den bodem opgeheven wordt. Indien niet tot bemetseling wordt overgegaan, zoolang nog eenigszins beteekenende en vooral „onregelmatige zettingen te verwachten zijn, is inmet-seling van gevlochten ijzerdraad of van ijzeren staven „niet bepaald noodzakelijk te achten; evenwel is het „mogelijk daarin gelegen voordeel van grootere sterkte, „van meer gewicht dan het evenzeer mogelijke nadeel „van moeilijker herstelling en kan dus eene proefneming „niet afgeraden worden.”

„Zal het met eene bemetseling beoogde doel bereikt „worden, dan behoort gezorgd te worden, dat de waterstand daarin nimmer langdurig daarboven stijgen kan, „waarvan achterloopsheid het gevolg zou kunnen zijn. „Met de bepaling van de hoogte der bemetseling „boven den normalen waterstand in de leiding mag „men dus niet te zuinig zijn.”

„Overloopen van de dijken moet tot elken prijs „voorkomen worden, omdat daarvan nagenoeg zeker „een doorbraak het gevolg zal zijn. De bij enkele „dammen reeds gemaakte schotbalk- en spuisluisjes „zijn daartoe niet voldoende. Bovendams behooren „natuurlijke overlaten gemaakt te worden ter hoogte „van den normalen waterspiegel, en het verdient aanbeveling om op de dammen de hoogte der wederzijdsche „dijken of inspectiepaden een weinig grooter te nemen „dan in de andere gedeelten. Bij zeer lange ophoogingen, zooals die van *Gemoeroeh*, zouden deze „voorzorgsmaatregelen bij ongewettigde opstuwing door „de bevolking nog onvoldoende kunnen blijken, indien „tusschen de ophooging en den naastbijgelegen benedenwaartschen stortdam geene gelegenheid bestaat om „een natuurlijken overlaat van voldoende lengte te „maken. Zeer nauwlettend toezicht is dan noodig.”

IV. Proeven met taludbekleedingen, sproeipompen.

In overeenstemming met den hierboven geuit wensch werden in Juni 1897 f 3000.—toegestaan, teneinde een proef te nemen om te beslissen in hoever het mogelijk is de leidingen in ophooging der afdeeling *Bandjar-negara* door het aanbrengen op het buitentalud van een niet scheurende grondlaag tegen doorbraak te beschermen.

Allereerst moest worden uitgemaakt of er inderdaad

niet scheurende grondmengsels konden worden bereid.

Daartoe werden op de dijkskruin der ophooging *Gemoeroeh* een aantal proefbakken gemaakt, omsloten door bamboezen paggers, elk ter lengte van 2.50 M, breedte 1.50 M, hoogte 1 M, en deze met verschillende grondmengsels gevuld.

Deze laatste bestonden uit gewonen grond van het omliggend terrein, goed fijn gemaakt en van alle plant-aardige stoffen gezuiverd, gemengd met verschillende hoeveelheden zand, afkomstig van de naaste vindplaats uit de kali Serajoe.

Goede kleigrond was tot op verrean afstand niet beschikbaar en zou dus voor een toepassing in het groot veel te duur zijn uitgekomen.

Het mengen in de bakken geschiedde onder toevoeging van eenig water. Laagsgewijze ter dikte van 10 c. M. werden de bakken gevuld en goed aangestampt; de bovenlaag werd vlak afgestreken. In het midden van elk vak werd een kegelvormige holte gemaakt, die van tijd tot tijd met water gevuld werd, ten einde daaruit het verschil in waterdichtheid der mengsels af te leiden. Alle vakken werden door een bamboeafdak overdekt, teneinde ze tegen regen en te felle hitte te beschermen.

Elken dag werd, onder aantekening der lucht- en weersgesteldheid de toestand der mengsels waargenomen en voor zoover mogelijk de gemiddelde breedte en diepte der scheuren gemeten.

Van de 8 mengsels, bestonden de 6 eerste, gemerkt A t/m F, uit 1 deel zand, gemengd met 1 t/m 6 deelen grond. Het vak G bevatte 1 deel grond met 1½ deel zand, terwijl het vak H met lauter grond gevuld werd.

Alle mengsels bleken zeer scheurend en niet krimp-vrij te zijn.

Het aantal scheuren nam gedurende de eerste 8 dagen snel toe. Later ging dit, vermoedelijk ook in verband met het ingetreden koelere weer, meer geleidelijk.

Na verloop van een maand waren alle mengsels, G niet uitgezonderd, over de geheele oppervlakte doorploegd met barsten, welker breedte uiteenliep tusschen 1 en 3 c. M., terwijl de diepte, voor zoover deze althans kon worden gepeild, voor het mengel F bijna 60 c. M., voor B niet meer dan 10 c. M. bedroeg.

De gunstige invloed van het zandgehalte was wel merkbaar, doch niet overwegend en vermocht de na-deelige eigenschappen van den gewonen grond, waaruit alle dijken zijn opgetrokken, slechts gedeeltelijk op te heffen.

Bij feitelijke toepassing zoude zelfs de volgens G samengestelde dijkbekleeding, doch alsdan niet tegen de zonnewarmte beschut, aan zeer belangrijke inkrumping onderhevig zijn.

Uit den aard der zaak wordt de waterdichtheid door de zandmenging niet bevorderd. Bepaalde betrouwbare cijfers leverden de proeven daaromtrent niet op, doch vermeerdering der waterdichtheid kon bij grooter zand-gehalte zeker niet worden aangetoond.

Een rijker zandgehalte dan $1\frac{1}{2}$, op 1 zoude wellicht de krimp vrijheid verhoogd hebben, doch een globale kostenberekening deed zien dat de uitgaven voor eene definitieve bekleeding dan zoodanig zouden stijgen, dat aan toepassing in het groot toch niet ware te denken.

Eene bekleeding der *Gemoeroeh* ophooging met een 0.75 M. dik mengsel van 1 deel grond op 1 deel zand geeft de volgende raming van kosten.

De lengte dezer ophooging is 1180 M., de oppervlakte der buitentaluds bedraagt 24200 M², de inhoud der bekleeding is 18150 M³.

BEGROOTING.

koelies Geld

Voor het wegruimen der bestaande grasbeksleding en het maken van inkassingen in het dijkslichaam wordt per 20 M² gevorderd 1 koelie, dus voor 24.200 M²

1210

Voor het plaatsen van 1 M³ puddle, bestaande uit gelijke deelen zand en grond wordt gerekend:

a. 0.5 M³ grond, te halen op ongeveer 50 M afstand, waarvoor noodig 0.5 koelie.

b. 0.5 M³ zand à f 2 per M³, dus f 1.—

c. voor het name-ten, goed dooreen mengen, en bevochtigen, te rekenen per M³ 0.25 koelie.

d. voor het brengen naar en plaatsen op den dijk, het laagsgewijze aanstampen en het afwerken der taluds 0.5 koelie.

e. voorgereedschap-pen en mallen, globaal 0.05 bamboe à f 0.50. geeft à f 0.0025 daarbij f 0.0125 = f 0.015

voor 1 M³ dus 1.15 k + f 1.015

dus voor 18150 M³ 22788 + f 18422.25

Voor het opnieuw bezoden is noodig per M³ (de zoden te halen over een afstand van 150 M) 0.58 koelie + 0.1 bamboe tali à f 0.05 dus voor 24200 M².

14036 + 121.—

Toezicht (2 mandoers gedurende 2 maanden à f 0.50 daags)

60.—

± 10% onvoorziene uitgaven 37934k. + f 18603.25
3794 „ + „ 1864.75

41728k. + f 20468—

koelieloon à f 0.25

„ 10432—

f 30.900—

Een algeheele omlegging der hoofdleiding voorbij *Gemoeroeh* en *Massaran*, zoude echter slechts ruim f 20000 kosten, zoodat het laatste middel, waardoor men voor altijd van de ophoogingen bevrijd is, ook uit een geldelijk oogpunt de voorkeur verdient.

Werd de taludbeksleding toegepast op alle ophoogingen van het *Singomertocomplex*, dan zouden allicht f 70.000 daarmede gemoeid zijn, een bedrag, waarvoor men bijna een geheel nieuw leidingnet aanlegt.

Doch ook daar, waar geene geldelijke bezwaren zich tegen het aanbrengen van taludbeksledingen verzetten, zal men niet te spoedig daartoe mogen overgaan.

Bij de talrijke, deels bekende, deels onbekende, oorzaken van dijksdoorbraken, zal een taludvoorziening in enkele opzichten verbetering kunnen aanbrengen, doch de voor- naamste en gevaarlijkste factoren blijven allicht bestaan.

In elk geval zal de nieuwe bekleeding, zoowel om afspoeling te beletten, als tot verhooging der vastheid, weer met een flinke bezoding moeten worden afgedekt, waardoor echter een nauwkeurige waarneming van van de al of niet krimp vrijheid der voorziening vrijwel onmogelijk is. Uit het niet ontdekken van scheuren zal men nooit mogen concludeeren, dat ze niet aanwezig zijn en de bekleeding geslaagd mag heeten.

In hooge mate is men bovendien afhankelijk van de weersgesteldheid. In een vochtigen Oostmoesson zal de ongemengde grond evenmin scheuren.

Om juiste resultaten te trekken, moet men over waarnemingen gedurende verscheidene jaren beschikken. Het uitblijven eener doorbraak ter plaatse der proefbeksleding kan nimmer als bewijs gelden, noch dat de toestand verbeterd is, noch dat er ook in de toekomst geene verzakkingen meer plaats zullen hebben.

Onder deze omstandigheden, werden de proefnemingen gestaakt en van het denkbeeld eener taludbeksleding afgezien.

Om niettemin het uitdrogen en krimpen der buitentaluds gedurende het droge jaargetij tegen te gaan, werd machtiging verleend om een gedeelte der toegestane gelden te besteden voor den aankoop van eenige *sproeipompen*, waardoor beter dan zulks met behulp van schepmandjes of blikken kan geschieden, de taluds geregeld kunnen worden bevochtigd.

Aan verschillende fabrikanten werd prijsopgave en teekening verzocht van soortgelijke werktuigen, ten einde daaruit eene beslissende keuze te doen. Het door den heer J. BARZILAY te *Djokjakarta* geleverde pomp-model voldeed het best aan de gestelde eischen, weshalve daarvan achtereenvolgens 5 stuks werden aangeschaft, die thans bij de gevaarlijke leidinggedeelten voortdurend zijn gestationneerd en door vast bewakingspersoneel worden bediend.

De pomp is een gewone zuig- en perspomp, bewogen door een op- en neergaanden zwengel, en geplaatst op een houten onderstel op twee wielen, hetwelk door één

man langs de dijkskruin kan worden voortgetrokken. Aan de pomp is verbonden de 3.50 M lange india-rubber zuigslang, die met een drijver in de leiding hangt, en de 10 M. lange persslang, die door een anderen arbeider wordt gericht.

Voor de geregelde bediening zijn drie man noodig.

De capaciteit bedraagt ongeveer 80 à 100 Liter in de minuut, terwijl de prijs van één pomp compleet met 2 straalpijpen van verschillende uitstrooingswijdte f 160 à f 180 franco station *Djokja* bedraagt.

Per uur kan met deze pompen niet meer worden besproeid dan hoogstens 200 M², terwijl de nuttige werking dan nog lang niet overeenkomt met die van een flinke regenbui. Voor een zeer groot oppervlak als bij de *Singomerto*-leidingen zoude men dus over een belangrijk grooter aantal dan 5 pompen moeten beschikken, wil men uitdroging in elk geval voorkomen.

De kosten van aanschaffing doch vooral van die van onderhoud en reparatie, uit te voeren in een streek zonder hulpmiddelen, materialen en geschikte arbeiders, en verder de uitgaven voor het bewakingspersoneel loopen dan echter aanmerkelijk op, en deze omstandigheid, gevoegd bij het feit dat trots geregelde besproeiing de kans op een doorbraak of lek toch niet afdoende verminderd is, heeft van den verderen aankoop van dergelijke werktuigen doen afzien.

V. Aanleg van natuurlijke overlaten [PLAAT V].

Deze veiligheidsinrichtingen, in de conclusien onder III als noodzakelijk voorgesteld, werden in 1898 bij alle gevaarlijke leidinggedeelten aangebracht.

Zij moeten dienen om eene verhooging van den waterstand boven den normalen, tot zeker maximum te beperken en moeten in staat zijn al het aangevoerde water zijdelings te loozen.

Rijzing van den waterstand kan zich voordoen:

- tengevolge van zware regens, omdat de leidingen niet overal op de ruggen der hellingen zijn aangelegd;
- door profilsvernaauwingen of verstoppingen, veroorzaakt door grondafschuivingen ter plaatse van belangrijke ingravingen;
- door ongewettigde stuwing van den waterspiegel.

Natuurlijke overlaten moeten dus worden aangelegd, daar waar de leiding veel regenwater van het omliggende terrein ontvangt;

bovenstrooms ingravingen, die aanleiding tot afkalking geven;

boven- of desnoods benedenstrooms ophoogingen, waar handhaving van een bepaald peil vereischt is.

In het geheel zijn aangelegd 11 natuurlijke overlaten, waarvan 4 in de leiding *Karangtengah*, 5 in de leiding *Siwoeloe*, en 2 in de leiding *Poetjang*. De kosten dezer werken hebben in vrijen arbeid bedragen ongeveer f 5575.

De overlaten in de leiding *Karangtengah* zijn alle

aangelegd boven gevaarlijke ingravingen; die in de leiding *Siwoeloe* dienen voor de bescherming der 5 ophoogingen, terwijl die in de leiding *Poetjang* hoofdzakelijk overtollig regenwater moeten loozen.

De overlaten worden gevormd door verlagings van de dijkskruin tot den normalen waterstand en over zoodanige breedte, dat het normaal leidingdebiet, zonder overschrijding van een bepaalden waterstand kan worden afgevoerd.

Zoo zijn de overlaten in de leiding *Karangtengah* 20 M breed. Uit de formule van den onvolkomen overlaat volgt bij een afvoer van 5 M³ per sec. en voor boven genoemde breedte, een overstorthoogte van 0.30 M, welke rijzing plaatselijk zonder bezwaar is toe te laten.

Boven den 25 M. breeden overlaat *Gemeroeh* komt hoogstens tot afstrooming 3.50 M³, zoodat de overstorthoogte hoogstens 0.20 M. zal bedragen.

Deze verhooging is geoorloofd omdat de bemetseling in de ophooging 0.30 M. boven den normalen waterstand is opgetrokken.

De 4 andere overlaten in de *Siwoeloe*-leiding zijn respectievelijk breed 20, 15, 10 en 5 M., terwijl de bijbehorende opstuwingen bedragen 0.23, 0.24, 0.15 en 0.16 M.

De helling der afvoerbeddingen bedraagt 3/100 en houdt verband met den aangenomen afvoer en de overstorthoogte.

Voor de *Karangtengah*-overlaten mag immers de waterdiepte niet grooter zijn dan $\frac{2}{3} \times 0.30 = 0.20$ M., terwijl de afvoer per M overlaat 0.25 M³, en dus de snelheid 1.25 M. bedraagt.

Bij deze snelheid behoort, in de veronderstelling van aarden wanden, volgegroeid met waterplanten, een verhang van 3/100.

De overlaten in de leiding *Siwoeloe* en *Poetjang* bestaan uit een aanstamping van riviersteen opgevoegd met portlandcementspecie en aangebracht tegen het leidingetalud en op de verlaagde dijkskruin (Plaat VI).

De inspectie weg wordt onder een helling van 4 op 1 afgegraven, teneinde het verkeer per as niet te stremmen.

Het afgevoerde water stroomt over het aangrenzend terrein naar in de nabijheid liggende ravijnen of riviertjes. Hoewel de overlaten slechts hoogst zelden en dan nog gedurende korten tijd zullen werken, daar de leiding voortdurend bewaakt en dus bij het minste onraad afgesloten wordt, moest over den grond blijvend worden beschikt. Evenwel is wederverhuur aan den oorspronkelijken eigenaar niet uitgesloten.

De overlaten in de leiding *Karangtengah* zijn eenigszins gewijzigd ingericht. Deze bevatten dijkes van 30 c.M. hoogte en 30 c.M. kruinsbreedte uit gewonen kleigrond met zand bestaande, aan den voorkant afgedekt door een platte laag metselwerk, doch van achteren alleen bezood. De kruin van dit dijkje komt overeen met N. W.

De bedoeling hiervan is, dat door het overstortende water

eerst de bezoding en daarna het geheele dijkje wordt weggeslagen, tengevolge waarvan de kruin van den overlaat 30 c.M. wordt verlaagd en de waterstand in de leiding dus eene aanzienlijke daling ondergaat.

In beginsel is er zeker veel te zeggen vóór de constructie van zoodanigen overlaat, doch de toepassing in de praktijk heeft verschillende bezwaren aan het licht gebracht, die nog niet overwonnen kunnen worden geacht.

Aanvankelijk trachtte men het dijkje uitsluitend van grond op te trekken, doch alras bleek de kruin dan voortdurend met water doorweekt, zoodat reeds een geringe overstorting, veroorzaakt door een kabbeling van het water of door den wind opgewekte golfjes, voldoende was om het dijkje te doen bezwijken, hetgeen natuurlijk niet in de bedoeling lag.

Om aan dit bezwaar tegemoet te komen, kan men het dijkje een weinig hooger dan den normalen waterstand optrekken, en den grond vast ineestampen, doch alsdan stelt men zich bloot aan het tegenoverstelde gevaar, dat de kruin na verloop van eenigen tijd tegen belangrijke overstortingen bestand is en niet wegslaat, hetgeen evenmin gewenscht wordt.

Bij herhaalde overstortingen zullen voorts de kosten en arbeid voor herstelling aanmerkelijk oploopen, weshalve de inrichting dan ook geene aanbeveling verdient voor leidingen, die, langs den rand van een heuvelterrein getraceerd, al het afstroomend regenwater moeten opnemen en in den loop van één Westmoesson herhaaldelijk te veel water zullen bevatten. De voortdurende herstelling der dijkjes zou het bewakend personeel allicht gaan verdrieten en men zou ze zóó vast en hoog aanleggen, dat van wegslaan geen sprake meer kan zijn.

In den Westmoesson 1897-1898 werden in de *Kedoengpoetrie* leiding, gelegen in de afdeeling *Poerworedjo* der Residentie *Bagelen*, nadere proeven genomen tot vaststelling der gewenschte constructie voor automatisch wegslaande overlaten.

Afdoende en bruikbare resultaten werden alstoen nog niet bereikt. Het meeste succes verwierf nog de inrichting, die later voor de leiding *Karangtengah* is toegepast, bestaande uit een dijkslichaam van half zand, half klei, van boven en van achteren door een niet al te hechte bezoding afgedekt en van voren met een platte laag in basterd specie gemetselde baksteen bekleed. Zonder deze waterdichte bekleeding wordt de dijk op den duur vochtig en drassig en slaat dan zonder overstorting weg.

Eene bezoding van boven- en achtervlak is noodzakelijk om het wegslaan van den aardendam bij zeer kortstondige en lage overstortingen te beletten. Bovendien wordt daardoor het uitdrogen en scheuren van den grond tijdens den Oostmoesson voorkomen.

Eene bekleeding van het vóórvlak met een platte laag baksteen bleek, nadat bezoding en dijk reeds groo-

tendeels vernield waren, eerder weg te slaan en dus beter te voldoen dan een bekleeding met riviersteen.

Vermoedelijk is dat een gevolg van onderling groo-teren samenhang van de hoekige en de in elkander passende kalisteenen, terwijl de gladde baksteenlaag eerder zal omvallen, nadat de steunende grondlaag bezwiken is. Baksteen en zijn echter duurder dan riviersteen, althans bij uitvoering in onbetaalden heerdienst, hetgeen bij overlaten, die dikwerf wegslaan en vernieuwing vereischen, groot gewicht in de schaal legt.

Overigens toonden de proeven nog aan, dat het onmogelijk is de vastheid en geaardheid van het grondmengsel en van de daarop aangebrachte bekleeding zoodanig te regelen, dat met volstrekte zekerheid kan worden voorspeld het tijdstip waarop, en de hoogte van overstorting, waarbij het dijkje zal bezwijken.

Nog werd een proef genomen met een automatischen tuimeloverlaat, bestaande uit een plank, zwaar $3,75 \times 0,40 \times 0,06$ M., aan de uiteinden draaibaar met een ijzeren pin in een holle bus met horizontale as. Het draaipunt ligt niet in het midden der plankbreedte, doch 5 c.M. lager. Ten gevolge van den wrijvingsweerstand kan het water toch tot de kruin van den overlaat, d. i. tot den bovenkant der plank rijzen, alvorens deze omkantelt en dan een groot doorstroombingsprofiel voor het wegstroomende water aanbiedt. De gekantelde plank valt op gemetselde steunpunten met horizontaal bovenvlak.

Aldus ontstaat een blijvende verlaging van den waterstand van ongeveer 30 c.M. beneden den normalen, en heeft de leidingandoer tot herstel van het peil later niets anders te doen dan de plank weer op te richten.

In de praktijk bleek de inrichting ook nog verschillende moeilijkheden te bevatten, aan welker oplossing thans gewerkt wordt.

Zoo liet de waterdichte sluiting van den houten onderrand tegen den gemetselden aanslag veel te wenschen over. Ten gevolge van het groote gewicht en den aanzienlijken waterdruk buigt de plank sterk door, hetgeen aanleiding geeft tot lekken. Die lekken kunnen wel middels vaste kleipropen gedicht worden, doch dan wordt de aanhechting bij den aanslag weder zoo groot, dat de plank bij eenige overstorting niet op tijd omkantelt.

Nog ondervond men het bezwaar dat de gekantelde plank niet rustig op de penanten in horizontalen stand blijft liggen, doch door de overstortende watermassa heftig heen en weer geslingerd wordt.

Nadere proeven tot opheffing dezer moeilijkheden worden thans genomen.

Wanneer deze een bevredigend resultaat opleveren, zal de exploitatie van z. g. bergleidingen, die door opvang van regen- en rivierwater aanzienlijk kunnen zwellen, inderdaad belangrijk vergemakkelijkt worden.

VI. Definitieve herstelling van den Salakdam in de Kottaleiding.

Zooals reeds in II onder A werd gemeld, bezweek de *Salakdam*, na ongestoorde exploitatie van ongeveer 4 jaren in October 1896, over aanmerkelijke lengte. Het ter zake opgemaakt proces verbaal van bevinding vermeldt, dat:

- 1e. de doorbraak zich uitstrekt van H. M. 26 + 5 tot H. M. 26 + 72, d. i. over eene lengte van 67 M., en dus voorkomt over het hoogste gedeelte van den dam;
- 2e. dat de gemiddelde diepte der doorbraak 8 M., de gemiddelde breedte eveneens 8 M. bedraagt;
- 3e. dat het afgebroken metselwerk, voor zoover waarneembaar, alleen bestaat uit een losse steenbezetting afgepleisterd met een 5 à 6 c.M. dikke portlandcement betonlaag;
- 4e. dat de waterstand in de leiding tijdens het ongeval niet hooger dan de normale, d. i. 60 c.M. kan geweest zijn;
- 5e. dat het water uit de gemetselde goot door spleten en scheuren in de uitgedroogde dijksspecie in Noordelijke richting is weggevloeid, doch dat de grond in Zuidelijke richting naar den kant van het meertje is afgegleden en daarin een vooruitspringende landtong heeft gevormd;
- 6e. dat het ongeval vermoedelijk moet worden toegeschreven aan de langdurige droogte waardoor de dijk overal diep gebarsten en gescheurd is, welke barsten zich hebben voortgezet in de dunne pleisterlaag der bekleeding, tengevolge waarvan er lekken ontstonden, die geleidelijk in omvang toenemende, ten slotte een algeheele afschuiving moesten tengevolge hebben.

Uit de omstandigheid, dat de doorbraak zich niet voortplante benedenstrooms H. M. 26 + 85, alwaar de ophooging nog zeer belangrijk is, doch massief metselwerk voor bodem- en taludvoorziening in 1892 gebruikt werd, volgt dat de minder hechte constructie der bekleeding ook schuld aan het ongeval heeft gehad.

Andere factoren zijn echter ook in het spel geweest. Het gevaar van elke bemetselde ophooging, hoe soliede ook uitgevoerd, hierboven sub II ontwikkeld, nl. dat ten lange leste de nog niet volledig ingeklonken aarden dijk een weinig zal zakken en de onveerkrachtige bemetseling, deze beweging niet kunnende volgen, moet scheuren, is niet weg te cijferen.

Ongeveer tegelijkertijd deden zich doorbraken voor op 2 plaatsen der *Gemoeroeh* ophooging, alwaar de bemetseling wel massief en zeer zorgvuldig was uitgevoerd.

Of deze bekleedingen dus op den duur waarborgen tegen nieuwe doorbraken, zal wel in hoofdzaak afhangen van de vastheid van den ondergrond en inklinking der dijksspecie. Waar de laatste zooals in het *Singomerto* complex waterdoorlatend van aard is, moet men in elk

geval een bekleeding aanbrengen, al is het ook te voorzien, dat het dijkslichaam voor nazakking vatbaar blijft.

Een voorname oorzaak van de *Salak* doorbraak werd nog gezocht in de aanwezigheid van het door opdamming ontstane meertje, hetwelk den dijksvoet steeds drassig en dus onbetrouwbaar maakt. Alle doorbraken der laatste jaren vonden dan ook in de richting naar het Zuiden plaats.

Allereerst werd herstel der verbroken gemeenschap gezocht door overbrugging van het *Salak* ravijn op een meer Noordelijk gelegen punt, waar de ravijnwanden elkander dichter naderen, doch de te overschrijden hoogte nog grooter zoude zijn. Geen aarden dam met bemetseling, doch een aquaduct op ijzeren jukken zoude het water overbrengen. De aanzienlijke kosten van dit ontwerp, begroot op bijna f 20000 deden van een nadere uitwerking afzien. Men bleef dus op de oorspronkelijke plaats van overgang aangewezen, en had daarbij de keuze tusschen 3 oplossingen.

Vooreerst kan men den dam ter plaatse der doorbraak doen vervangen door een aquaduct op ijzeren jukken. Doch dit bouwwerk zoude zich veiligheidshalve aan weerskanten der doorbraak over vrij groote lengte moeten uitstrekken, want volstrekt betrouwbaar was de bestaande ophooging nergens.

Deze oplossing zou dus belangrijk meer uitgaven vorderen dan de som van f 14660, die alleen reeds voor een aquaduct, ter lengte der doorbraak, werd noodig geacht en kan dus evenmin in aanmerking komen.

Herstel van den oorspronkelijken aarden dam werd zeer goed mogelijk geacht, mits onder twee voorwaarden:

Vooreerst moet het meertje aan den voet der ophooging voor goed verdwijnen. Ter wille der kosten kan deze demping alleen door aanspoeling van grond geschieden, want een vulling van het meertje met 45800 M³. grond, in vrijen arbeid, gehaald over een afstand van ongeveer 200 M, zou tot buitensporige kosten leiden. Wel is waar blijft door aanspoeling nog een weeke modderachtige grondmassa achter, die eerst na verloop van vele jaren vast wordt, doch de voornaamste aanleiding tot verweking van den dijksvoet is toch weggenomen.

In de tweede plaats moet de aarden dam zoodanig waterdicht bekleed worden, dat het gevaar voor nieuwe lekken of scheuren voor goed is uitgesloten. De aarden taluds moeten dus over de volle oppervlakte met een nietscheurende en krimpvrrije grondlaag afgedekt worden, terwijl het leidingprofiel met eene aan de hoogste eischen beantwoordende bemetseling worde bekleed.

Deze bemetseling ware ook te vervangen door een ijzeren groot, rustende op dicht bij elkander geplaatste gemetselde steunpunten, waardoor het ontdekken van lekken zeer vergemakkelijkt wordt en er nimmer water in het dijkslichaam kan binnendringen. Zoodanige bekleeding werd echter minder duurzaam geacht dan be-

metelsing, terwijl zij, om denzelfden waarborg tegen overloopen op te leveren, veel hoger opgetrokken moet worden, waardoor de totale kosten der herstelling f 14700 zouden belopen, d. i. ongeveer f 1500 meer dan de gewone bemetseling.

In beginsel werd daarom aanvankelijk tot herstelling van den *Salakdam* volgens laatstgenoemd denkbeeld besloten.

Nochtans zou van dit beginsel aanmerkelijk worden afgeweken.

De overweging, dat men, na reeds schatten aan het behoud van den *Salakdam* ten koste gelegd te hebben, andermaal voor eene zeer belangrijke uitgave ten behoeve van dit werk gesteld werd, leidde er toe zich de vraag te stellen of niet op andere en meer betrouwbare wijze een goed resultaat kon worden bereikt. En in den hoogen aarden dam, die zelfs na jaren nog zoude inklinken, en in de gesteldheid van het aangeslibde modderachtige meertje, hetwelk toch maar weinig weerstand zou vermogen te bieden aan eene schuivende werking van den dijksgrondslag, meende men blijvende en niet geringe gevaren te zien voor een rustige en ongestoorde exploitatie.

Door den Directeur der Burgerlijke Openbare Werken werd daarom de aandacht gevestigd op het vormen van belangrijke ophoogingen middels *steenstapelingen*, welke constructie meermalen, o. a. bij de doorbraken der *Progo*leiding in de residentie *Kedoe* met goed gevolg was toegepast.

Voor al in een bergachtig terrein in de nabijheid van rivieren, waar kalisteen goedkoop te krijgen is, behoeft deze constructie niet duurder uit te komen dan die met aarden dijken. De inhoud van het dijksprofiel is bovendien kleiner dan die van den aarden dam, omdat een steenstapelings zeer goed onder een helling van 1 op 1 blijft staan en dus een geringer grondvlak vereischt.

Indien men verder de restanten van den aarden dijk zoo diep uitgraaft, dat de steenstapelings overal op den ongeroerden grondslag komt te rusten, verkrijgt men een geheel, dat bijna voor geene inklinking vatbaar is en voor de bemetselde leiding een volstrekt betrouwbaar fundament oplevert.

Bij den *Salakdam* ontstaat bovendien het belangrijke voordeel dat, daar 1 M³ steenstapelings niet veel zwaarder is dan 1 M³ grond, de totale belasting van den ondergrond naar den kant van het meertje aanzienlijk zal verminderen, zoodat daarmede de noodzakelijkheid vervalt om tot demping of aanslibbing van het meertje over te gaan. Een belangrijke kostenbesparing wordt daardoor verkregen.

Vergelijking der in *Kedoe* toegepaste constructies met de omstandigheden, waaronder hier zoude gewerkt worden, toonden de uitvoerbaarheid van het door den Directeur der Burgerlijke Openbare Werken aangegeven denkbeeld aan, weshalve een nieuw project in dien geest

werd opgemaakt, hetwelk in Juni 1898 bij Gouvernements Besluit gearresteerd en in den loop van dit en het volgende jaar uitgevoerd werd.

De toegestane som bij uitvoering in vrijen arbeid bedroeg f 12141.

Tijdens de uitvoering werden nog eenige ingrijpende veranderingen voorgesteld en aangenomen, zoodat ten slotte Plaat VII de wijze van herstelling weergeeft, zooals deze feitelijk geschied is.

De steenstapelings is aan beide kanten onder taluds van 1 op 1 opgetrokken. Aan de Noordzijde wordt zij afgedekt door een aarden talud onder 1½ op 1, bestemd voor het inspectiepad, ter breedte van 1.50 M. Aan de Zuidzijde is de inspectieweg als niet bepaald noodig weggelaten.

Aanvankelijk was het Noordelijk steenen talud onder 1 op 2 geprojecteerd, daar het gewicht der grondaanvulling een bezwijken van den steileren muur zoude beletten.

Veiligheidshalve heeft men een minder steil talud gebezigd, daar op de aanhechting van den lossen en mullen grond niet veel te rekenen valt.

Lettende op de vormsveranderingen die later in het damlichaam geconstateerd zijn, is deze wijziging stellig niet overbodig geweest.

De steenen dijk rust op den ongeroerden grondslag, die daartoe diep werd ontgraven. Op onderlingen afstand van 10 M komen drains voor ter breedte van 1 M., afwaterend naar het meertje. Het grondvlak van den dijk is evenzoo hellend aangelegd, zoodat de toppen der drains van weerskanten binnengedrongen water kunnen opvangen en afvoeren.

Om den ondergrond, zooals bekend een massa die bij aanraking met water papperig wordt en allen samenhang mist, droog te houden, bestaat de onderste laag der steenstapelings uit fijnere steenen, gelegd op een bed van indjoek, d. i. uitgeplozen arénvezels.

Wellicht is deze voorzorgsmaatregel overbodig geweest, want het geheele dijkslichaam wordt immers waterdicht afgedekt, van boven door de bemetselde leiding, en wat de taluds betreft door een bekleeding der 0.30 M. dikke buitenste lagen in basterd-specie. Het Zuidelijk aan den dag tredend talud is bovendien in portland-cement specie opgevoegd.

Het Noordelijk talud behoefde slechts te worden beraapt.

Zoolang de geheele bemetseling waterdicht blijft en niet scheurt, zijn de drains dus feitelijk overbodig. Tijdens den bouw hebben zij echter uitnemende diensten verricht. Gedurende de Westmoessonmaanden kon herhaaldelijk worden geconstateerd, dat het regenwater door de drains werd afgeleid en den dijksgrondslag dus ongerept liet.

Ook het Noordelijk aarden talud bevat drains, ten einde het drassig worden van bezodiging en grond te

beletten, doch deze spelen uit den aard der zaak eene minder belangrijke rol.

Voor de stapeling werden hoekige en kantige steenen uitgezocht en de tusschenruimten met klein materiaal aangevuld. Toch kan men niet van een bepaald steenverband spreken. De voorraad scherpe steenen was bovendien spoedig uitgeput, en moest men zich toen wel met de kogelronde riviersteenen behelpen. Aan de buitenzijde werd nochtans zooveel mogelijk in verband gewerkt.

De leidingbemetseling strekt zich uit van H. M. 25 + 20 tot H. M. 27 + 80. d. i. over 260 M, dus over nagenoeg de volle lengte der ophooging. Ook hierbij heeft men het zekere voor het onzekere genomen, de nog resterende en onbetrouwbare bemetseling afgebroken en den geheelen dijk, voor zoover deze hooger is dan 4 M op eenvormige wijze verdedigd.

Het profiel der bemetseling wijkt geheel af van de vroeger gebezigde.

De bemetselde taluds zijn vervangen door verticale steunmuurtjes, rustende op den bodem. Terwijl hellende taluds tengevolge van het nazakken van den grond hun steun verliezen en moeten scheuren, zullen thans langsscheuren, als gevolg van ongelijke zakkingen in eenzelfde dwarsprofiel, niet meer behoeven te ontstaan.

Ten einde ook de *awarsscheuren* te vermijden, een gevolg van ongelijke zakkingen in de richting der dijksas, is de gemetselde bodem versterkt door een netwerk van ijzeren staven, in den trant eener Monierconstructie, waardoor vooreerst het geheel aan elasticiteit wint, zoodat de bodemlijn bij kleinere zakkingen gebogen of golvend kan zijn, terwijl bij eventueel grootere zakkingen de gemetselde goot over belangrijke lengte zonder ondersteuning kan hangen, zonder dat lekken of scheuren daarvan het gevolg behoeven te zijn.

Bij aarden dammen wordt de kans op verzakkingen verminderd door het geleidelijk opbrengen der vast aangestampte lagen, en ook eene Monierbemetseling zal men niet aanbrengen alvorens waarnemingen hebben bewezen dat de inklinking bijna voltooid is. Een periode van één jaar is daarmede allicht gemoeid.

Bij den *Salakdam* was deze voorzorgsmaatregel overbodig. De zakkingen tijdens het opbrengen der steenstapeling waren slechts gering en regelmatig over de lengteas verdeeld, zoodat de afdekking reeds ééne maand na de voltooiing der stapeling kon worden aangebracht.

De figuur op plaat VII geeft een voorstelling van de wijze, waarop het ijzeren raamwerk werd gelegd.

Aanvankelijk beoogde men rondijzer te nemen van $\frac{5}{16}$ '' middellijn om daarmede vakken te vormen van 10×10 c.M. Daar dit ijzer echter niet in voldoende hoeveelheid in Indie aanstonds verkrijgbaar was, werd zwaarder ijzer gebruikt van $\frac{3}{8}$ '' middellijn. De vakken werden nu vergroot tot 15×15 c.M. Op regelmatige

afstanden werd het langzijzer middels gewoon ijzerdraad met het onderliggende dwarsijzer verbonden.

Alvorens tot de betonstorting over te gaan, werd het geheele netwerk flink geschuurd en roestvrij gemaakt, en vervolgens, op een afstand van 15 c.M. van den bodem, ondersteund door houten klossen en steenen.

Daarna werd de beton, van stukgeslagen riviersteen in gewone basterdspecie, ter volle hoogte van 30 c.M. gestort en flink aangestampt.

Voor zoover de bemetseling niet op de steenstapeling, doch op den aarden grondslag rust, werd eerst een aanstamping ter dikte van 20 c.M. aangebracht.

De opstaande muren bestaan uit gewoon metselwerk van riviersteen.

Bodem en zijwanden werden zoo glad mogelijk afgepleisterd, teneinde het ontdekken van scheurtjes te vergemakkelijken.

Tusschen de afdekking der goot en die van het bemetseld buitentalud is een 1 c.M. wijde voeg gelaten, van boven door een dun cementlaagje gesloten. Wanneer het talud onafhankelijk van de bemetselde leiding mocht gaan zakken, scheurt die voeg open, zoodat zelfs geringe afwijkingen direct kunnen worden geconstateerd.

De opbouw van den dam *Salak* verliep zonder noemenswaardige bijzonderheden.

In Juli 1898 werd met het graafwerk begonnen.

In September ving men met de steenstapeling aan, die in Januari 1899 nagenoeg ter volle hoogte was opgetrokken.

De beton werd gestort in Maart 1899. In den loop der volgende maand kwam het werk gereed.

De toegestane fondsen bleken juist voldoende.

Voor de bezoding van het Noordelijk talud, alsmede voor de afwerking van het graafwerk moest de hulp der gewoon-onderhoudsheerendienstplichtigen worden ingeroepen.

Op 1 Mei 1899 werd voor het eerst weer water in de leiding toegelaten en sedert dien bleef de aanvoer ongestoord en mocht de Kotta Bandjarnegara zich weer in een ruime doorspoeling van erven en goten verheugen.

Tijdens den bouw werden waarnemingen verricht omtrent de zakkingen van het dijkslichaam. Daartoe werden aan den voet van het Zuidelijk talud gemetselde penanten gesteld, welker verplaatsing, zoowel in horizontale als in verticale richting werd nagegaan.

Van deze neuten stond er één in het midden, één aan het Oostelijk en de derde aan het Westelijk uiteinde van den steenen dam.

Van October 1898, toen de steenstapeling tot ruim ter halve hoogte gevorderd was, tot September 1899, bedroegen de zakkingen dezer 3 neuten respectievelijk 108, 37 en 61 m. M. Van Januari 1899, het tijdstip der voltooiing van den steenen dijk tot September 1899, waren die dalingen 40, 12 en 35 m. M., terwijl van 1 Mei 1899, het begin der hernieuwde exploitatie,

Fig. 1.

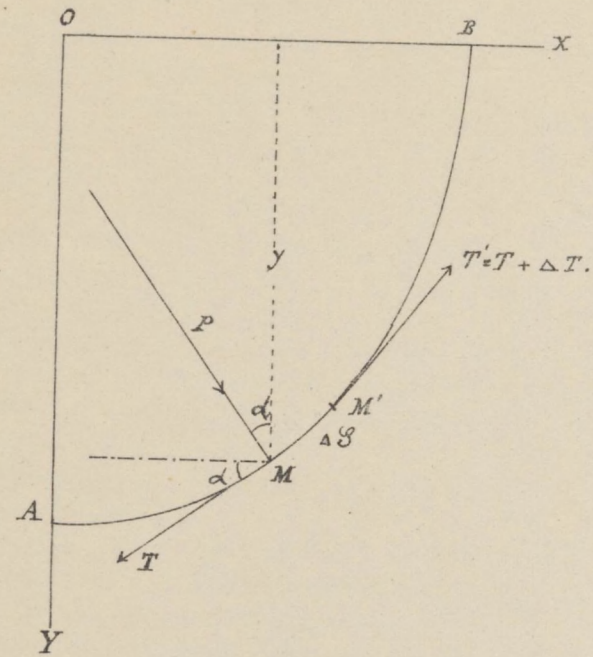


Fig. 2.

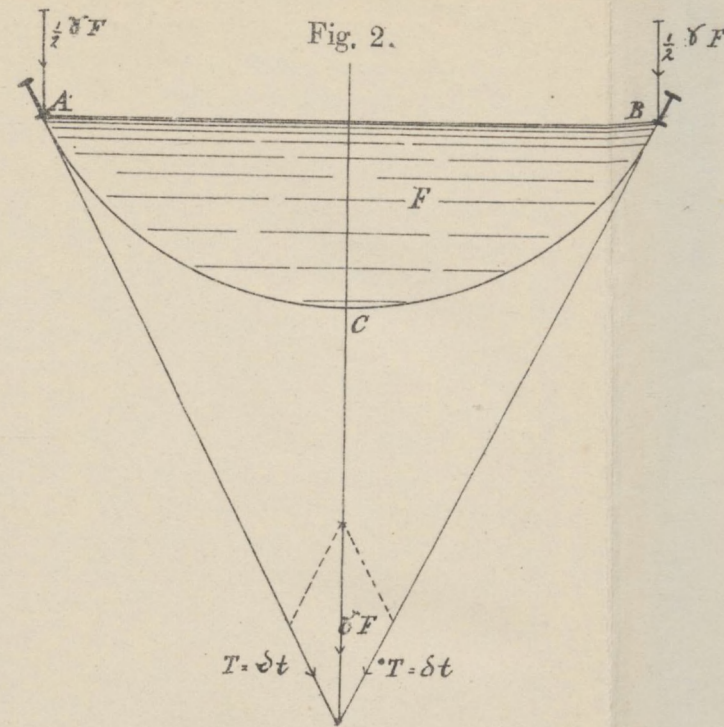


Fig. 3.

Vorm van eene aquaduct, waarbij in de omwanding geene buig spanningen voorkomen, en de trekspanning minimum is.

Fig. 4.

Graphische voorstelling van de maximum toe te laten spanning, bij verschillende plaatdikten δ , en bij constante rustende belasting.

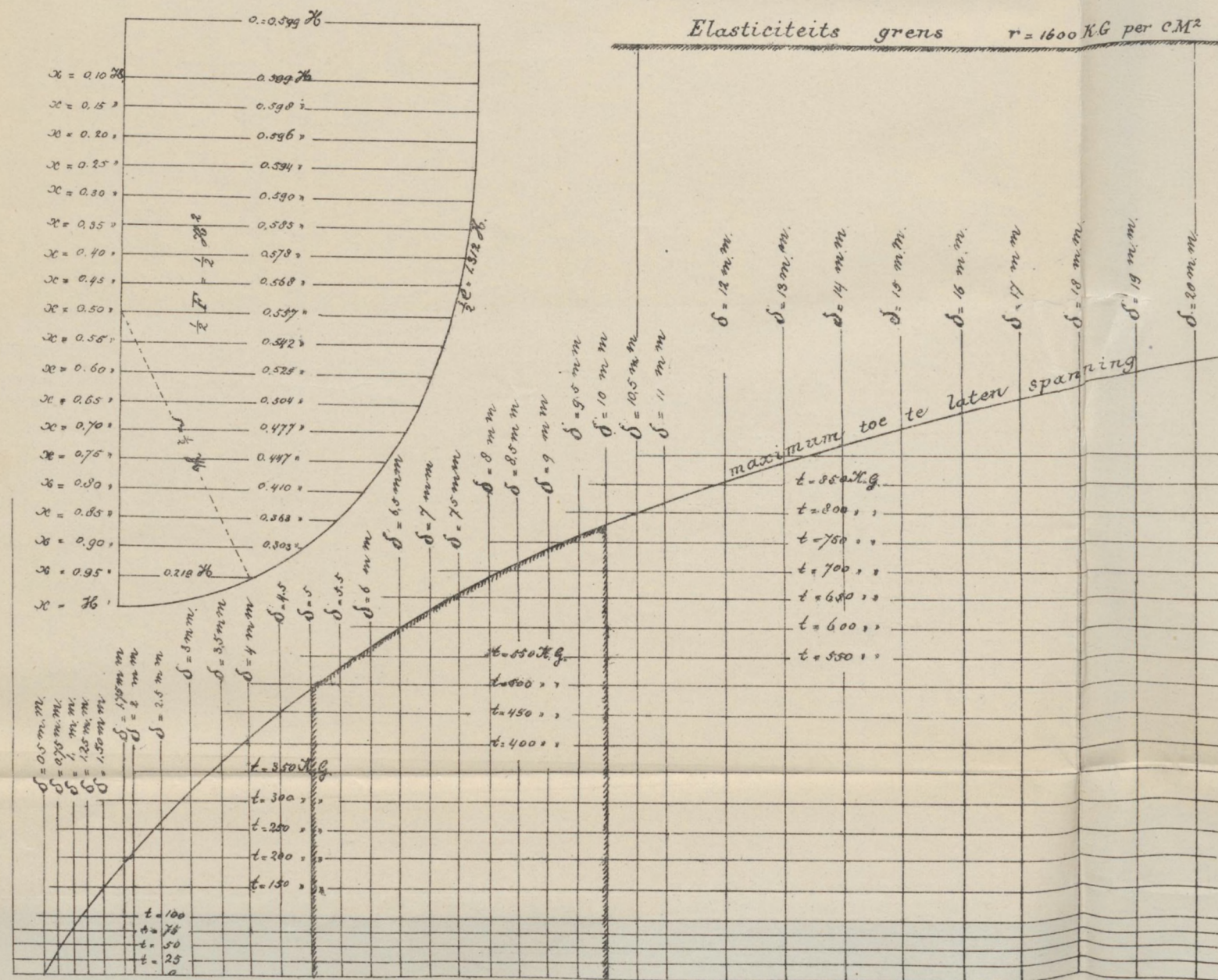


Fig. 5.

Plaat ijzeren aquaduct van half cirkelvormige doorsnede, bij de Sampean werken toegepast.

lengte = 8.00 M.

Schaal 1:10

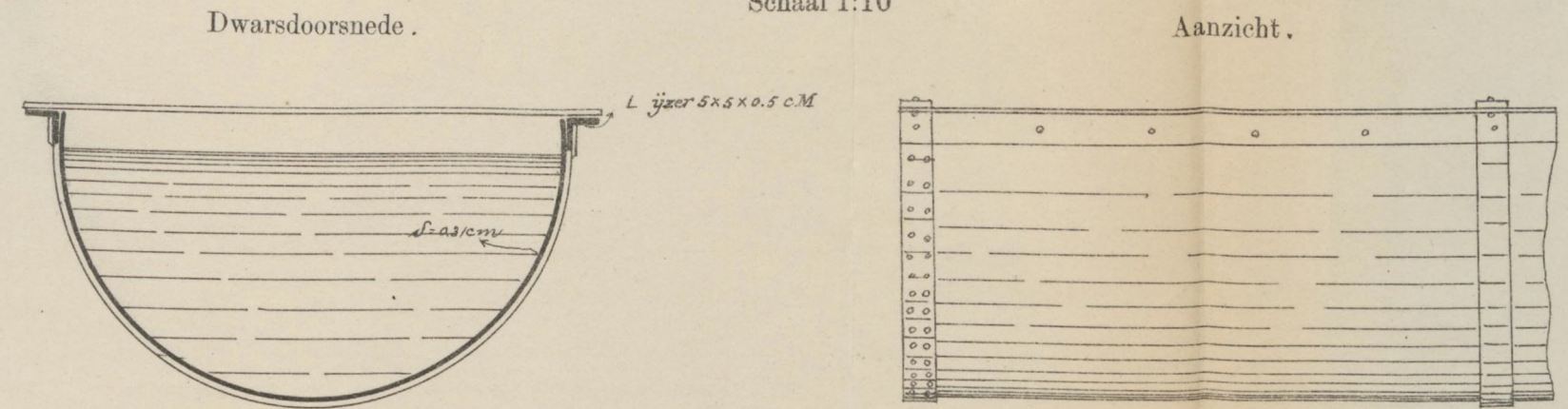


Fig. 6.

Verbinding der dwarsnaden, ware grootte.

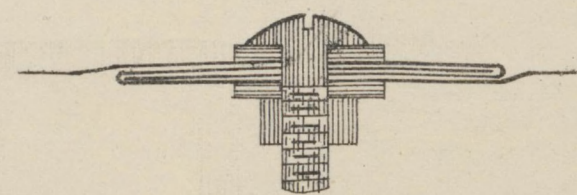


Fig. 7.

Verbinding met de liggers. Schaal 1:2.

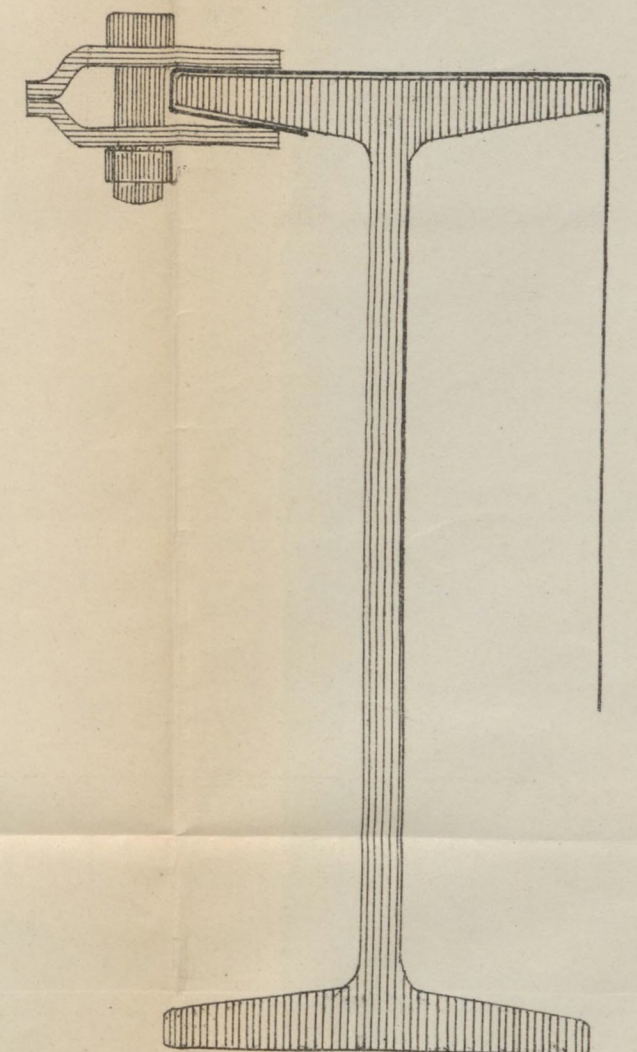
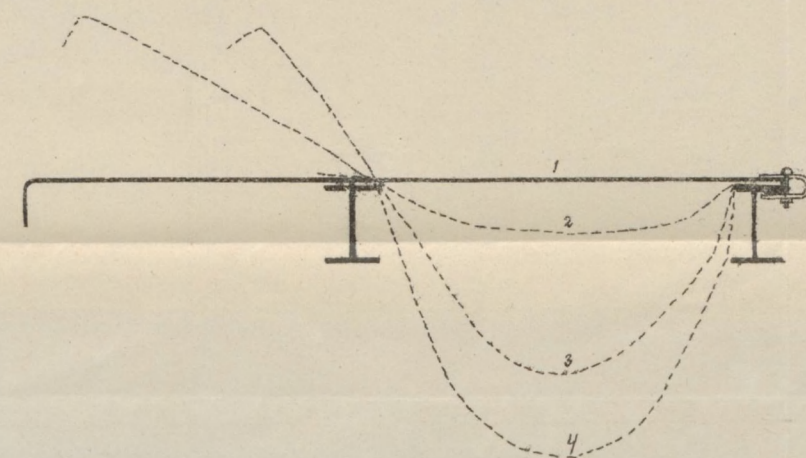
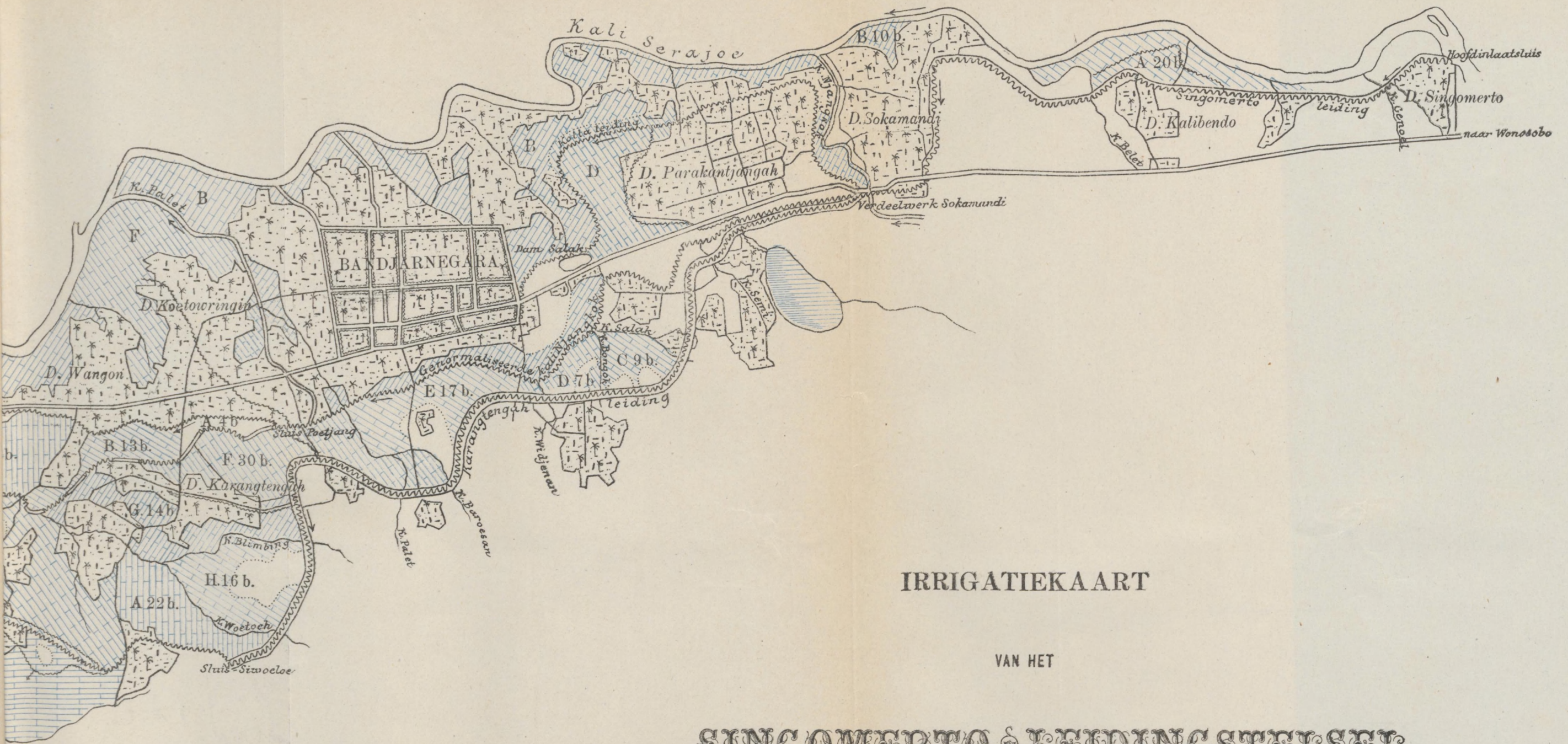


Fig. 8.







IRRIGATIEKAART

VAN HET

SINGOMERTO & LEIDINGSTELSE

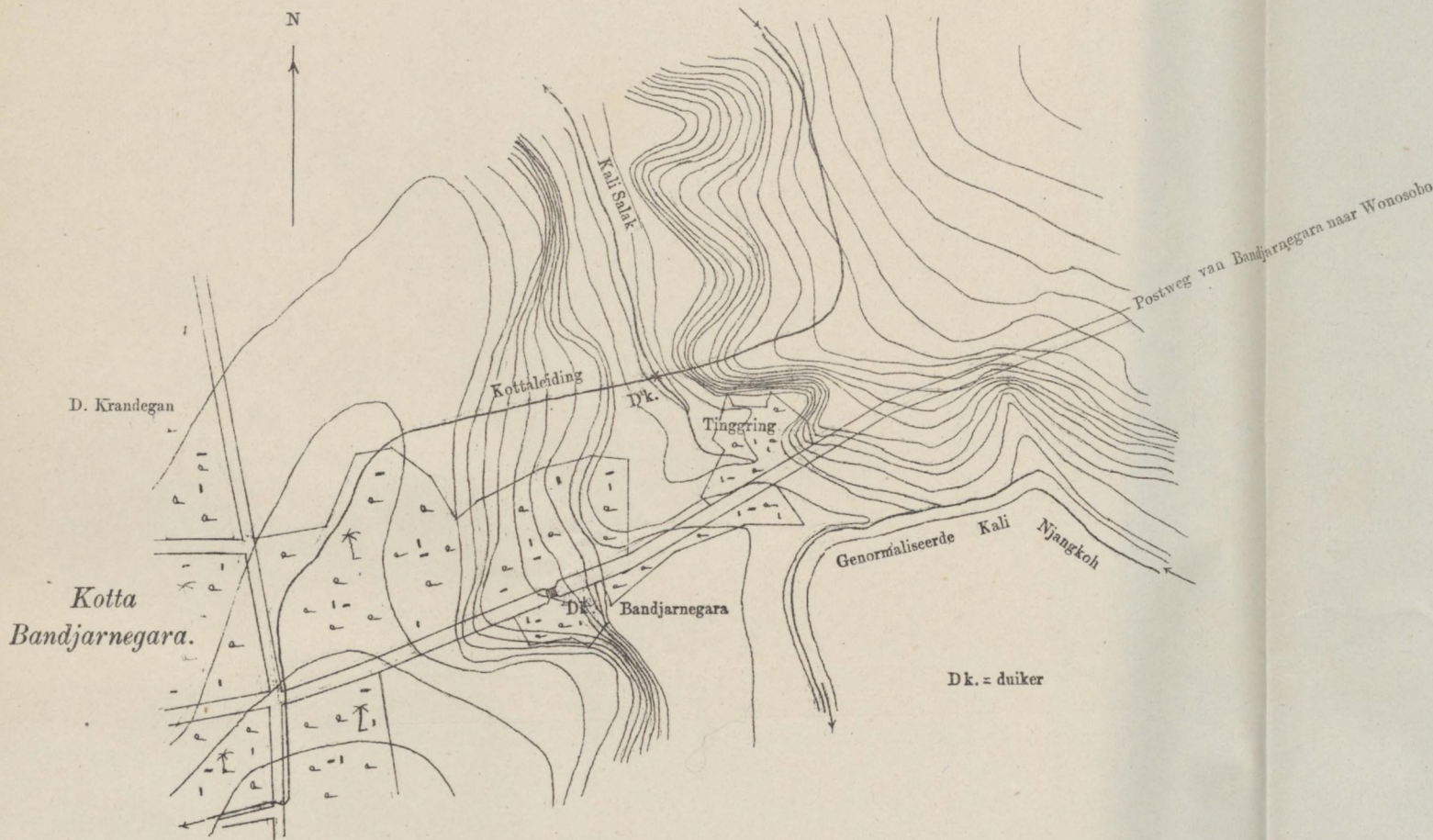
SCHAAL 1:20000.

LEGENDA

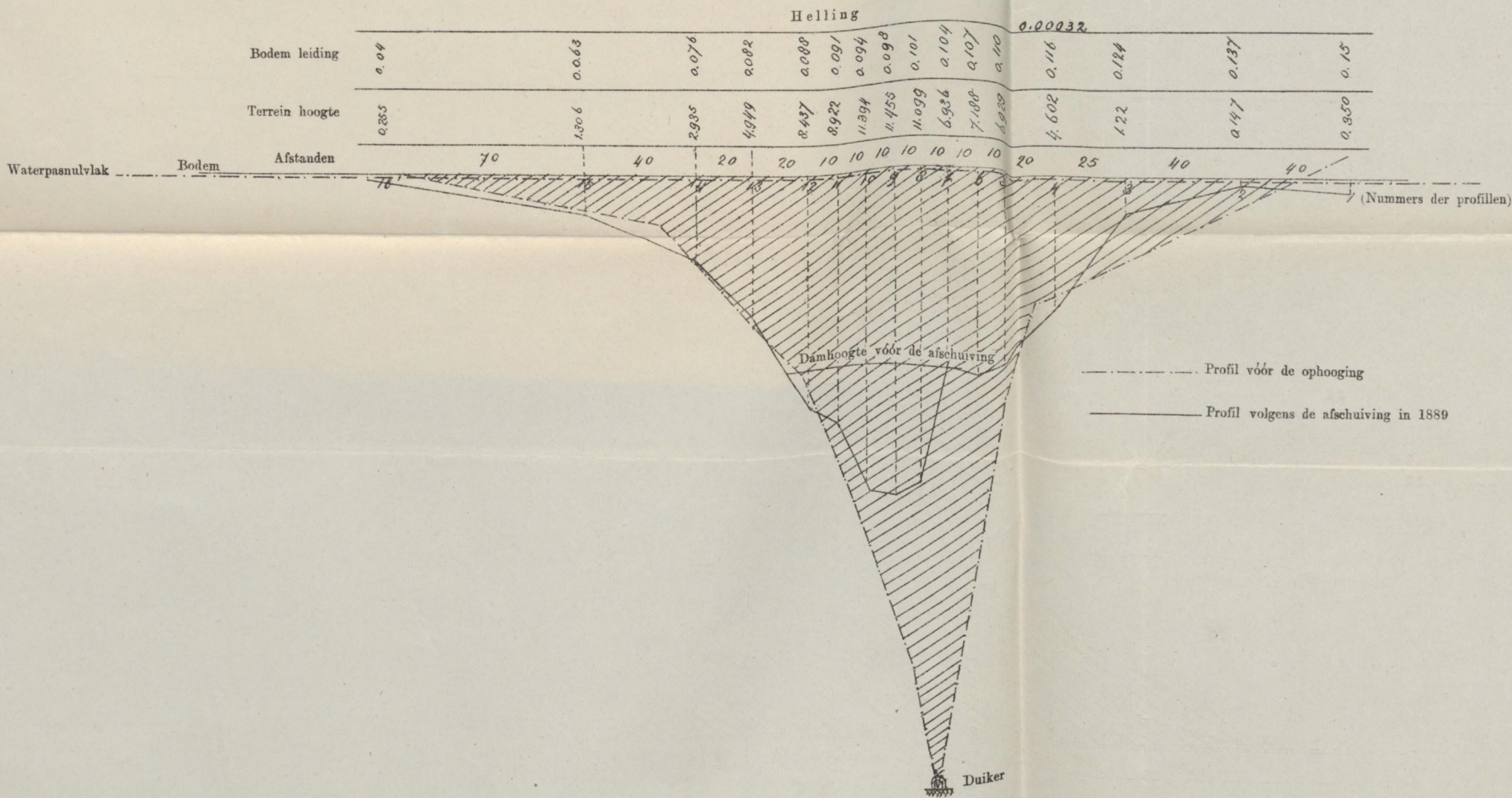
- Postwegen
- Kleinere wegen
- Leidingen
- Rivieren die tevens als waterleiding dienst doen
- Rivieren
- Dessa's
- Meer
- Irrigatievak groot 140 bouws
- Onbevloeibare terreinen

OPHOOGING DER KOTTALEIDING DOOR HET SALAKRAVIJN.

Situatie
Schaal 1:5000

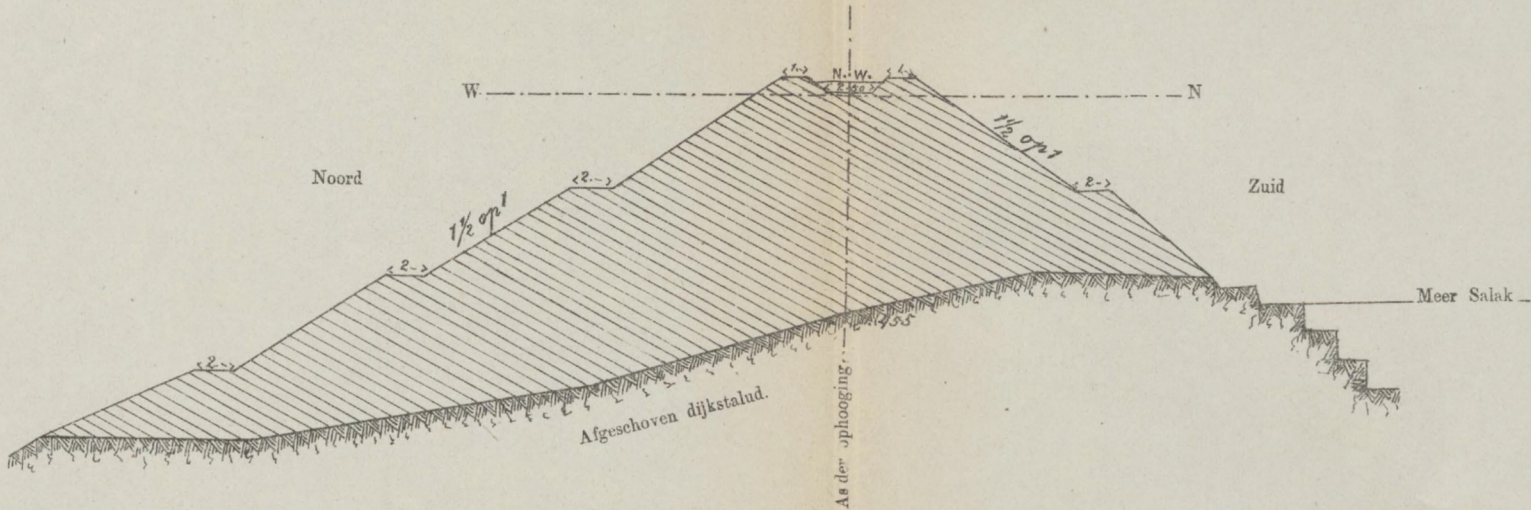


Lengte profil.
Lengteschaal 1:2000
Hoogteschaal 1:200

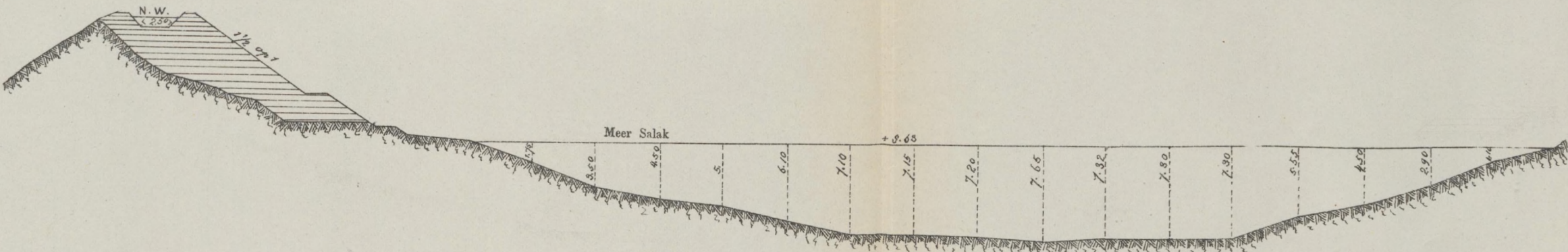


Dwarsprofillen
Schaal 1:400

Verzwareing der ophooging aangebracht in 1889

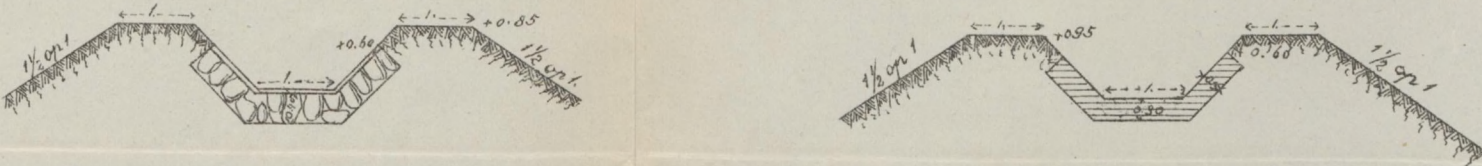


Herstelling der afschuiving, ontstaan in 1890.



Bekleding der leidingwanden
Schaal 1:100

Aanstamping van riviersteen, opgevoegd met cementbeton (1891). Bemetseling van taluds en bodem, afgepleisterd met cementspecie (1892).

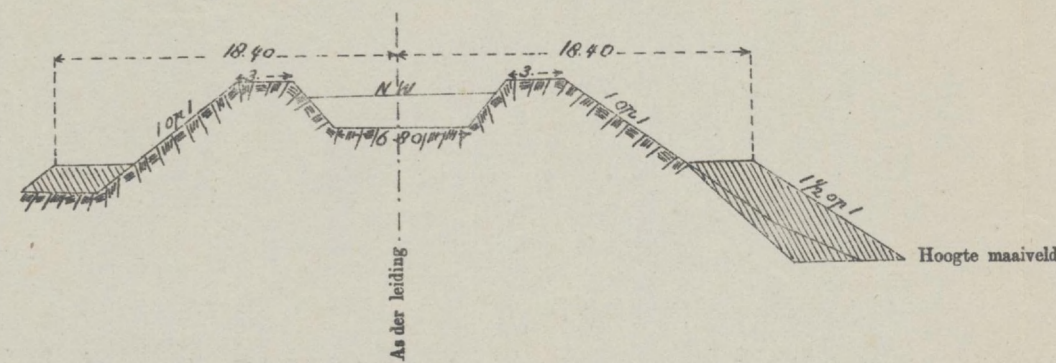


OPHOOGINGEN DER KARANGTENGGAH LEIDING.

Verzwareing der oorspronkelijke taluds (1890)

Schaal 1:400

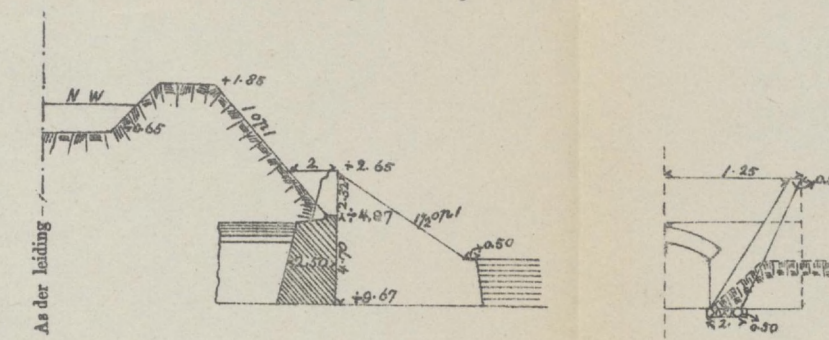
Profil bij H M 54 +⁷¹ (Ophooging Bongkok)



Verzwareing van de frontmuren der grondduikers (1890)

Schaal 1:400

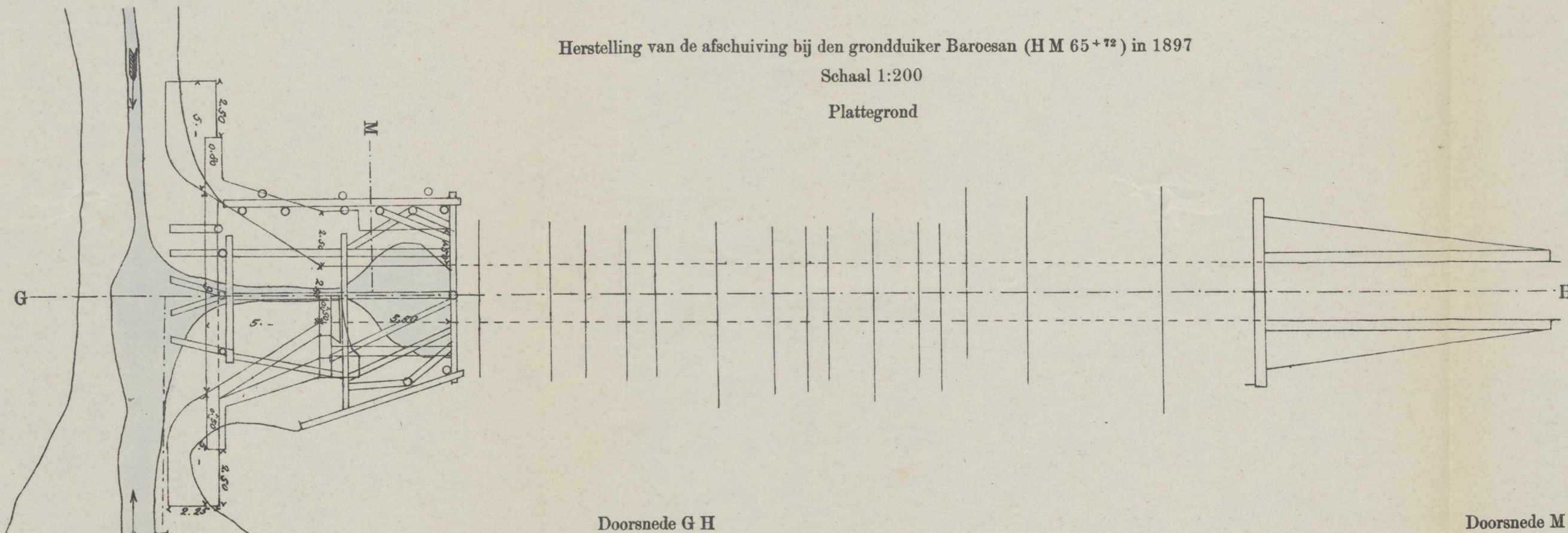
Grondduiker Widjenan bij H M 57 +⁴⁷



Herstelling van de afschuiving bij den grondduiker Baroesan (H M 65 +⁷²) in 1897

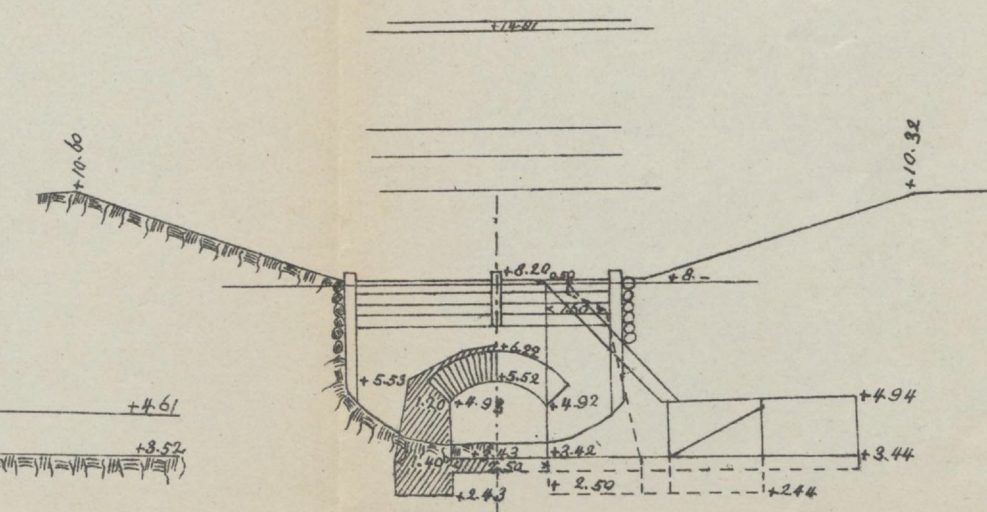
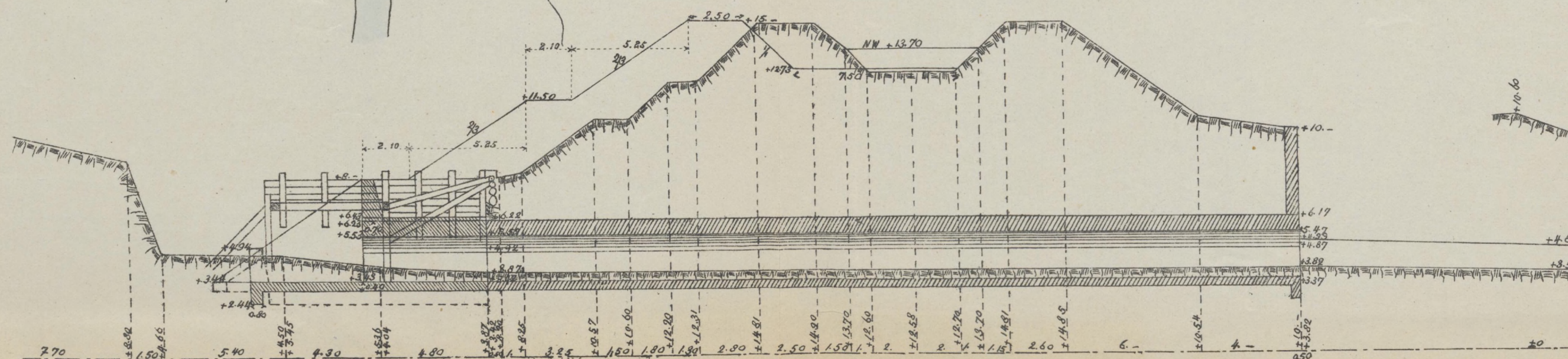
Schaal 1:200

Plattegrond



Doorsnede G H

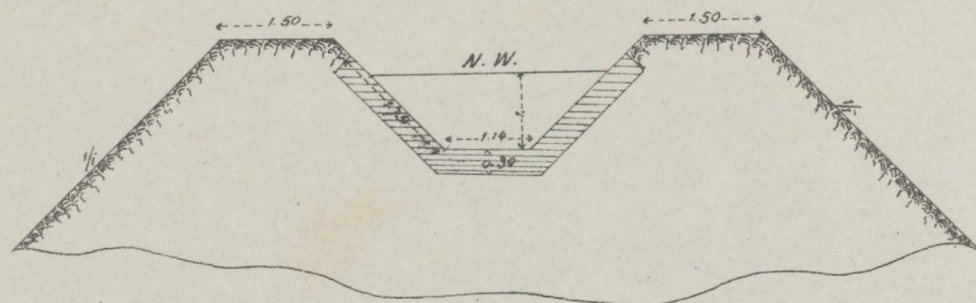
Doorsnede M N



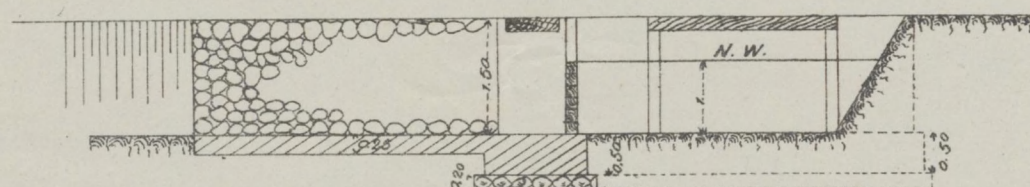
OPHOOGINGEN IN DE LEIDING SIWOELOE.

Bemetseling der ophooging Winong over 400 M lengte (1893)

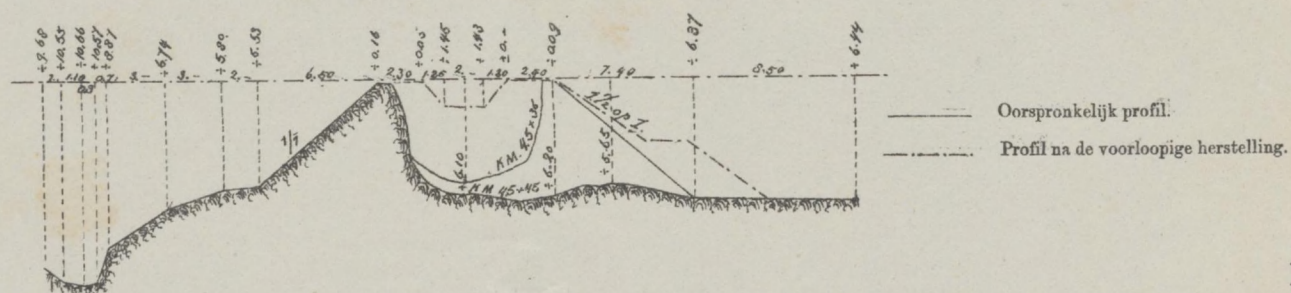
Schaal 1:100



Doorsnede A B C D

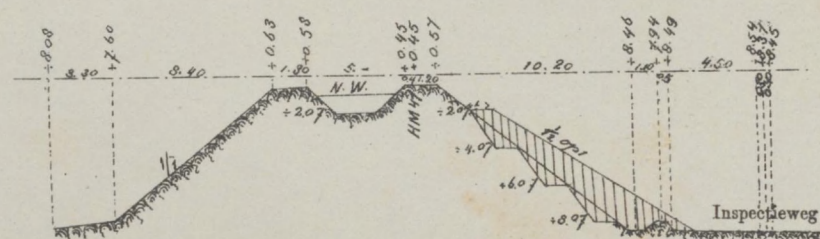
Doorbraak der bemetselde ophooging Gemoeroeh tussen
HM 45 en 46 (Maart en April 1898)

Schaal 1:400



Verzwaring van de taluds der Gemoeroeh ophooging (1899)

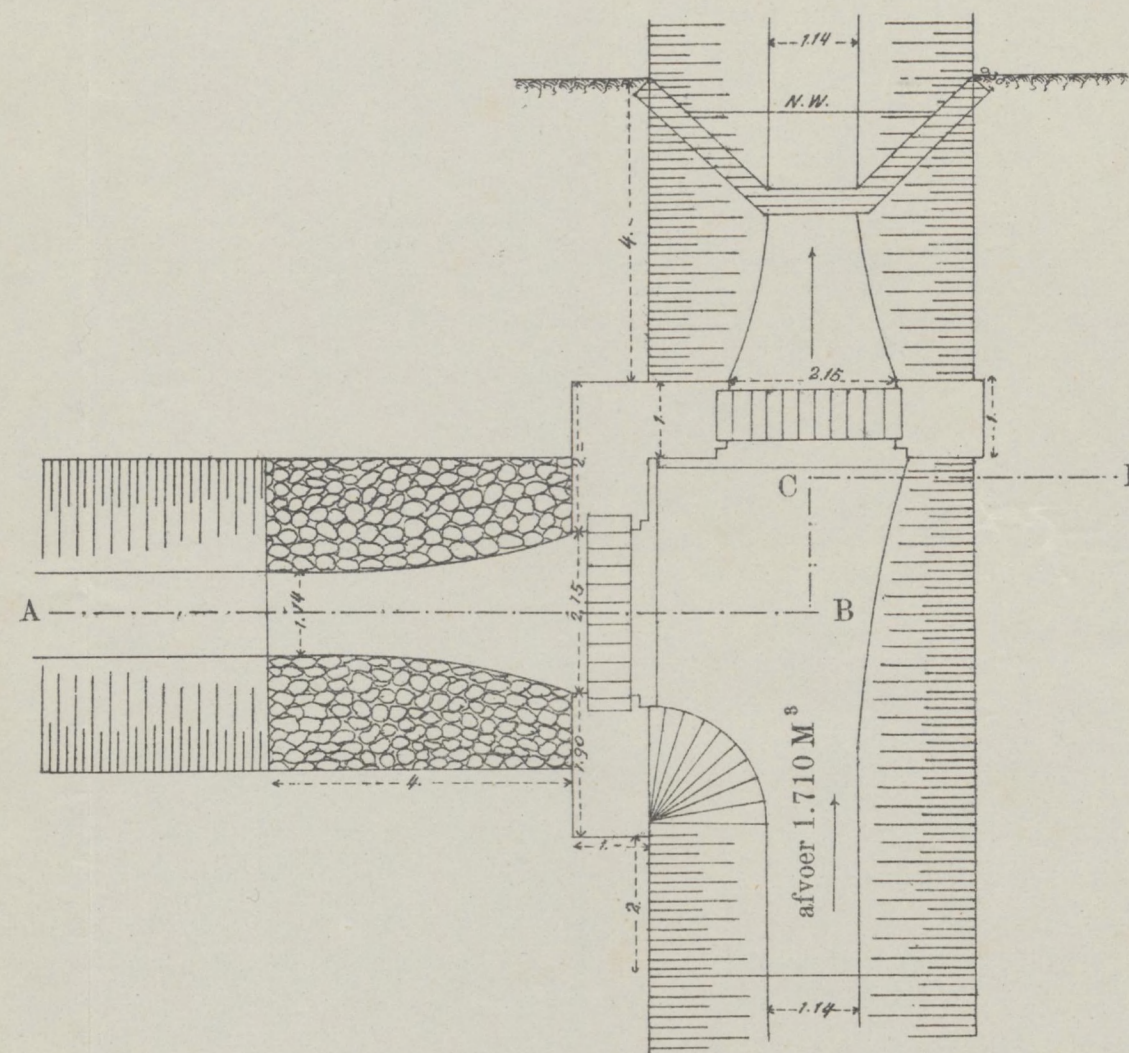
Schaal 1:400



Schotbalk-sluisje boven de ophooging Winong (1893)

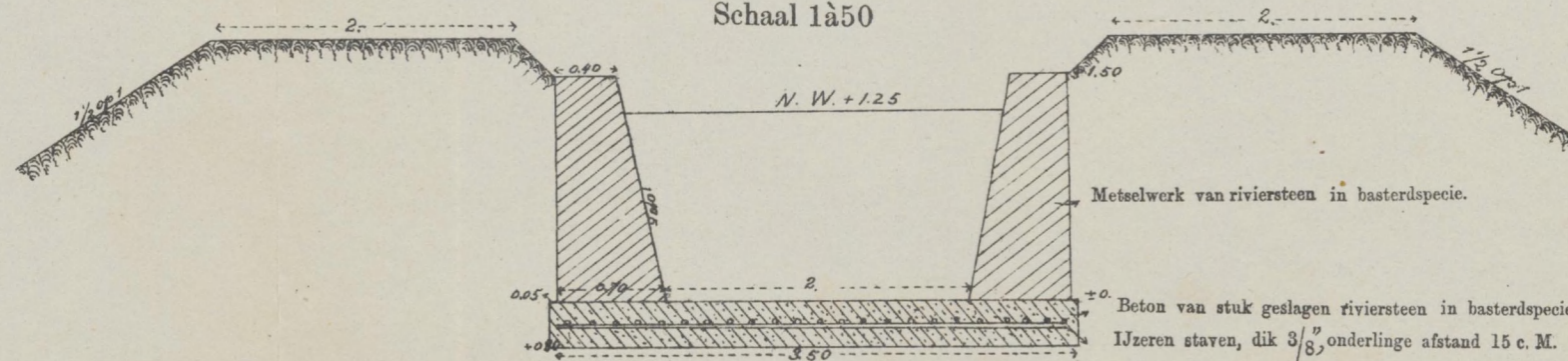
Schaal 1:100

Plattegrond



Definitieve herstelling der doorbraak in de Gemoeroeh ophooging (October 1898)

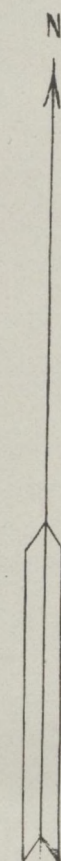
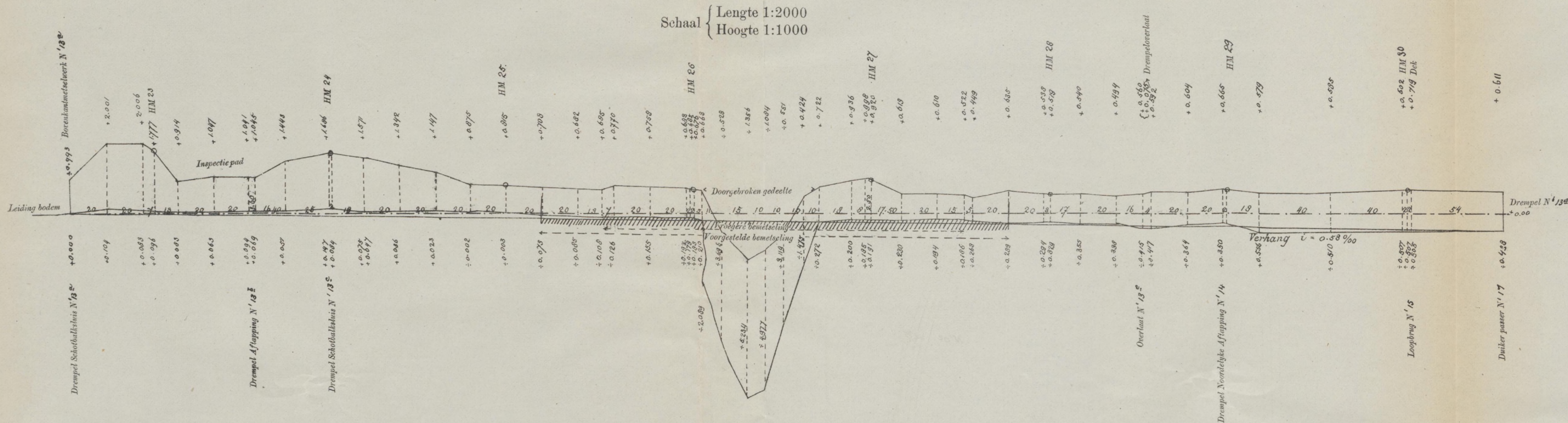
Schaal 1:50



DEFINITIEVE HERSTELLING VAN DEN SALAKDAM (1898-1899)

Lengteprofiel der Kottaleiding van HM 22⁺⁶⁰ tot HM 30⁺⁵⁴

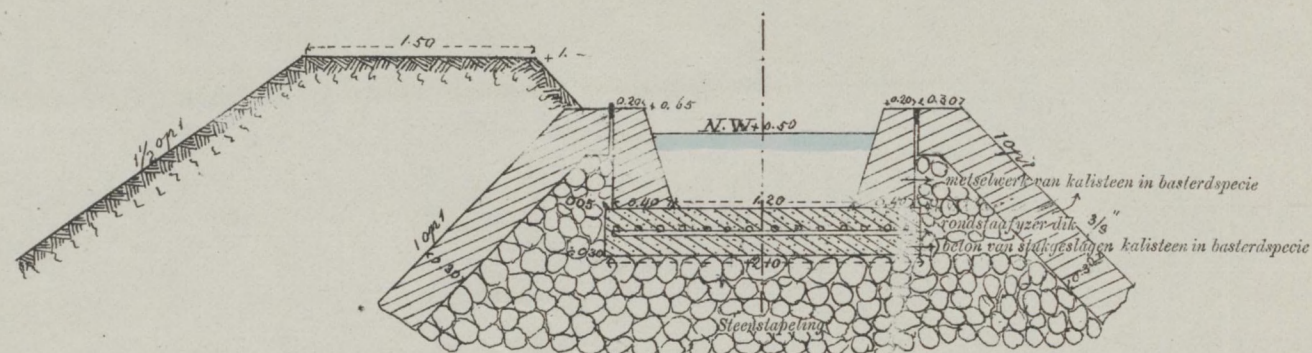
Schaal { Lengte 1:2000
Hoogte 1:1000



Situatie Schaal 1:2000.

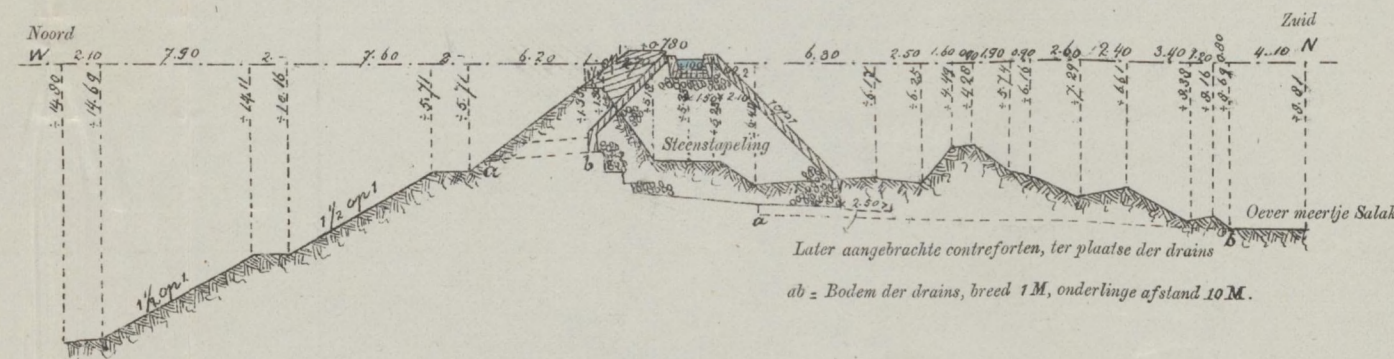
Constructie der bemetselde kuip.

Schaal 1:50.



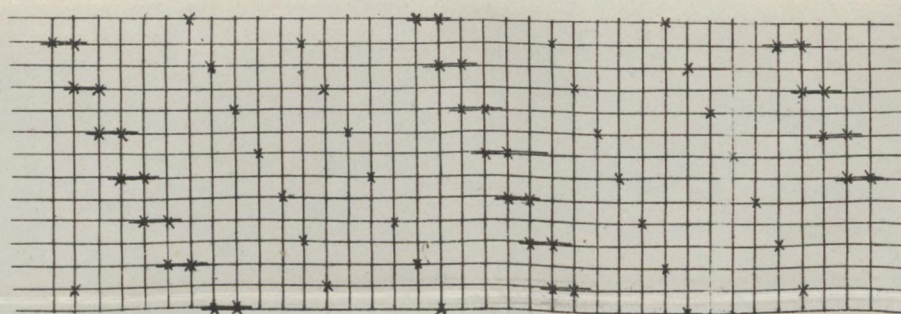
Dwarsprofiel bij HM 26⁺³⁰

Schaal 1:400.

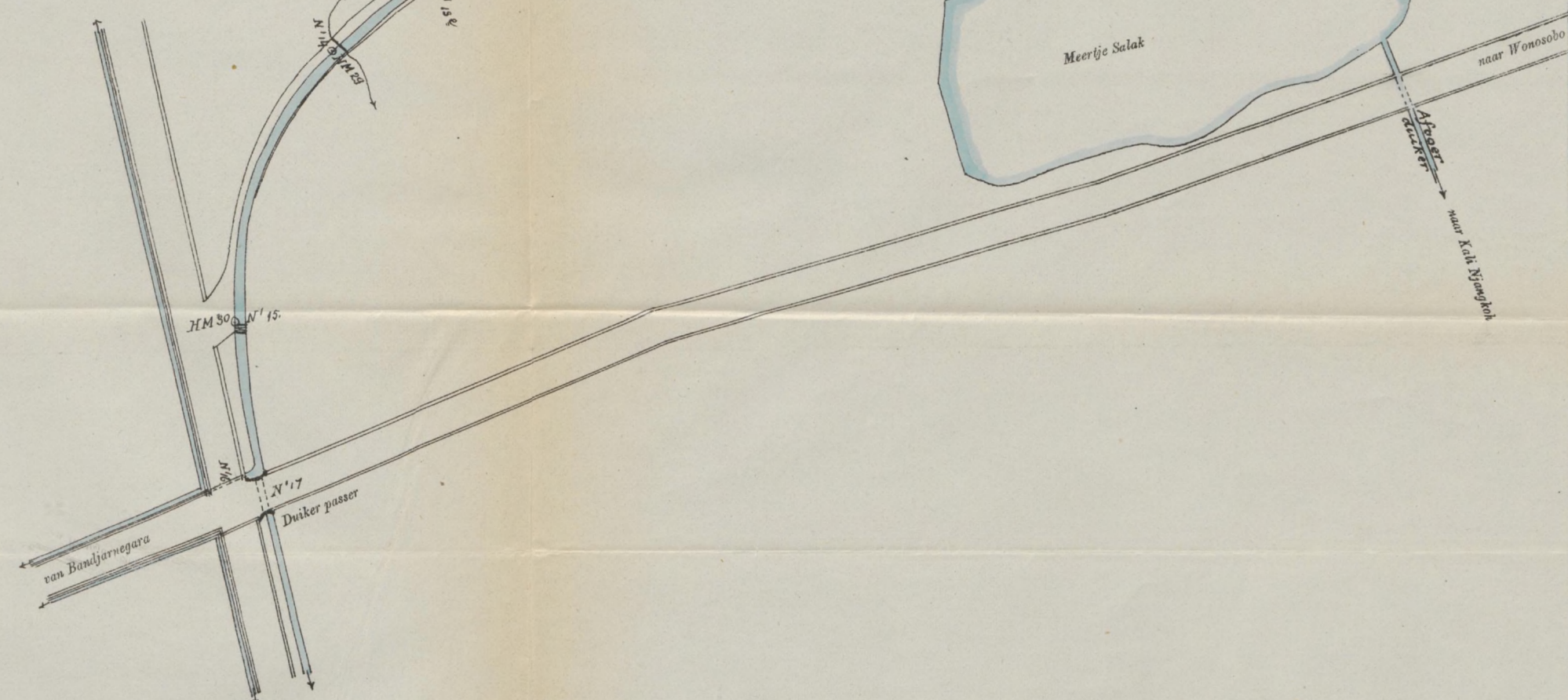


Wijze van inmeteling der ijzeren staven.

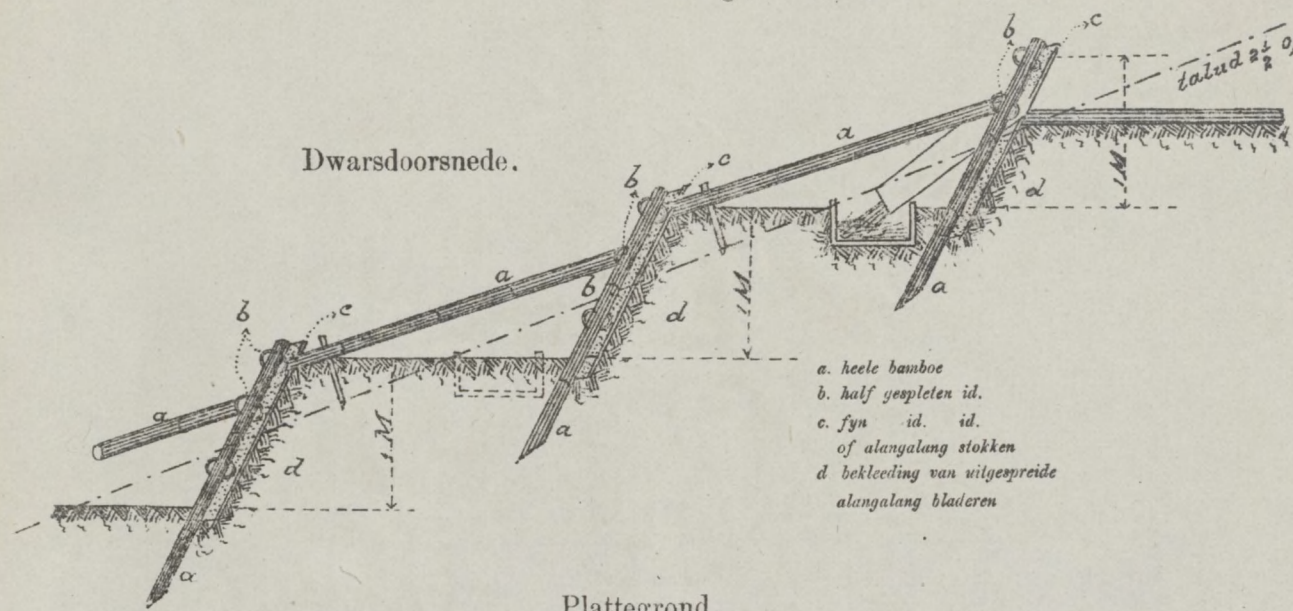
Schaal 1:50.



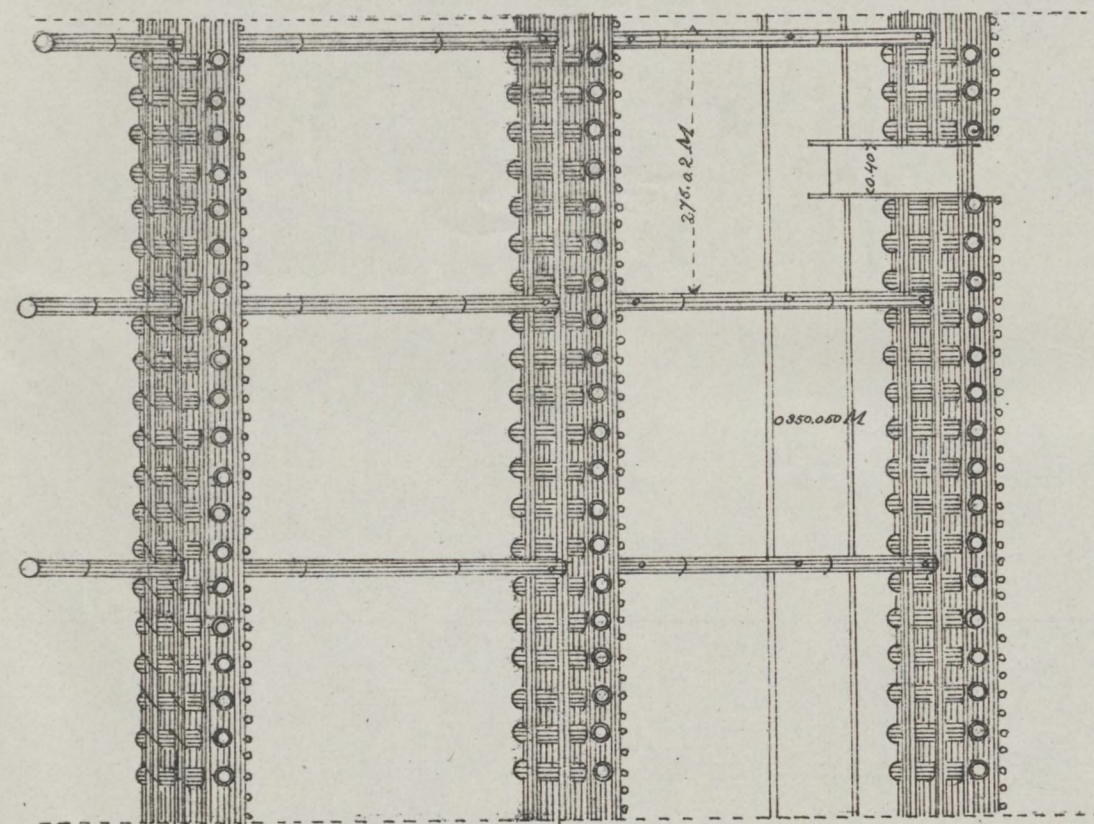
x Omwinding met yzerdraad
Lengte der dwarsstaven 2 M
Idem langsstaven 5 M
Diameter der staven 3/4 Eng dm. = 0.021 M
Grootte der vakken 0.12 M x 0.15 M



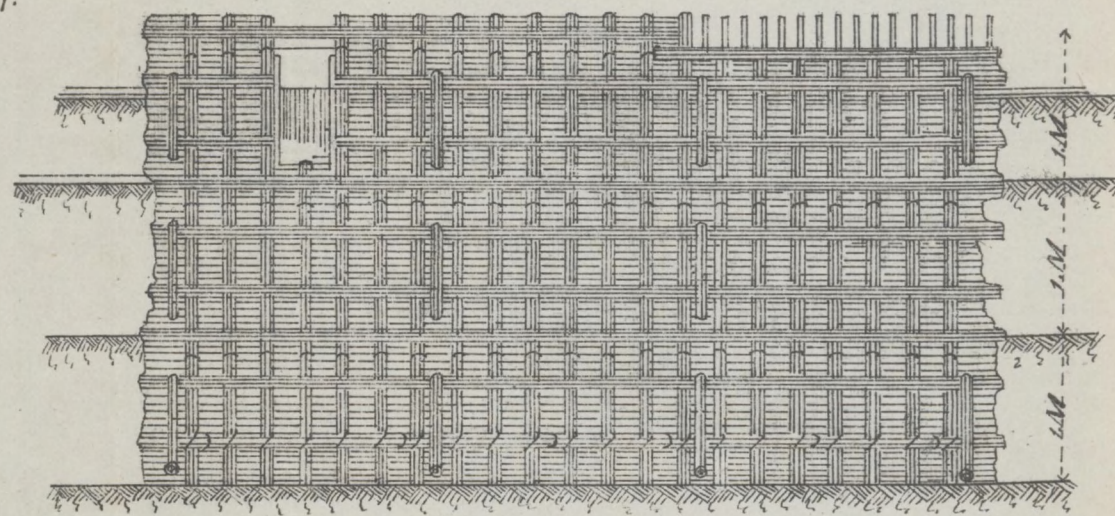
Paggers voor de opspoeling der ophooging in het ravijn der Tjirawa in lagen van 1 Meter hoogte. Schaal 1:50.



Plattegrond.



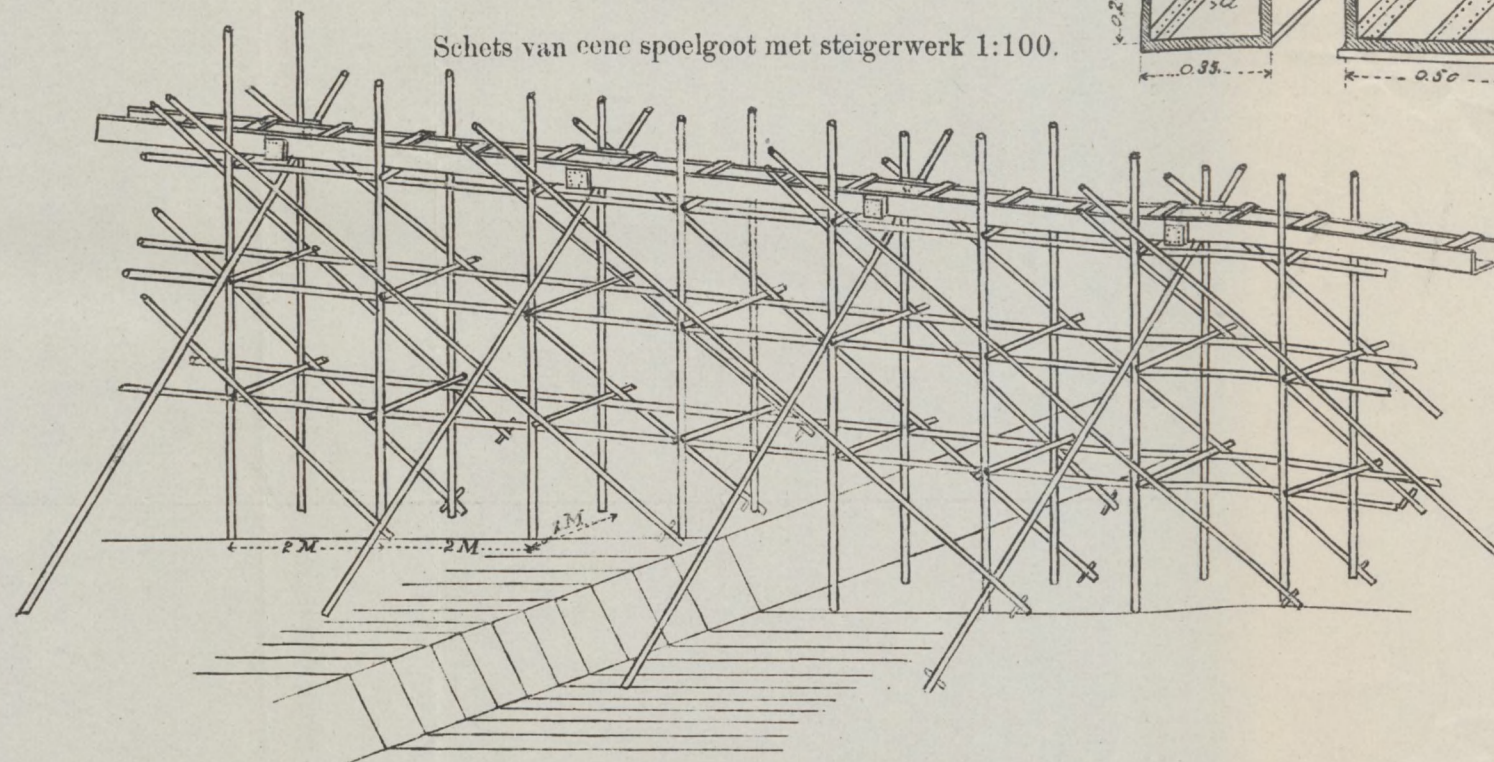
Vooraanzicht.



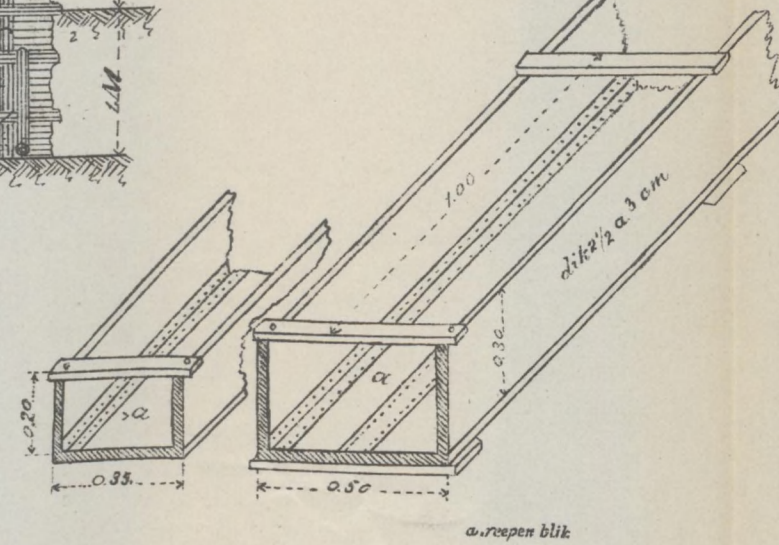
bos alangalang 1:50.



Schets van eene spoelgoot met steigerwerk 1:100.



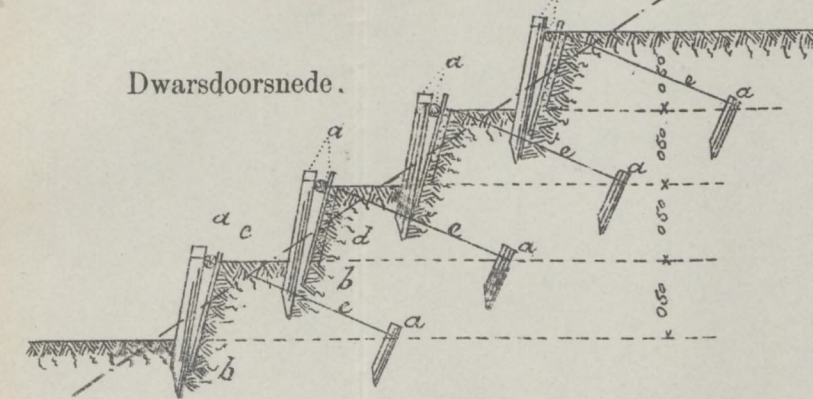
Spoelgoten 1:20.



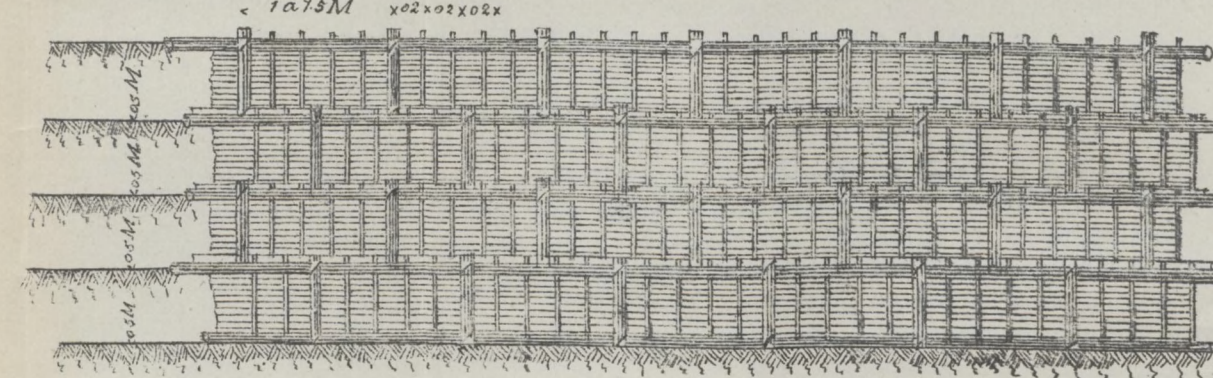
a. roepen blik

Paggers voor opspoelingen in lagen van 0,50 Meter hoogte. Schaal 1:50.

Dwarsdoorsnede.



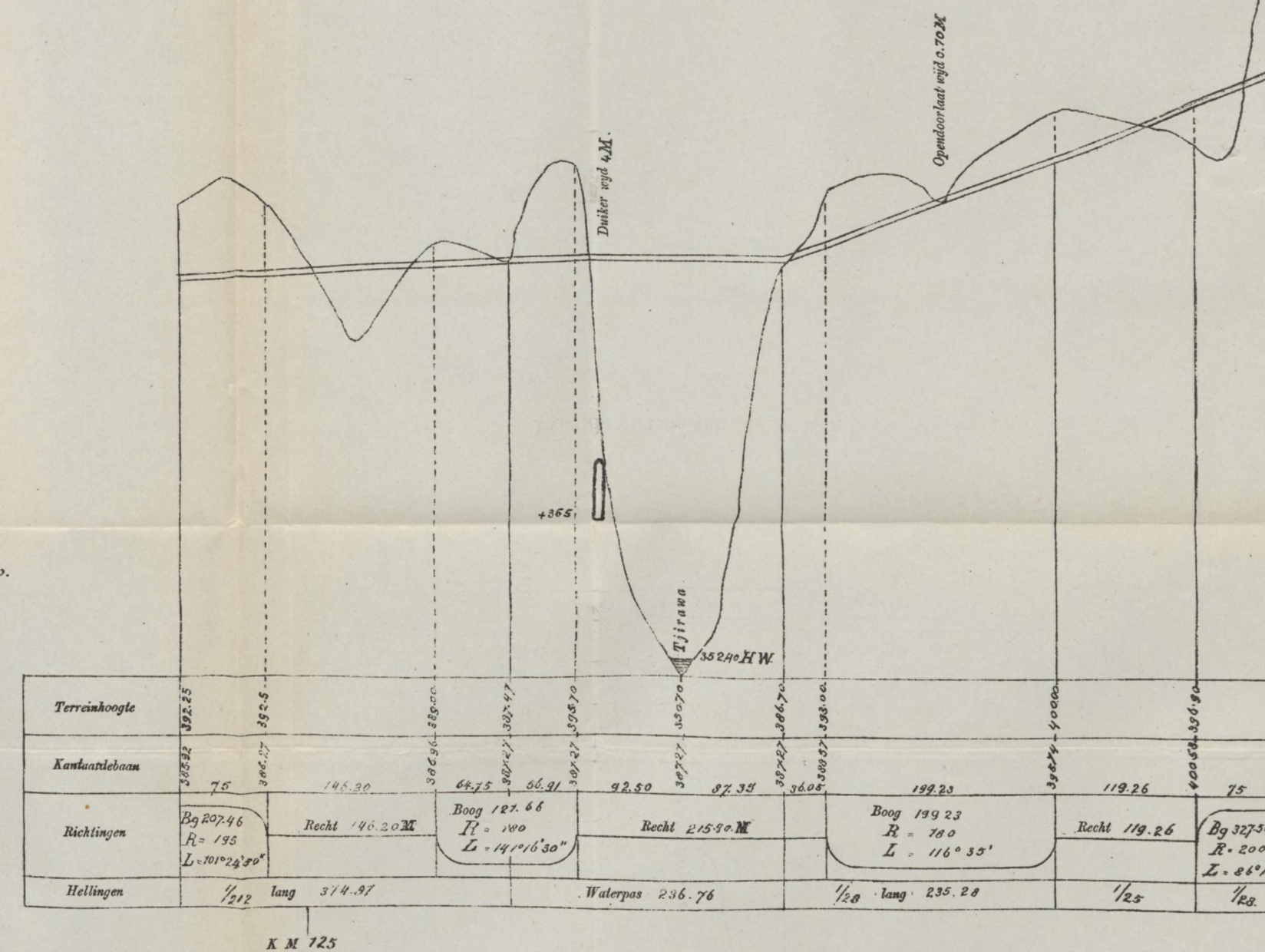
Vooraanzicht



Lengteprofiel van de ophooging in het ravijn der Tjirawa.

Lengte Schaal 1:5000.

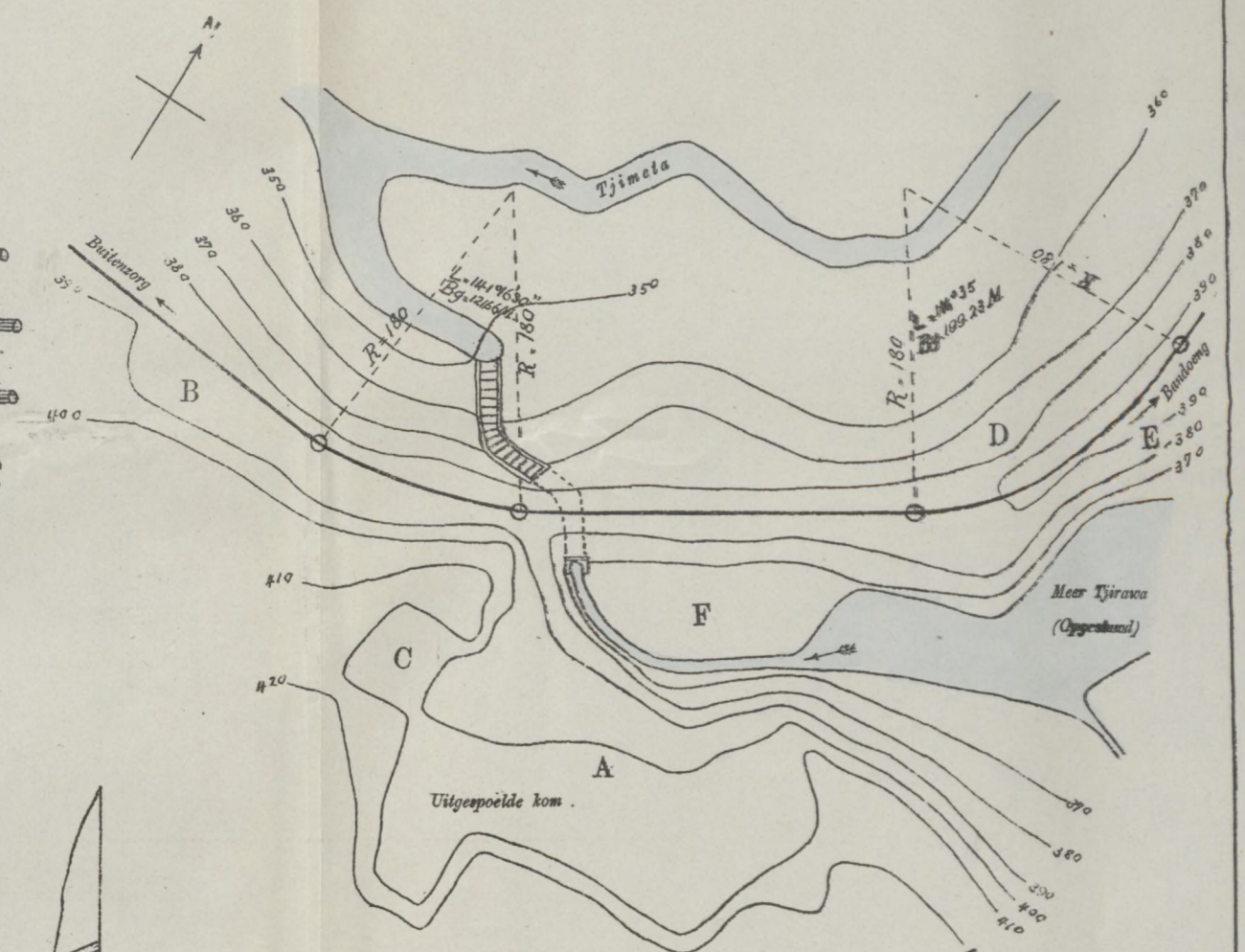
Hoogte „ 1:500.



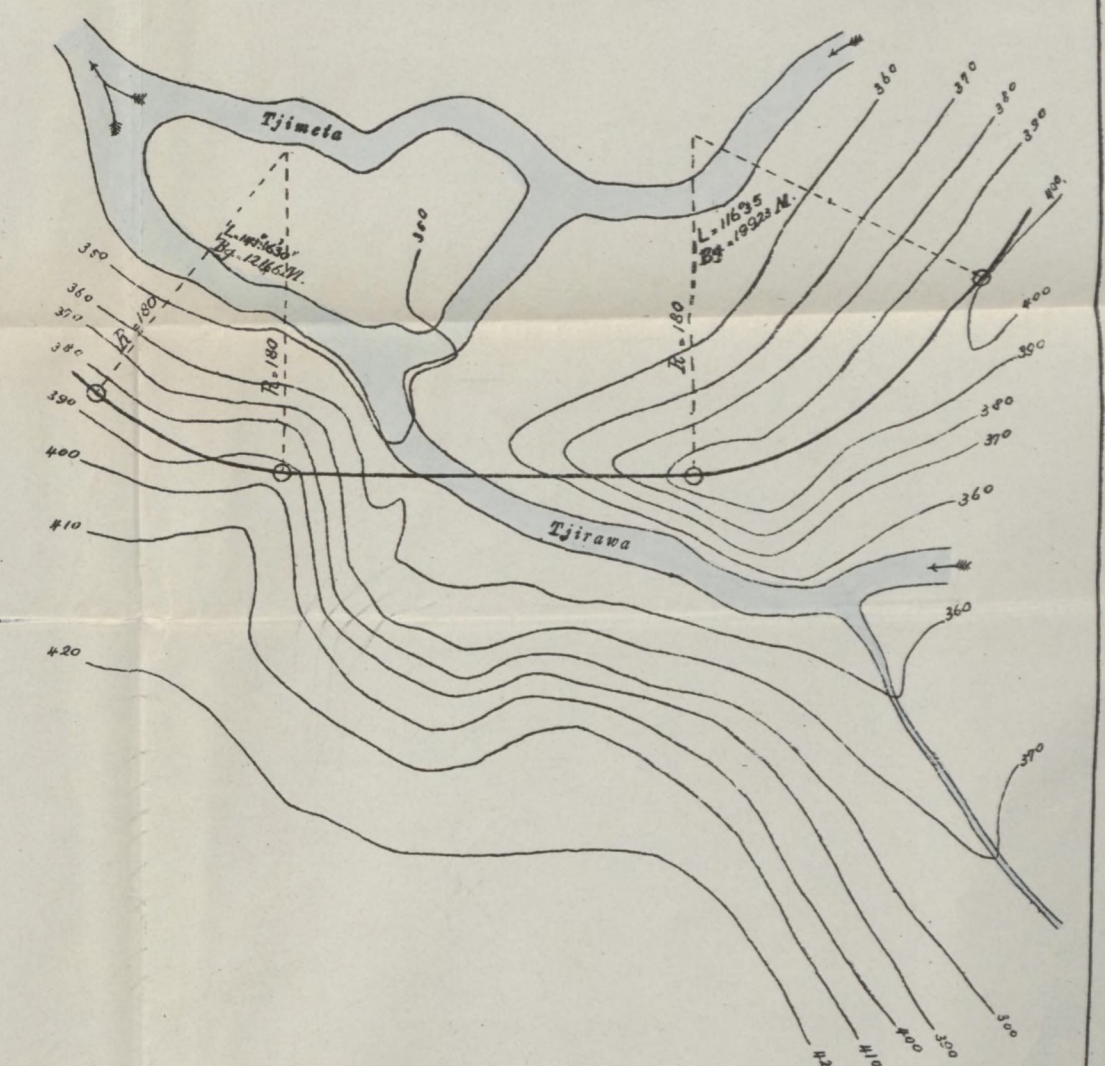
Ophooging in het ravijn der Tjirawa.

Schaal 1:4000.

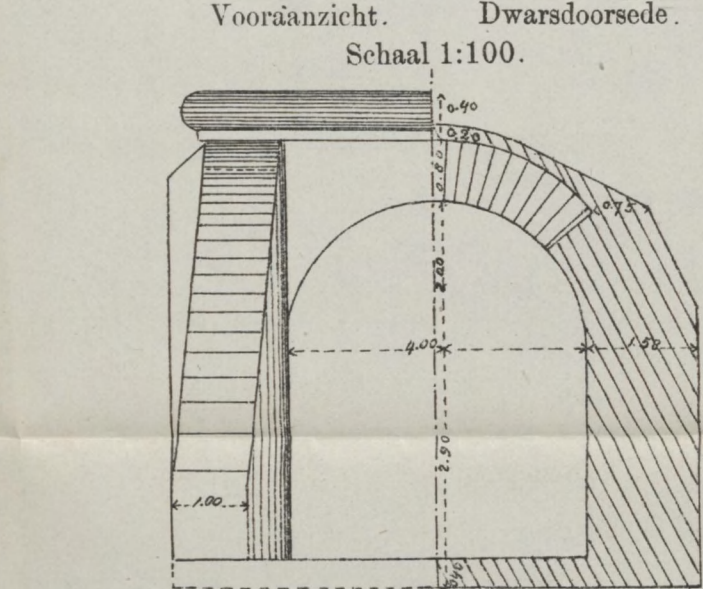
Terreintoestand na de voltooiing in Februari 1884.



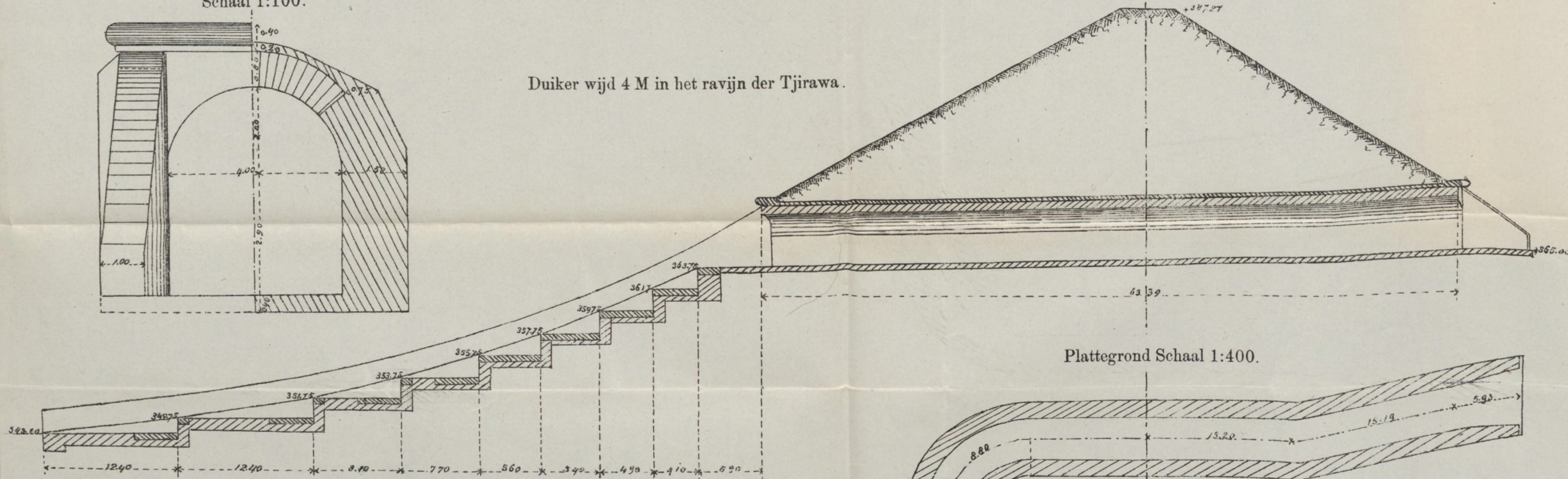
Terreintoestand voor den aanvang in Maart 1880.



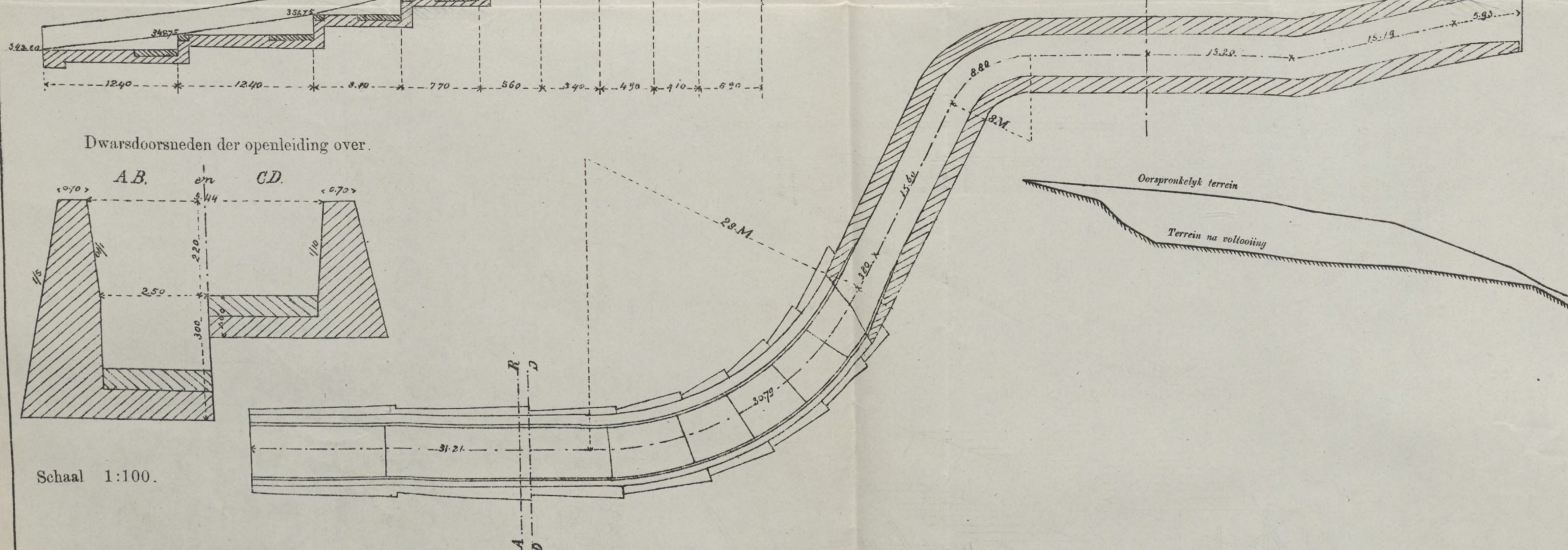
Duiker wijd 4 M in het ravijn der Tjirawa.



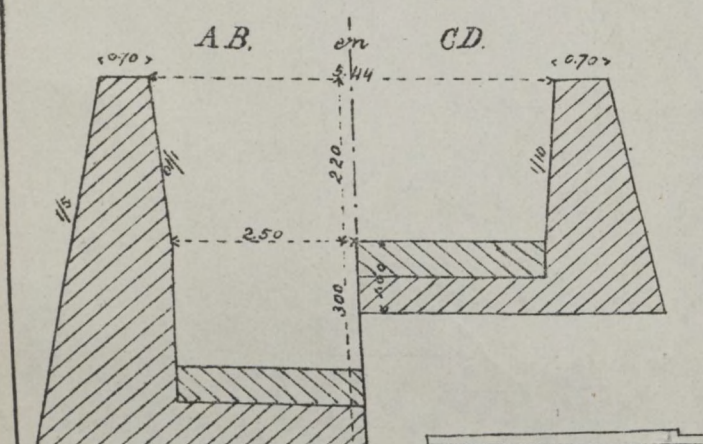
Ontwikkelde doorsnede over de as.



Plattegrond Schaal 1:400.



Dwarsdoorsneden der openleiding over.



Schaal 1:100.

Dwarsdoorsnede van den dam in het ravijn der Tjirawa.

Schaal 1:1000.

