TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERINGEN EN VERHANDELINGEN.

INSTITUUTSJAAR

1895—1896.

BATAVIA
H. PRANGE & Co.
1896.

INHOUD.

TIJDSCHRIFT 1895—1896.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

BLADZ.

Notulen der Vergadering gehouden op 16 October 1895.. I

Bijlage A dezer notulen: De nieuwe installatie voor de elektrische verlichting van Tandjong-Priok.... II

Bijlage B dezer notulen: Eenige mededeelingen betreffende de havenwerken te Manilla..... VIII

Notulen der Vergadering gehouden op 22 Mei 1896.. X

Bijlage A dezer notulen: het verslag van den Penningmeester over het tijdvak loopende van 1 April 1895 tot 1 April 1896..... XI

Bijlage B dezer notulen: de Winst- en Verliesrekening en de balans op 1 April 1896..... XII

Bijlage C dezer notulen: Algemeen verslag betreffende den toestand en de werkzaamheden van de afdeeling Nederlandsch-Indië van het K. I. v. I. van 1 April 1895 tot 1 April 1896..... XIII

Bijlage D dezer notulen: Proefrit naar Buitenzorg op 17 November 1895 en beschrijving van de nieuwe wagens voor het doorgaand verkeer..... XIII

BLADZ.

Bijlage E dezer notulen: Bouw van een koelkamer bij het Instituut-Pasteur te Weltevreden XV

Bijlage F dezer notulen: Plafonds van dun staalplaat.. XVI

Bijlage G dezer notulen: Mededeeling over het bewaren en onderzoeken van dynamiet en andere ontplofbare stoffen XVII

Naamlijst der leden op 23 September 1896..... XIX

VERHANDELINGEN.

Studiën over getijden in den Indischen Archipel, door Dr. J. P. van der Stok..... 1

De toepassing van de formules van Lauterburg voor de bepaling van den grootsten afvoer van de rivieren op Java, door het lid A. P. Melchior..... 15

Watervoorziening door toepassing van waterrammen te Poeloe Weh door het lid W. H. M. Schadee .. 59

Bladvulling: Maximum Peilschalen 66

Vraag aan de leden..... 67

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERINGEN.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING OP 16 OCTOBER 1895 IN HET GEBOUW DER AFDEELING.

Aanwezig de navolgende leden: E. J. DE MEIJIER, President, D. R. J. BARON VAN LIJNDEN, Vice-president, A. A. VAN HEURN bestuurslid, J. FRENKEL, Secretaris, A. P. MELCHIOR, Penningmeester en de leden: J. H. DUPPEN, E. A. C. F. VON ESSEN, W. F. HESKES, G. VAN HOUTEN, J. B. HUBENET, J. NUHOUT VAN DER VEEN, A. PERELAER, P. J. A. RENAUD, K. F. H. ROOS, A. SNETHLAGE, L. H. SLINKERS, J. J. STIELTJES, C. DE VRIES, J. W. P. VRIJBERGEN; terwijl zijn geintroduceerd de H. H. J. DINGER, R. A. MEIJER, en F. D. MUIJLWIJK.

De President opent de vergadering en heet de aanwezigen welkom. De notulen der vorige alg. vergadering zijn reeds in druk verschenen in het afd. Tijdschrift 1894–1895 en kunnen dus bekend worden verondersteld.

Mocht een der leden daarin eenige wijziging, aanvulling of toelichting wenschen, dan zou deze c.q. in de notulen van deze vergadering kunnen worden opgenomen, zoo niet, dan worden zij mits deze gearresteerd.

Niemand naar aanleiding daarvan het woord verlangende wordt overgegaan tot punt 2 der agenda, houdende mededeelingen van het bestuur.

In de eerste plaats zijn te vermelden de volgende ingekomen stukken:

1°. Van den Raad van Bestuur, kennisgevende van zijn nieuwe samenstelling en voorts berichtende dat voortaan de toezending van slechts 12 expl. van het afd. Tijdschrift voldoende wordt geacht.

2°. Van den Directeur van Onderwijs, Eeredienst en Nijverheid behelzende het verzoek om toezending der jaarlijksche bijdrage tot den Regeeringsalmanak. Aan dit verzoek is voldaan.

3°. Van den 1sten Gouvernements Secretaris ten geleide van de aflevering 21a van Dr. K. MARTIN's Beitrage zur Geologie Ost-Asiens und Australiens.

4°. Van het lid W. A. KLOPPENBURG ten geleide van een ter plaatsing in het afd. Tijdschrift ingezonden verhandeling. Zal in beoordeeling worden genomen.

5°. Van den Directeur der Burg. Openbare Werken ten geleide van het voor de bibliotheek der afdeeling aangeboden werk:

P. TH. L. GRINWIS PLAAT, Irrigatiewezen in *Noord-Italië* en *Spanje*; en van

Het Statistiek Verslag der Spoor-en Tramwegen in Nederlandsch Indië.

6°. Van het Instituut voor Indische taal-land- en volkenkunde ten geleide van het voor de bibliotheek bestemde werk:

GRONEMAN, de *Garebegs* enz.

In de tweede plaats brengt de voorzitter ter kennisse van de vergadering dat de commissie van verificatie, benoemd in de vergadering van 10 Mei 1895, het geldelijke beheer in orde heeft bevonden en stelt voor deswege den dank der afdeeling te betuigen aan den penningmeester, zoomede aan de evengenoemde commissie voor haar onderzoek.

Bij acclamatie aangenomen.

Alsnu worden door den President ter tafel gebracht de voorgestelde wijzigingen in de Huishoudelijke Verordeningen, welke gedrukt en onder de leden der afdeeling verspreid zijn geworden; hij resumeert die kortelings en licht ze waar noodig toe. Geen der leden naar aanleiding daarvan het woord verlangende worden zij bij acclamatie goedgekeurd, en zullen zij ingevolge art. 37 der Huishoudelijke Verordeningen aan de goedkeuring van den Raad van Bestuur worden onderworpen.

Vervolgens is aan de orde de voordracht van het lid K. F. H. Roos over de nieuwe electrische installatie te *Tandjong-Priok*.

De President deelt den aanwezigen mede dat den volgenden avond de leden der afdeeling in de gelegenheid zullen worden gesteld te *Tandjong-Priok* de installatie in werking te zien, en ook het effect der verlichting van de zeezijde na te gaan door middel van een tocht per stoomboot, welke mededeeling met instemming wordt begroet en verleent daarna het woord aan het lid K. F. H. Roos tot het houden zijner aangekondigde voordracht.

Deze voordracht is als bijlage A. achter de notulen afgedrukt.

Nadat de gewone pauze is gehouden, vraagt de voorzitter enkele inlichtingen omtrent de parallel- en serie-schakelingen, welke door het lid Roos worden verstrekt.

Het lid FRENKEL vraagt of het niet mogelijk zou zijn met de aanwezige installatie ook de petroleumlichten op de uiteinden der havenhoofden door electrische booglichten te vervangen, aangezien er toch blijkens het heden avond gehoorde bij de maximum verlichting 100 *Ampères* stroom over zijn. Spreker antwoordt dat die mogelijkheid zeker bestaat, doch dat door den grooten afstand dier lichten waarschijnlijk het electriciteitsverlies belangrijk zoude zijn, en dat ook bijzondere voorzorgen zouden moeten genomen worden tegen beschadiging der kabels op de dikwijls aan golfslag blootgestelde havendammen. Die lichten ressorteeren overigens onder het Departement van Marine, zoodat het Departement der B.O.W. daarmede geen rechtstreeksche bemoeienis heeft.

Niemand naar aanleididg van het gehoorde verder het woord verlangende, bedankt de voorzitter den heer Roos voor zijn belangrijke voordracht.

De voorzitter wenscht vervolgens de vergadering nog eene mededeeling te doen betreffende de havenwerken van *Manilla:*

Deze mededeeling is als bijlage B achter deze notulen opgenomen.

Bijlage A.

DE NIEUWE INSTALLATIE VOOR DE ELEKTRISCHE VERLICHTING VAN TANDJONG-PRIOK.

M. H.

Nu sinds korten tijd het nieuwe station voor de elektrische verlichting van *Tandjong-Priok* in exploitatie is gebracht, is het een goed denkbeeld van het bestuur dezer vereeniging geweest om eene excursie te organiseeren, tot het in oogenschouw nemen dezer installatie. Elektrische installaties toch van eenigen omvang — waar van uit een centraal station verschillende terreinen en gebouwen worden verlicht — waren voor zoover mij bekend in *Indië* tot nog toe niet aanwezig, en juist deze installaties zijn voor den technicus het meest interessant. Om bij het voorgenomen bezoek eenigermate op de hoogte van de inrichting te zijn heeft onze president mij het vereerende verzoek gedaan heden avond in het kort een schets van de installatie te geven.

Reeds een tiental jaren is *Priok* van eene elektrische verlichting voorzien. Deze oude installatie dateert uit den tijd dat op het gebied der elektrotechniek zich eene verhoogde werkzaamheid deed gevoelen. Kort te voren was de gloeilamp uitgevonden waardoor de verdeeling van het elektrische licht mogelijk werd. De techniek der elektrische machines stond in dien tijd echter op lange na niet op dat hooge standpunt, dat tegenwoordig bereikt is en het is dus zeer natuurlijk, dat de machines van de oude elektrische verlichting niet meer voldoen aan de eischen die tegenwoordig gesteld worden. Dit blijkt reeds hieruit dat de dynamo's der oude installatie te *Priok* bekend als tijpe F van de firma SIEMENS en HALSKE te *Berlijn*, in de nieuwe prospektussen dier firma niet meer voorkomen.

Om het verschil tusschen de oude en nieuwe installatie te doen uitkomen zal ik met een enkel woord die oude installatie beschrijven. Hierbij moet opgemerkt worden dat de installatie sinds de inrichting in zooverre gewijzigd is, dat in 1890 eene nieuwe stoommachine is aangeschaft; wat echter het elektrisch gedeelte betreft, hierin is geene verandering gebracht.

De verlichting bestond uit 30 booglampen van 9 *ampère* en 24 gloeilichten van 16 N.K. voor het machinenhuis. De booglampen waren als volgt verdeeld:

langs Oosterboord	4
„ den kaaimuur	7
„ den grooten weg	8
„ zuidergracht	1
„ dwarsweg	1
„ westergracht	7
aan de kolenhaven	1
op het terrein der Drookdok-M^{ij}	1

De stroom voor deze verlichting werd geleverd door 5 dynamo's waarvan 3 voor 8 booglampen, 1 voor 6 booglampen en één voor 24 gloeilichten. Behalve deze dynamo's was in het machinenhuis nog 1 reserve dynamo voor 8 booglampen aanwezig. Deze dynamo's zijn allen geleverd door de firma SIEMENS en HALSKE te *Berlijn* en zijn wat de booglichtdynamo's betreft van het type F, de gloeilicht-dynamo is van het type D. Alle hebben een serie-bewikkeling. De dynamo's vereischten eene omwentelingssnelheid van respectievelijk 1220, 1360, 1260, 1210, 1160 slagen per minuut, voor de gloeilichtdynamo wordt het aantal niet opgegeven. De 5 dynamo's waren door riemen aan een transmissie-as verbonden, waarop weer door een riem de stoommachine werkte. Deze laatste was een zoogenaamde locomobile semi-fixe uit de fabriek van RUSTON PROCTOR & Co, te *Lincoln*. Het vermogen wordt in een officieel stuk opgegeven te bedragen 16 PK., op *Priok* stond de machine echter bekend als te hebben een vermogen van 20 Pk.; de stoomspanning bedroeg 8 atmospheeren overdruk.

De booglampen zijn ook uit de fabriek van de firma SIEMENS en HALSKE afkomstig; het zijn differentiaallampen van 1400 NK lichtsterkte, waarvan bij de behandeling der nieuwe installatie, daar zij hierbij gedeeltelijk zijn overgegaan, de inrichting zal worden aangegeven. De lampen zijn in 4 series geschakeld, waarvan 3 uit 8 lampen en 1 uit 6 lampen bestaat. De drie groote dynamo's moeten 400 *volt* spanning en een stroomsterkte van 9 *ampère* leveren, de kleine 300 *volt* bij 9 *ampère*, terwijl de gloeilicht-dynamo een vermogen diende te hebben van minstens 1320 *watt*. Gezamenlijk moesten dus de dynamo's geven 14820 *watt*. Tegenwoordig nu dijnamo's geconstrueerd worden van een hoog nuttig effect rekent men gewoonlijk dat voor elke 600 *watt* de stoommachine een vermogen moet hebben van 1 Pk. effectief. Nemen wij dat hier ook aan, dan krijgen wij voor het vermogen van de stoommachine noodig om de verlichting te kunnen bewerkstelligen 24.7 Pk. effectief. Volgens de opgaven was echter het vermogen van de stoommachine belangrijk minder, waaruit noodwendig moet volgen, dat of de opgave foutief is of dat op den duur niet voldoende in den verlichting kon worden voorzien.

Een eigenlijk schakelbord was niet aanwezig, tegen den muur van het machinenhuis waren aangebracht 3 stroomrichting aanwijzers en één *ampère*-meter, die echter niet meer bruikbaar was, daar hij als geen stroom doorging reeds $6^1/_2$ *ampère* aanwees.

De geleidingen waren allen bovengronds gespannen, de booglampen waren aan tuimelpalen bevestigd. Volgens opgave was 11200 M. geleiding van blank koperdraad ter dikte van 5 m.M. aanwezig, gespannen over ± 240 stuks porceleinen isolatoren. Het is ons echter gebleken dat een gedeelte van dit draad slechts 3 m.M. middelijn had. De booglampen waren geplaatst in zeshoekige lantaarns.

De stoot tot de nieuwe installatie is gegeven door het invoeren van den avonddienst op de spoorlijn *Batavia-Priok*. Het station te *Priok* zoowel het gebouw als het terrein, moest verlicht worden en de toenmalige ingenieur van de Bataviasche havenwerken stelde voor dit elektrisch te doen. Het eerste denkbeeld schijnt geweest te zijn een afzonderlijke verlichting voor het station in te richten. Later is het denkbeeld opgekomen om de bestaande verlichting met de nieuwe te combineeren. Een ontwerp hiervan werd naar Nederland gezonden, waar de Minister van Koloniën aan de firma WILLEM SMIT & Co te *Slikkerveer* opdroeg om op den voet van dit projekt eene installatie te ontwerpen. De levering van alle uit Europa uit te zenden machines en benoodigdheden benevens het installeeren van de inrichting werd aan de firma SMIT & Co opgedragen, terwijl in Indie zou gezorgd worden voor een gebouw en den aannemer de materialen, die hier verkrijgbaar waren en werkvolk zou worden verstrekt. Tevens moest een gedeelte van de oude installatie worden overgenomen en door den aannemer worden geïnstalleerd.

Het projekt, zooals het nu met eenige wijzigingen tot uitvoering is gekomen, bedoelt in de verlichting te voorzien door gelijkstroom en omvat de verlichting van (zie plaat 1 fig. 4).

a. Oosterboord	met	7	booglampen	van 9	*ampère*
b. zuidergracht	met	2	booglampen	van 9	*ampère*
c. westergracht	„	7	„	„ „	„
d. kaaimuur	„	10	„	„ „	„
e. grooten weg	„	10	„	„ „	„
f. kolenhaven	„	2	„	„ „	„
g. dwarswegen	„	3	„	„ „	„
h. vestibule station	„	1	„	„ „	„
i. stations-emplacement	„	6	„	„ „	„
k. hangars	„	60	„	„	$4^1/_2$ „
l. perron station	„	4	„	„ „	„
m. stationsgebouw	„	37	gloeilampen	„	16 NK.
n. locomotiefloods	„	4	„	„ „	„
o. postkantoor	„	4	„	„ „	„
p. voorwacht en dokter	„	3	„	„ „	„
q. machinenhuis	„	12	„	„ „	„

Van de 60 booglampen, die in de hangars zijn aangebracht, mogen er hoogstens 24 gelijktijdig branden.

In het projekt is gerekend op eene maximum- en eene minimum-verlichting; de eerste duurt tot ongeveer middernacht als de werkzaamheden aan het station zijn afgeloopen, waarna de minimum-verlichting intreedt. Hierbij branden:

a.	Oosterboord	7	lampen.
b.	zuidergracht	1	„
c.	westergracht	geene	„
d.	kaaimuur	5	„
e.	grooten weg	5	„
f.	kolenhaven	geene	„
g.	dwarswegen	geene	„
h.	vestibule station	1	„
i.	stationsemplacement	5	„
k.	hangars	24	lampen.
l.	perron station	2	„
m.	stationsgebouw	geene	„
n.	locomotiefloods	4	„
o.	postkantoor	geene	„
p.	voorwacht	2	„
q.	machinenhuis	12	„

Gedurende den aanleg is eene wijziging in de plaatsing der lampen aangebracht. Het bleek namelijk dat het aanbrengen van 10 lampen langs den kaaimuur op eene moeielijkheid stuitte. Het aantal hangars bedraagt 7; nu konden bij de oude verlichting die hier uit 7 lampen bestond, deze op de hoeken der hangars worden aangebracht. Dit is bepaald noodig omdat op deze plaatsen de loopkranen niet werken en deze, vooral als lange voorwerpen zooals rails gelost worden, een gevaar voor de booglampen zouden opleveren. De lampen moeten toch onder de marquisen worden aangebracht en de beschadigingen die reeds door de kranen hieraan zijn toegebracht, bewijzen dat de lampen hier niet veilig zouden hangen.

Door tegenover het station op de beide hoeken een lamp op te hangen, zijn nu langs den kaaimuur 9 lampen geïnstalleerd, de tiende van deze serie is op den grooten weg geplaatst.

Ook is het aantal gloeilampen in het stationsgebouw eenigszins gewijzigd: bij het opmaken van het projekt was gerekend dat in de distributie van het gebouw eene wijziging zou hebben plaats gehad ten gevolge van het vrijkomen van de lokalen, die nu nog door de recherche worden ingenomen en niet verlicht behoeven te worden. Ook is later besloten om in het postkantoor eenige gloeilampen aan te brengen.

De schakeling der lampen is gedurende den aanleg ook gewijzigd. Volgens het projekt zouden de booglampen in de volgende series worden geplaatst:

1e. serie, de lampen van oosterboord en één van de zuidergracht.
2e. „ die van westergracht met één van zuidergracht.
3e. „ vijf lampen van den kaaimuur en vijf lampen van den grooten weg.
4e. „ de overige lampen van kaaimuur en grooten weg.

De overige booglampen, die boven zijn aangegeven, zijn parallellampen.

Een gevolg van deze schakeling zou zijn dat bij de minimum-verlichting de westergracht geheel van licht zou zijn verstoken. Hiertegen kwamen de ambtenaren van de recherche op, bewerende dat dit de smokkelarij langs dien weg zou bevorderen. Bij de oude verlichting brandden aldaar de lampen den geheelen nacht door. Hierin is tegemoet gekomen door twee series te vormen, die ieder de helft van de lampen aan oosterboord en westergracht bevatten. Behalve het meerdere werk had dit nog de onkosten voor ongeveer 4 K.M. koperdraad ten gevolge.

Bovendien is uit de 1ste en 2e serie ieder een lamp genomen en bij de 3e en 4e serie gevoegd; straks zullen wij zien waarom.

Wij zullen nu overgaan tot het beschrijven der verschillende onderdeelen der installatie.

Machinenhuis (plaat 1).

Het projekt en de begrooting hiervoor zijn opgemaakt volgens opgaven van de firma SMIT & Co. Het bestaat uit drie lokalen, één voor de stoomketels, één voor stoommachines, dynamo's en schakelbord en één dienende tot werkplaats en bewaarplaats van materialen. Aan de noordzijde bevindt zich de 15 M. hooge plaatijzeren schoorsteen op een gemetseld voetstuk, terwijl aan de westzijde in verband met het ketelhuis een kolenhok is aangebouwd. De machinenkamer is van het ketelhuis gescheiden door een muur, van de werkplaats door een houten beschot voorzien van verscheidene glasramen. Gedurende den aanleg bleken eenige veranderingen noodzakelijk te zijn; o. a. was de eenige toegang tot de machinenkamer door het ketelhuis, daarom is aan de westzijde nog een deur aangebracht die direkt van buiten toegang verleent naar de machinenkamer. Ook was niet gerekend op eene inrichting om de zware ankers van de coumpound-dynamo's te lichten, daarom is later nog een ijzeren ligger aangebracht waarover een takel kan bewogen worden, die de ankers bij reparatie in de werkplaats kan brengen. Hiertoe moest ook een gedeelte van het houten schot beweegbaar worden gemaakt om het anker te kunnen doorlaten. De ketels zijn in vuurvasten steen ingemetseld, de vloeren bestaan uit portland-cement tegels, voor afdekking van het gebouw is gebruik gemaakt van vlakke pannen van *Depok*.

Ketels.

In het ketelhuis zijn twee laag tubulaire vlampijpketels, ieder met een verwarmings-oppervlak van 40 M² en een stoomdruk van 8 atmospheer uit de fabriek van gebr. STORK & Co. te *Hengelo* opgesteld.

Dezelfde firma leverde hierbij 4 injekteurs-GIFFARD die echter niet geheel voldeden en later door een ander systeem vervangen zijn.

De beide ketels zijn met een gemeenschappelijke stoompijp met roodkooperen bochten verbonden, elk voorzien van één afsluiter op de ketel en één aan de stoompijp, zoodat elke ketel gemakkelijk op de beide stoommachines kan overgezet worden.

Stoommachines.

In de machinenkamer zijn opgesteld 2 horizontale stoommachines van het Tandem-compound systeem zonder condensatie uit de fabriek van firma SMIT & Co. Elke machine heeft een vermogen van 35 P. K. effectief. De regulateur (plaat 2 fig. 5) is zoo ingericht dat bij den hoogsten en laagsten stand van de gewichten de stoomtoevoer is afgesloten, bij den middelsten stand is de klep geheel open. Door een paar haakjes wordt bij den aanvang de regulateur in dien middelsten stand geplaatst, zoodra deze begint te werken vallen de haken neer. Deze inrichting is getroffen om te voorkomen dat bij het neervallen der bollen ten gevolge van het afloopen der riem, de machine te groote snelheid zou verkrijgen, waardoor de ankers der dynamo's zouden kunnen doorbranden.

Iedere machine is van 3 riemschijven voorzien, zij maken 240 omwentelingen per minuut, dat overeenkomt met eene riemsnelheid van 17.6 M.

Dynamo's.

Aan elke stoommachine zijn 3 dynamo's door middel van riemen verbonden. Een dezer dynamo's de compound-dynamo dient voor gloeilicht en booglicht; de beide anderen, waarvan één nieuw en de andere van de oude installatie is overgenomen, voeden enkel booglampen.

De compound-dynamo (plaat 2 fig. 4 a. b. c.) maakt 960 omwentelingen per minuut en geeft 112 *volt* spanning; zij kan een stroom geven van 125 *ampère*, maar behoeft slechts te geven bij maximum-verlichting $73^1/_2$ *ampère* en bij minimum-verlichting $104^1/_2$ *ampère*. Zij is van het *Manchester*-type, de magneten zijn van eene serie- en eene *shunt*-bewikkeling voorzien. Daar de lampen die door deze dynamo van stroom worden voorzien parallel zijn geschakeld en dus onafhankelijk van elkaar branden en gedeeltelijk kunnen worden gedoofd, zal — geheel verschillend van de serie-schakeling — de stroomsterkte hier niet constant zijn; om nu toch constante spanning te behouden is de dubbele bewikkeling aangebracht. De eerste bewikkeling geleidt den hoofdstroom, de tweede is paralel aan het anker aangebracht. De eerste bestaat uit weinig windingen van groote doorsnede, de tweede uit vele windingen van geringe doorsnede. De compound-dynamo's onderscheidt men nog in die met lange derivatie of *long shunt* en die met korte derivatie of *short shunt*. In het eerste geval is de *shunt* tusschen de klemmen van de dynamo, in het tweede geval tusschen de borstels aangebracht. De dynamo die wij beschouwen is een compound-dynamo met korte derivatie. Zij is voorzien van een ringanker, de collector bestaat uit phosphorbronzen lamellen, waartusschen eene isoleerende stof is aangebracht. Daarbij worden gaasborstels gebruikt.

De booglicht-dynamo (plaat 2 fig. 3 a. b. c.) van de firma SMIT & Co. is een serie-dynamo d. w. z. de magneten worden enkel door den hoofdstroom omloopen. De vorm heeft veel overeenkomst met het type D. van de firma SIEMENS & HALSKE. Deze dynamo maakt 790 omwentelingen per minuut, kan bij eene stroomsterkte van 9 *ampère* 600 *volt* spanning geven, maar geeft tegenwoordig 570 *volt*. Wij hebben hier een ringanker, de

commutator bestaat uit phosphorbronzen lamellen gescheiden door een isoleerende stof. Hier worden plaatborstels gebruikt.

De twee dynamo's overgenomen van de oude installatie zijn serie-dynamo's van de firma SIEMENS & HALSKE, tijpe F. Het anker is hier een trommelanker, de commutator bestaat uit weinig roodkoperen lamellen met luchtisolatie. Hier worden de draadborstels gebruikt overgenomen van de oude installatie. De noordelijk geplaatste dynamo moet volgens opgave bij 1260 omwentelingen een stroom geven van 400 *volt* en 9 *ampère*. Het is ons gebleken dat aan deze voorwaarden niet wordt voldaan en nu de snelheid is opgevoerd tot 1490 omwentelingen per minuut geeft deze dynamo 385 *volt* spanning bij een stroomsterkte van 9 *ampère*. De reden dat deze dynamo niet aan de gestelde eischen voldoet is waarschijnlijk te zoeken in het anker, dat niet meer zijne oorspronkelijke bewikkeling heeft, maar alhier in reparatie is geweest, wàarbij waarschijnlijk niet voldoende is gelet op de eischen, waaraan het anker moest voldoen. Bovendien had bij de stroomafname door de borstels eene zoo sterke vonkontwikkeling plaats dat bij het begin der exploitatie in één nacht een stel borstels afbrandde. Dit gebrek is zeker voor een groot deel te wijten aan het geringe aantal lamellen van den collector. Door een eenvoudig middel heeft men dit vonken echter voorkomen, namelijk door eene geringe hoeveelheid olie op den collector te brengen. Dit middel moet in het algemeen zeer voorzichtig worden toegepast, daar door de olie vervuiling ontstaat en gevaar bestaat dat tusschen de lamellen onderling contact ontstaat.

Hier is daar niet zoo veel gevaar voor omdat tusschen de lamellen eene vrij breede open ruimte aanwezig is.

De tweede overgenomen dynamo moest bij 1220 omwentelingen per minuut een stroom geven van 403 *volt* en 9 *ampère*, zij maakt tegenwoordig 1218 slagen en geeft bij een stroomsterkte van 9 *ampere* 385 *volt*.

Daar de overgenomen dynamo's niet de spannning geven noodig om 8 booglampen te voeden, is tijdens den aanleg eene wijziging in de schakeling gebracht moeten worden, zooals reeds vroeger is vermeld en is uit iedere serie van de oude dijnamo's ééne lamp genomen en is die gevoegd bij de series der nieuwe booglicht-dynamo's, die daardoor stroom voor 4 lampen moeten leveren.

De dynamo's worden door tusschenkomst van riemen door de stoommachines gedreven, eene transmissie-as is niet aanwezig.

Schakelbord. (plaat 2 fig. 1).

Het schakelbord bestaat uit een houten plankier gevat in een raam van hoekijzer, waarop de meetinstrumenten en de inrichtingen voor stroomverdeeling zijn aangebracht.

De stroom van de compound-dynamo's wordt voor elk afzonderlijk gevoerd naar een paar verzamelrails op het schakelbord. Deze twee paar rails kunnen door een afsluiter met elkaar in verband gebracht worden. Hierdoor is verkregen dat men iedere dynamo op een gedeelte van het net kan aansluiten, als de afsluiter geopend is; is deze echter gesloten dan werken de dynamo's paralel op het geheele net. Bij de minimum-verlichting als slechts een dezer dynamo's werkt, wordt de afsluiter gesloten, zoodat de stroom dan gevoerd kan worden naar ieder punt van het net.

Elke dynamo kan afgezet worden door een afsluiter tusschen de dynamo en de verzamelrails aangebracht.

Van de rails gaan 44 geleidingen uit, zes hiervan gaan naar de 12 9-*ampère*-booglampen, die twee aan twee in ééne serie zijn geschakeld.

Daar de machine een stroom geeft van 110 *volt* en de 9-*ampère*-booglamp eene spanning van ± 43 *volt* verbruikt, zou bij het schakelen van één enkele booglamp op de leiding een spanning van 67 *volt* in de weerstanden verloren gaan, het licht zou dan te kostbaar worden, daarom worden telkens 2 lampen achter elkaar geschakeld, waar door slechts 24 *volt* door de weerstanden wordt geabsorbeerd. Voor het rustig branden der lampen is deze weerstand niet geheel in de leiding gevonden, maar is een toevoegings-reguleer-weerstand aangebracht.

Deze zes weerstanden zijn boven aan het schakelbord aangebracht.

Vijf geleidingen gaan naar de hangars tot voeding van de 60 $4^1/_2$-*ampère*-booglampen en eenige gloeilampen. Elke leiding voorziet twee enkele of een dubbele hangar van licht. De toevoegings-reguleerweerstanden voor deze booglampen zijn in de hangars aangebracht.

Verder gaan twee geleidingen naar het station en één naar de machinenkamer. Bovendien zijn op het schakelbord nog twee reserve afsluiters voor mogelijke uitbreiding aangebracht.

Al deze geleidingen zijn van afsluiters voorzien, zoodat men van uit de machinenkamer de lampen in iedere geleiding afzonderlijk kan dooven, tevens vindt men in iedere geleiding veiligheidspluggen.

De zes geleidingen voor de 9-*ampère*-booglampen zijn nog voorzien van stroomrichtings-aanwijzers, die echter voornamelijk dienen om in het machinengebouw aan te geven of de lampen werkelijk branden.

De twee weerstanden die wij in het midden onder op het schakelbord zien aangebracht zijn de *shunt*-weerstanden, die geschakeld zijn in de nevenwikkeling der veldmagneten. Zij dienen om de spanning van de machine eenigermate te kunnen wijzigen.

De stroom van iedere compound-dynamo wordt gemeten en gecontroleerd door een *volt*-meter en *ampère*-meter.

Links en rechts op het schakelbord zijn de geleidingen aangebracht der booglicht-dynamo's, de beide uitersten zijn die der nieuwe dynamo's, de anderen der oude dynamo's. Iedere geleiding is van een afsluiter tevens omschakelaar voorzien. Hiermede kunnen wij den

stroom van de linksche dynamo's naar de series der rechtsche dynamo's leiden en omgekeerd.

Iedere geleiding is van een *ampère*-meter voorzien, terwijl links en rechts maar één *volt*-meter is aangebracht, die door een omschakelaar op de oude of nieuwe dynamo kan gesteld worden. In ieder dezer geleidingen is nog een reguleer toevoegingsweerstand aangebracht. Zij zijn van veiligheidspluggen voorzien.

Op iedere geleiding die naar buiten voert is een bliksemafleider geplaatst totaal 34 stuks, op de teekening zijn deze gedeeltelijk aangegeven.

In het midden van het schakelbord is nog een instrument aangebracht waarop *Ohm*-meter te lezen staat. Dit instrument dient om te beoordeelen of de geleidingen van de compound-dynamo's voldoende van de aarde geisoleerd zijn.

Door een eenvoudige inrichting kan dit instrument in verband gebracht worden met de positieve of negatieve rail. Tegelijk staat het instrument in verband met de aarde. Is nu de positieve rail aangesloten en is er contact tusschen de negatieve leiding en de aarde, dan gaat er een stroom door het instrument, waarvan de sterkte, daar wij constante spanning hebben, zal afhangen van den weerstand in die geleiding. Daar de weerstand der aarde zeer gering is, zal de afwijking van de naald een maat zijn voor het isolatie-vermogen van in dit geval de negatieve geleiding. Op het instrument lezen wij direkt den weerstand in *Ohms* af.

De afsluiters, omschakelaars enz. zijn uit de fabriek der *Allgemeine Elektrizitäts-Gesselschaft* te *Berlijn*, de meetinstrumenten zijn van HARTMANN und BRAUN te *Frankfurt a/M*.

In het kort zullen wij de *ampère*- en *volt*-meter die hier toegepast zijn beschrijven. In het algemeen zijn beide instrumenten van eene zelfde construktie, het eenige onderscheid is dat zij voor verschillende stoomsterkten berekend moeten zijn, en de *ampère*-meter in den hoofdstroom wordt geschakeld terwijl de *volt*-meter door een afgetakten stroom wordt doorloopen. Hier zijn de twee instrumenten van verschillende construktie. Bij de *ampère* meter wordt een ijzerkern, die door een veer in zijn oorspronkelijken stand wordt gehouden, in een *solenoïde* al naar mate de stroom sterker of zwakker is, meer of minder aangetrokken. De op- en neergaande beweging van deze ijzerkern wordt door middel van een hefboom in een draaiende omgezet. De *solenoïde* bestaat uit enkele windingen van zware doorsnede. De schaal waarop een wijzer de stroomsterkte aangeeft wordt emperisch bepaald.

In de *volt*-meter is een *solenoïde* aangebracht van vele windingen van kleine doorsnede, hierdoor is de weerstand groot en wordt slechts een kleine gedeelte van den stroom door de dynamo geleverd, afgenomen. Daar de weerstand van dezen keten constant is, zal de stroomsterkte evenredig zijn met het spanningsverschil dat tusschen de rails bestaat, waaraan de geleiding van den *volt*-meter is bevestigd. Twee cylindersegmenten van weekijzer zullen door het opgewekte magnetisch veld, zelf magnetisch worden en eene werking op elkaar uitoefenen. De beweging van een der segmenten wordt op een wijzer overgebracht die zich over een empirisch verdeelde schaal beweegt.

De bliksemafleider bestaat uit een aantal cylindrische koperen plaatjes die van elkander door een dun mica-plaatje zijn geïsoleerd.

Het eerste koperen plaatje staat in geleidend verband met de geleiding, het laatste met de aarde. Tusschen beiden bestaat dus geen geleidend verband.

Geleidingen.

In het geheel gaan 34 leidingen uit het machinenhuis naar de verschillende verbruiksplaatsen; 10 kabels leiden naar de hangars en bestaan uit 3 draden elk 6 m.M. dik, 12 draden leiden naar de 9-*ampère*-paralellampen elk 5 m.M. dik, 4 draden naar het station elk 6 m.M. dik, 8 draden naar kaaimuur, grooten weg. oosterboord en westergracht allen 5 m.M. dik. De aftakking naar de locomotiefloods is 3 m.M. dik, de geleidingen in de hangars voor de $4^1/_2$-*ampère*-booglampen bestaan uit 7 koperdraden die een gezamenlijke doorsnede van 4,6 m.M.^{2} hebben. Deze zelfde kabel wordt voor groepen van 15 gloeilampen gebruikt, voor 1 tot 3 lampjes wordt de enkele draad gebruikt. Gedeeltelijk is blank koperdraad, gedeeltelijk geisoleerd draad gebruikt al naar mate er gevaar voor contakt bestond.

De geleidingen zij over porceleinen isoleerrollen of klokisolatoren gespannen, bevestigd aan telegraafplalen. Voor het ophangen der booglampen zijn gedeeltelijk tuimelpalen en gedeeltelijk ijzeren telegraafpalen gebezigd, terwijl de lampen in de hangars en het station aan de plafonds en buiten de hangars aan de marquisen zijn opgehangen. Bij de tuimelpalen wordt een gedeelte van de paal naar beneden gedraaid als de kolen in de lamp moeten vernieuwd worden, bij de andere palen is een inrichting aangebracht om de lamp naar beneden te laten.

Booglampen.

De booglampen kunnen wij onderscheiden in die voor paralelschakeling en die voor serieschakeling. Voor de laatsten worden gedeeltelijk lampen gebruikt die van de oude installatie zijn overgenomen. De nieuwe lampen zijn allen uit de fabriek van SCHUCKERT te *Neurenberg*, systeem PIETTE-KRIZIK, terwijl de oude lampen door SIEMENS en HALSKE zijn geleverd en van het systeem HEFFNER-ALTENECK zijn. Alle lampen zijn differentiaal lampen. De paralellamp van SCHUCKERT is zeker de eenvoudigste. De hoofdstroom doorloopt een draadklos met weinig dikke windingen na door de kolen te zijn gegaan. Paralel aan de lichtboog is nog een draadklos met vele dunne windingen aangebracht. De kolenhouders zijn mechanisch

verbonden aan een paar conische ijzerkernen, die zich in de draadlossen kunnen bewegen. Zij zijn opgehangen aan een zijden koord, dat over een katrol is geslagen. Als de stroom doorgaat zullen beide ijzerkernen worden aangetrokken, bij een bepaalde verhouding van hoofdstroom tot nevenstroom zal er evenwicht bestaan. De lampen zijn zoo geregeld dat dit plaats heeft bij een normale lichtbooglengte. Zijn de kolen iets korter geworden dan zal de hoofdstroom verzwakt zijn, terwijl de nevenstroom ongeveer dezelfde sterkte heeft behouden, hierdoor is het evenwicht verbroken, de kern in de nevenspoel wordt sterker aangetrokken en de kolen bewegen zich naar en kander, totdat het evenwicht hersteld is. Door het albranden der kolen zal ook de stand der ijzerkernen tefopzichte der draadklossen veranderen. Om de verhouding tusschen de krachten waarmede beide kernen worden aangetrokken constant te houden, is hieraan den conischen vorm gegeven. De positieve kool die ongeveer tweemaal sneller afbrandt dan de negatieve heeft ook een ongeveer dubbel zoo groote doorsnede als de negatieve. Hierdoor zullen wij dus in deze lamp het lichtpunt steeds op dezelfde hoogte behouden. Wij zien dat deze lamp van zeer eenvoudige construktie is, zij is gemakkelijk te herstellen als er iets in wanorde is geraakt, dat vooral hier in Indië een voordeel is, waar men te ver van de fabriek verwijderd is om telkens de lamp in reparatie te kunnen geven.

De serielamp van hetzelfde systeem, verschilt van de beschrevene slechts in enkele onderdeelen. Hier is het noodig wegens de serieschakeling, dat als de kolen verbrand zijn, de stroom toch kan doorgaan, en daar het noodig is dat de stroomsterkte in den keten constant blijft is een draadspoel aangebracht die denzelfden weerstand heeft als de lichtboog. Zijn de kolen afgebrand dan wordt deze weerstand automatisch in den keten geschakeld.

Bij de differentiaal-lamp van SIEMENS en HALSKE wordt een uurwerk bewogen door de positieve kolenhouder als gewicht. Dit uurwerk bewerkstelligt een regelmatig zakken van de positieve kool, terwijl de negatieve koolhouder onbewegelijk is. Is de booglengte te groot geworden en dus de nevenstroom sterker, dan wordt weer een ijzerkern aangetrokken waardoor het uurwerk in gang wordt gezet en de positieve kool zakt, totdat de normale booglengte bereikt is; op dit oogenblik wordt het uurwerk automatisch stil gezet.

De booglampen van 9 *ampère* hebben eene lichtsterkte van ongeveer 1100 normaalkaarsen die van $4^1/_2$ *ampère* van ongeveer 500 N. K.

Alle booglampen zijn van ballons voorzien van licht doorschijnend opalglas.

Gloeilampen.

De gloeilampen zijn uit de fabriek te *Eindhoven*. Zij zijn allen voor 110 *volt*. Dit is voor de verst afgelegenen te veel, daar in de geleiding reeds een gedeelte der spanning is verloren gegaan, daardoor branden die lampen iets minder helder. Om dit niet te sterk te doen gevoelen wordt de spanning in de machinenkamer iets hooger opgevoerd tot 112 *volt*. Alle gloeilampen hebben eene lichtsterkte van 16 N. K. en verbruiken een stroom van $^1/_2$ *ampère*. De lampen zijn voorzien van bajonetsokkels.

Exploitatie.

Zooals reeds is gezegd is eene maximum- en minimumverlichting aangenomen. Tusschen zes uur en half zeven, al naar het jaargetijde, wordt de maximum-verlichting ontstoken en blijft tot na afloop van den dienst aan het station d. i. ongeveer half twaalf branden, dan begint de minimum-verlichting en duurt tot zes uur 's morgens. Bij heldere maan wordt minimum-verlichting verstrekt. Dit wordt gedaan omdat dan toch een der stoommachines moet loopen voor de verlichting van het station in de hangars. In bijzondere gevallen moeten de machines ook overdag loopen, bijv. voor het afregelen van booglampen.

Bij de maximum-verlichting branden alle serie-booglampen, alle 9-*ampère*-paralelbooglampen, de $4^1/_2$-*ampère*-booglampen op het perron van het station; van de 60 geinstalleerde booglampen in de hangars mogen er 24 gelijktijdig branden, verder kunnen alle gloeilampen branden. Bij de minimumverlichting worden gedoofd één serie van Oosterboord en westergracht, één serie van kaaimuur en grooten weg, 4 paralellampen op het stationsemplacement en dwarswegen en de gloeilampen en twee $4^1/_2$-*ampère* booglampen in het station.

Voor de lampen in de hangars wordt door de aanvragers betaald 9 cent per lamp en per uur. Het gebruik dat hiervan gemaakt wordt is zeer afwisselend, sommige avonden is er in het geheel geen aanvrage, sommige avonden branden de 24 lampen. Als men in aanmerking neemt dat de betrekkelijk geringe uitgave voor het licht veel hoogere leggelden voor de schepen kan uitwinnen, dan schijnt het verwonderlijk dat niet meer gebruik wordt gemaakt van de verlichting der hangars.

Voor de bediening van het elektrisch station zijn in dienst genomen 1 chef-machinist, 3 machinisten, 1 leerling-machinist en 4 stokers. Daar er dag- en nachtdienst is, moeten er twee ploegen zijn.

De technische agent van de firma SMIT en Co. zal gedurende den tijd, dat de firma nog verantwoordelijk is, zich met de installatie blijven bemoeien om den chef-machinist geheel op de hoogte van het elektrisch gedeelte te brengen.

Kosten van aanleg en exploitatie.

De aanleg kosten hebben bedragen:

uitgaven in Indië	*f*	29250.—
machinerieën enz. uitgezonden uit Europa en monteur	„	41282.85
17% onkosten	„	7018.08
voor hetgeen van de oude installatie is overgenomen getaxeerd.	„	10500.—
Totaal. . .	*f*	88050.92

Om de prijs te kunnen berekenen waarop het elektrisch licht komt te staan, zouden wij eigenlijk reeds over de resultaten van eenige jaren exploitatie moeten kunnen beschikken. Wij zullen dit nu slechts benaderend kunnen doen. Opgemerkt moet worden dat de prijs, die wij zullen krijgen, vermoedelijk iets te hoog zal zijn. Op de exploitatierekening komt o. a. een post voor voor een toelage aan den technischen agent van de firma SMIT & Co. voor het onderrichten van den chef machinist. Dit is enkel het eerste jaar noodig. Verder komt op die rekening voor een som voor vernieuwing van verschillende onderdeelen, zoo is o. a. gerekend dat na 8 jaar de ankers moeten vernieuwd worden. Wij hopen dat dit na dat tijdsverloop nog niet noodig zal zijn.

De exploitatie kosten zijn begroot op *f* 25750.— Hierbij moet nog gerekend worden een som voor rente en afschrijving van het aanlegkapitaal. Rekenen wij 7% dan is dit, in aanmerking nemende, dat de vernieuwingen aan de machines reeds op de exploitatierekening voorkomen zeker hoog gerekend.

De kosten per jaar worden dan

exploitatierekening	*f*	25750.—
rente en afschrijving	„	6163.50
te zamen. .	*f*	31913.50

Bij het opmaken van de exploitatiekosten is gerekend dat dagelijks de maximum-verlichting gedurende $5^1/_2$ uur en de minimum-verlichting gedurende 6 uur gegeven wordt. Daarbij is aangenomen dat gedurende dien tijd 24 booglampen in de hangars branden. In dit geval zou per jaar 110.060 *kilowatt*-uren worden gegeven. De prijs van de *kilowatt*-uur komt dan op *f* 0,29. Dit is een gemiddelde prijs, het booglicht zal duurder zijn dan het gloeilicht. Een gloeilamp van 16 N. K. verbruikt 55 watt en komt ons dus te staan op 1.6 cent per uur (*) gerekend tegen den gevonden gemiddelden prijs. Zoo zal de $4^1/_2$-*ampère* booglamp per uur kosten 7.3 cent. Het gouvernement laat hiervoor 9 cent betalen, deze prijs is alleszins gerechtvaardigd, het booglicht is reeds duurder dan het gloeilicht, bovendien is de installatie van deze booglampen veel kostbaarder geweest, daar voor de 24 booglampen die branden mogen een aanleg van 60 lampen noodig was, ook zijn de booglampen in aanschaffing vrij kostbaar. De $4^1/_2$-*ampère*-booglamp heeft een lichtsterkte van ongeveer 500 kaarsen, de 100 kaarsen kosten dus per uur 1.5 cent, terwijl het gloeilicht per 100 kaarsen en per uur 10 cent kost. Bij de grootere booglampen is de verhouding voor dezen nog gunstiger. Zooals bij de beschrijving der dynamo's is gezegd, kan nog meer stroom gegeven worden dan op het oogenblik geschiedt. Het spreekt van zelf dat als de verlichting nog uitgebreid wordt tot dat de dynamo's ten volle belast zijn, de kosten van de *kilowatt* zullen dalen.

(*) Na een half jaar exploitatie is gebleken dat de prijs van zulk een lamp per uur komt op 1.76 cent.

Aan het einde van de beschrijving der installatie gekomen zij het mij vergund met een enkel woord ook de gebreken aan te geven, die naar mijne meening de installatie aankleven. Het aantal dynamo's komt mij voor hetgeen geleverd moet worden, te groot voor. Dit is een gevolg van den eisch dat oude dynamo's bij de nieuwe installatie moesten gebruikt worden. Gevoegelijk had met twee grootere booglicht-dynamo's kunnen volstaan worden; vroeger is reeds gezegd dat de construktie dier dynamo's niet meer aan de tegenwoordig gestelde eischen voldoet. Ook zijn geene reserve machines en dynamo's aanwezig. Men heeft gerekend dat het voldoende was dat reservedeelen aanwezig waren. Doet zich de omstandigheid voor dat tegelijk eene stoommachine en een der dynamo's van de andere machine defect zijn, dan kan zelfs de minumum-verlichting niet worden gegeven. Door het aanbrengen van een transmissie-as had hierin kunnen worden te gemoet gekomen.

Wat de nieuwe elektrische machineriën aanbelangt kan geconstateerd worden dat de dynamo's regelmatig en vonkenloos loopen, de booglampen branden rustig en wat verder tot den aanleg behoort voldoet goed. Een woord van lof mag dan ook niet aan de firma SMIT & Co. worden onthouden, zoowel voor wat betreft hun fabriekaat als voor den aanleg der installatie.

Bijlage B.

EENIGE MEDEDEELINGEN BETREFFENDE DE HAVENWERKEN TE MANILLA.

De aanleiding hiertoe werd gevonden in een geschenk van den Inspecteur-Generaal der wegen en waterstaatswerken, Directeur van de havenwerken aldaar E. LOPEZ NAVARRO aan het Departement alhier, bestaande uit een stel photographiën betreffende de onderhanden werken, vergezeld van een kaart, waarop het ontwerp is aangegeven en die op plaat III is overgenomen. Nadere inlichtingen werden daarbij niet ontvangen, doch de Heer NAVARRO heeft de toezending beloofd van eene memorie, welke daarover in bewerking is.

Omtrent de *Phillippijnsche* eilanden in het algemeen en *Manilla* in het bijzonder vindt men elders de noodige mededeelingen, waaraan het volgende is ontleend, dat tot recht verstand van hetgeen later nog op technisch gebied zal kunnen worden vermeld, wellicht niet van belang ontbloot is.

De *Phillippijnen* vormen een archipel van ruim 1400 eilanden, welke zich uitstrekt van 4°40′ tot 20° N.B. en van 116°40′ tot 126°30′ O.L. In het noorden sluiten zij door een reeks kleine eilanden aan *Formosa* en in het zuiden door de groepen van *Pelawan*, de *Soeloe*-eilanden en de *Talauer*-eilanden aan de noordelijke punten van

Borneo en *Celebes*. De *Soeloe*- en de *Celebes*-zee worden door laatstgenoemde groepen ingesloten.

Daar het noorden en zuiden van de *Philippijnen* evenver van elkander verwijderd zijn als het noorden van *Engeland* en het zuiden van *Italië*, is het niet te verwonderen dat in het klimaat veel verscheidenheid heerscht. In hoofdzaak onderscheid mem drie seizoen: het *koude* van November tot Februari of Maart, het *heete* van Maart tot Juni en het *natte* van Juni tot November.

Het koude seizoen is het aangenaamste, men heeft dan veel noordenwind en kan wollen kleederen dragen; in het heete heeft men zware onweders en stormen en in het natte heerschen de hevige stortregens, *colla's*, die veelvuldige overstroomingen veroorzaken.

Eenige meteorologische gegevens voor vier op verschillende breedten gelegen plaatsen zijn in het volgende staatje verzameld.

	Seizoen.			
Manilla 14°36′ N.B.... op het eiland *Luzon*	koud	heet	nat	perjaar
gemiddelde temperatuur	72°32	87°26	86°16	Fahr:
regenval in m.M.....	220	266	914	1400
Ceboe op een eiland 10°15′ N.B.				
gemiddelde temperatuur	75°02	86°13	75°86	
regenval in m.M.....	318	236	683	1237
Davao (Zuiden van *Mindanao*) ongeveer 7° N.B.				
gemiddelde temperatuur	86°90	88°70	87°11	
regenval in m.M.....	420	997	817	2234
Soeloe ongeveer 6° N.B.				
gemiddelde temperatuur	81°98	82°97	83°03	
regeval in m.M.....	400	860	900	2160

De geleidelijke overgang tot ons Indisch-klimaat is in deze opgaven zeer merkbaar.

De algemeene richting der bergketenen is waaiersgewijze uitstralend van een punt op Zuid-*Luzon*. Er zijn veel sporen van vulcanische werking, maar het aantal werkzame kraters is gering. Toch heeft men meermalen hevige uitbarstingen en aardbevingen gehad, ook op *Manilla* zelf.

Wat de geologische gesteldheid van het belangrijkste eiland, *Luzon*, betreft, maakt men uit het voorkomen van koraalriffen landwaarts in en uit de omstandigheid dat de landengten in het zuiden uit alluvium bestaan, de gevolgtrekking dat dit eiland als zoodanig van jonge formatie is en niet lang geleden uit een reeks kleinere eilanden bestond.

Aan de zuidwestzijde is eene vlakke streek, die zich zuidwaarts tot aan de baai van *Manilla* voortzet en een van de rijkste landbouw-districten van het eiland vormt.

De bergketen welke deze vlakte aan de westzijde begrenst zet zich onder den naam van *Sierra de Marivelès* langs de baai van *Manilla* voort en vormt met het eiland *Talim* als verlengde de westelijke begrenzing daarvan. De zuidelijke en oostelijke begrenzing der baai is mede heuvelachtig met uitzondering van een groot binnenmeer dat zich oostwaarts ter oppervlakte van 900 K.M.² uitstrekt en *Laguna de Bay* heet. Door een rivier de *Pasig* staat dit met de baai in verbinding.

Deze laatste heeft een omtrek van 220 K.M. en is in N.O. en Z.W. moessons onveilig. Schepen van meer dan 300 ton inhoud moeten dan een schuilplaat zoeken in een zuidwaarts van *Manilla* gelegen havenplaats *Cavité*. Kleinere vaartuigen vonden een veilige ankerplaats achter een zeebreker voor de monding van de *Pasig*. Volgens opgave zou men in 1880 aan een nieuwen zeebreker zijn begonnen en het is niet onwaarschijnlijk dat zich daaruit later het uitvoerige plan heeft ontwikkeld dat op de kaart (pl. III) is voorgesteld.

Men ziet daarop tevens de uitmonding van de *Pasig* die ongeveer 22 K.M. lang is en de stad in twee deelen verdeelt. Op den noordelijken oever heeft men een bazaar, wat wij de Chineesche kamp zouden noemen en aldaar onder den naam van *Escolta* bekend is. Oostwaarts daarvan ligt eene groote inlandsche voorstad, die zich eenige kilometers ver langs de *Pasig* uitstrekt. Aan de wijstzijde van de *Escolta* liggen *Binondo* het handelskwartier en *San-Miguel* de deftige buurt, waar de Spanjaarden en vreemdelingen wonen. Sedert de aardbeving van 1880 zijn daar een paar nieuwe paleizen gesticht voor den gouverneur of kapitein-generaal en voor den admiraal, terwijl men er tal van kerken en andere publieke gebouwen aantreft, zooals het hospitaal van *St. Lazarus*, de *garnera* of het groote oorlogsmagazijn en de beroemde sigarenfabriek, welke $2^1/_2$ HA. beslaat en waar dagelijks 1000 vrouwen arbeiden. Verschillende dezer gebouwen zijn op de photographiën in de verte zichtbaar doch op de kaart komt dit gedeelte niet voor, wel een stuk van de oude stad besloten binnen het fort *St. Jago* die aan de zuidzijde van de *Pasig* is gelegen en door een steenen brug en een hangbrug gemeenschap heeft met de wijken aan de overzijde.

De voornaamste poort van de oude stad is de *Entrada* met het douane-kantoor. Men heeft er breede en zindelijke elkaar meest rechthoekig snijdende straten en ruime pleinen doch het verkeer is niet druk en dit gedeelte wordt des avonds nog eenvoudig met olielampen verlicht.

Uit het plan zou men opmaken dat men door de ontworpen uitbreidingen aan dit deel meer leven en handelsverkeer wil bezorgen.

Voorloopig is men echter nog slechts aan de zeehoofden en aan het achterste bassin begonnen. Zooals uit de kaart blijkt zullen er drie bassins komen respectievelijk met 6, 8 en 9 M. waterdiepte. Dat van 6 M. staat door een kanaal met de *Pasig* en dus met de binnenscheepvaart op de Lagune in gemeenschap.

Uit de platen blijkt dat de bergsteen op twee plaatsen van de rotsen van het eiland *Talim* wordt gebroken en

dat eene lichtere tufsteensoort vermoedelijk bestemd voor invulling aan de oevers van de *Pasig* wordt ontleend, terwijl ook in de bergen langs de lagune een vierde steengroef in exploitatie is.

Ten slotte mag niet onvermeld blijven dat het scheepvaart-verkeer in 1892 blijkens JUSTUS PERTHES Taschen- atlas bedroeg aan in- en uitgeklaarde schepen ± 320 met ± 368000 ton inhoud en dat de gezamenlijke waarde van den invoer *f* 45.360.400.— en van den uitvoer *f* 56.220.000.— beliep alles voor den geheelen archipel, doch waarvan *Manilla* ongetwijfeld het voornaamste deel toekomt.

NOTULEN DER ALGEMEENE VERGADERING OP 22 MEI 1896 IN HET GEBOUW DER AFDEELING.

Aanwezig de navolgende leden: J. E. DE MEIJIER President A. P. MELCHIOR Penningmeester, A. A. VAN HEURN Bestuurslid, J. NUHOUT VAN DER VEEN, A. SNETHLAGE. J. J. STIELTJES, J. FRENKEL, H. D. HAVERKAMP en C. DE VRIES, en het buitengewoon lid J. J. S. VAN LEEUWEN, terwijl geïntroduceerd was de Heer C. J. BOLLÉE.

De president opent de vergadering en heet de aanwezigen welkom.

Van den Vice-President, den Heer D. R. J. BARON VAN LIJNDEN en van het bestuurslid den Heer G. P. A. RENAND is bericht ontvangen, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen, terwijl de Secretaris de Heer J. FRENKEL kennis heeft gegeven dat hij wegens zijn aanstaand vertrek naar Europa verplicht is zijn ontslag aan te bieden.

De President noodigt het lid C. DE VRIES uit het Secretariaat waar te nemen.

De notulen van de vorige algemeene vergadering worden gelezen; niemand naar aanleiding daarvan het woord verlangende worden zij gearresteerd.

De President geeft het woord aan den Penningmeester die verslag uitbrengt betreffende het geldelijk beheer der afdeeling gedurende het afgeloopen jaar. Daarna noodigt de president de Heeren NUHOUT VAN DER VEEN en SNETHLAGE uit om de verantwoording van den Penningmeester na te zien en daarvan te goeder tijd te willen rapporteeren. De genoemde leden verklaren zich daartoe bereid.

Het verslag van den Penningmeester en de winst- en verliesrekening en de balans zijn onder Bijlagen A en B achter deze notulen afgedrukt.

De President leest het Algemeen verslag betreffende den toestand en de werkzaamheden van de Afdeeling Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 1 April 1895 tot 1 April 1896 voor. Dit verslag is bij deze notulen opgenomen als bijlage C.

Naar aanleiding van het in dit verslag voorkomende betreffende de nieuwe wagens van de Staatsspoorwegen en die van de Nederlandsch-Indische Spoorweg-Maatschappij doet de president eene mededeeling, die als bijlage D achter deze notulen is afgedrukt.

Daarna deelt de president mede:

a. dat van den Raad van Bestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs bericht is ontvangen, dat de nieuwe Huishoudelijke Voorschriften voor de Afdeeling zijn goedgekeurd;

b. dat, ingevolge een verzoek van den Directeur van Onderwijs, Eeredienst en Nijveaheid, eene bijdrage voor het Koloniaal Verslag is aangeboden;

c. dat van den Directeur van Burgerlijke Openbare Werken is ontvangen het verslag betreffende de Staatsspoorwegen in Nederlandsch-Indië over 1894.

Hierna wordt overgegaan tot de verkiezing van een president, een vice-president en een bestuurslid, tengevolge van de aftreding van de Heeren J. E. DE MEIJIER D. R. J. BARON VAN LIJNDEN en G. P. A. RENAND en van een Secretaris, tengevolge van het, wegens vertrek naar Europa, bedanken van den Heer J. FRENKEL.

De uitslag is dat worden uitgebracht:

voor President: 8 stemmen op den Heer J. E. DE MEIJIER, 1 stem op den Heer G. VAN HOUTEN;

voor Vice-President: 9 stemmen op den Heer D. R. J. BARON VAN LIJNDEN;

voor bertuurslid: 8 stemmen op den Heer G. P. A. RRNAUD; 1 stem ongeldig;

voor Secretaris: 7 stemmen op den Heer C. DE VRIES, 1 stem op de Heeren A. SNETHLAGE en A. P. MELCHIOR;

zoodat herkozen zijn: tot president de Heer J. E. DE MEIJIER tot Vice-President de Heer D. R. J. BARON VAN LIJNDEN, tot bestuurslid de Heer G. P. A. RENAUD en gekozen tot Secretaris de Heer C. DE VRIES.

De President dankt voor het in hem gestelde vertrouwen en verklaart de benoeming aan te nemen.

Aan de Heeren D. R. J. BARON VAN LIJNDEN en G. P. A. RENAUD zal van hunne benoeming worden kennis gegeven; de Heer C. DE VRIES verklaart de benoeming van Secretaris aan te nemen.

Het woord wordt alsnu verleend aan den Heer J. NUHOUT VAN DER VEEN tot het doen van eene mededeeling over den bouw van een koelkamer bij het Instituut-*Pasteur* te *Weltevreden*.

Die mededeeling is als bijlage E achter de notulen van deze vergadering afgedrukt.

Nadat op verzoek van een tweetal leden enkele toelichtingen zijn verstrekt, bedankt de president den spreker voor zijne mededeeling.

De President deelt vervolgens het een en ander mede over door den Heer F. CHAULAN, bouwkundige te *Batavia* geimporteerd wordende plafonds van dun staalplaat.

Deze mededeeling is opgenomen bij deze notulen als bijlage F.

Ten slotte deelt de president het een en ander mede over de opschuring van dynamiet en andere explosieve stoffen, welke mededeeling als bijlage G bij deze notulen is gevoegd.

Beide mededeelingen geven geen aanleiding tot discussie.

Op de vraag af nog iemand in het belang van de afdeeling het woord verlangt, wordt dit gevraagd door den Heer SNETHLAGE.

Vernomen hebbende dat door de Bataviasche-Ooster Spoorweg-

maatschappij een spoorwegbrug gebouwd zal worden over de *Tji-Taroem* vraagt hij aan het Bestuur of het niet mogelijk zou zijn, dat de leden gezamenlijk in staat werden gesteld daarheen eene excursie te maken, als de onderbouw zoover gevorderd is, dat hij het meest de bezichtiging waard is.

De Heer VAN HEURN verklaart zich bereid de leden daartoe in staat te stellen.

De President verklaart zich met het denkbeeld van den Heer SNETHLAGE te kunnen vereenigen en belooft met het Bestuur te zullen overwegen hoe daaraan uitvoering zal worden gegeven.

Niets meer aan de orde zijnde wordt de vergadering gesloten.

De President,
J. E. DE MEIJIER.
De Secretaris,
C. DE VRIES.

Bijlage **A.**

VERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET TIJDVAK LOOPENDE VAN 1° APRIL 1895 tot ULT°. MAART 1896.

Uit de als bijlage overgelegde Winst- en Verliesrekening blijkt, dat het Kapitaal der Vereeniging in het afgeloopen jaar met *f* 617.93 is verminderd en dus op ult°. Maart bedroeg *f* 11700.57.

Bij de beoordeeling van dit ongunstige resultaat moet in aanmerking worden genomen, dat gedurende het beschouwde tijdvak 2 jaargangen van het afdeelingstijdschrift zijn uitgegeven en ook grootendeels zijn bekostigd.

Contributie.

Volgens het voorgaand Verslag was aan contributie over 1893–94 nog te innen *f* 315.—. Dit bedrag bleek met *f* 10.— te moeten worden verhoogd en dus te moeten worden gesteld op *f* 325.— Hiervan werd *f* 300.— geind en *f* 25.— werd afgeschreven ten name van een voormalig lid, dat in 1893 heeft bedankt en gemeend heeft de contributie over 1893–94 niet schuldig te zijn.

Volgens het voorgaand Verslag was aan contributie over 1894–93 nog te innen *f* 1015.—, welk bedrag met *f* 40.— moet worden verhoogd en dus gesteld op *f* 1055.—

Hiervan werd *f* 5.— afgeschreven ten name van een lid, dat gebleken is in Maart 1895 op reis naar Indië te zijn overleden en dus feitelijk geen lid der afdeeling is geweest.

Van het restant ad *f* 1050.— is *f* 880.— geind en *f* 170.— nog te ontvangen en aan de debetzijde op de balans gebracht.

Over 1895–96 is verschuldigd geworden:

door 129 gewone leden	à *f* 25.—	.....	*f* 3225.—
" 17 buitengewone leden	" " 15.—	.....	" 255.—
" 11 leden mailsurplus	" " 5	.....	" 55.—
		te zamen	*f* 3535.—

Hiervan is ontvangen *f* 2485.— en nog te innen *f* 1050.—

Door een lid is de contributie over het jaar 1896–97 vooruit betaald. Deze som is aan de creditzijde op de balans gebracht.

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

Deposito en effecten.

De 9 aandeelen in de Rotterdamsche Hypotheekbank (8 van *f* 1000.— en één van *f* 500.—) zijn nu op de balans gebracht tegen den koers van den dag (10¼ %), hetgeen eene afschrijving van *f* 128.75 noodig maakte.

Voorts zijn 2 aandeelen van *f* 1000.— à pari uitgeloot en door nieuwe aandeelen vervangen.

Dit bracht een schade mede van *f* 76.71 namelijk *f* 25.— koersverschil, *f* 18.28 verschenen rente op den dag van aankoop, *f* 12.— assurantie-kosten en *f* 21.43 commissieloon en verdere onkosten.

In de Bataviasche Spaarbank lag gedeponeerd *f* 1167.10.

Rente.

Van de gekweekte rente ad *f* 331.95 werd *f* 297.50 genoten op de pandbrieven. Het bedrag van *f* 125.— voorkomende op de balans is ongeveer het 5/6 gedeelte van de waarde der op 1 Mei 1896 vervallende coupons dier pandbrieven.

Bibliotheek en Meubilair.

Dit hoofd is voor hetzelfde bedrag als verleden jaar op de balans uitgetrokken. Afgeschreven zijn de onkosten, welke gemaakt zijn voor vernieuwing en onderhoud van het meubilair en voor het inbinden van tijdschriften.

Instituutskas in Nederland.

Aan de Instituutskas in Nederland werd *f* 2100.— overgemaakt. De rekening-courant gaf op ult°. Maart een saldo ten voordeele der afdeeling aan van *f* 173.32.

Frankeer- en Expeditiekosten.

Het onder dit hoofd uitgegeven bedrag is ruim *f* 118.— hooger dan ten vorigen jare.

Dit verschil is voornamelijk een gevolg hiervan, dat in het afgeloopen jaar 2 jaargangen van het afdeelingstijdschrift zijn verzonden en in het voorafgaand jaar geen enkele en voorts van de omstandigheid, dat ten gevolge van het verloren raken van een schrijven van den Secretaris van den Raad van Bestuur de frankeerkosten van ééne aflevering van het Nederlandsche tijdschrift, welke in het voorgaande jaar geboekt hadden moeten worden, eerste nu zijn opgebracht.

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

Afdeelingstijdschrift.

Ten behoeve van het Afdeelingstijdschrift 1893–94 is nog uitgegeven *f* 820.60.

Voor den jaargang 1894–95 werd uitgegeven *f* 583.45; verdere uitgaven voor dit deel behoeven niet te worden gedaan.

Verkoop van Afdeelingstijdschriften.

De verkoop van door de Afdeeling uitgegeven drukwerken leverde een bate op van *f* 179.75, waarvan een som van *f* 44.— nog moet worden ontvangen.

Onder de som van *f* 179.75 is begrepen een bedrag van *f* 140.—, waarvoor door de Firma G. KOLFF & Co 35 expl. van het Handboek der Bouwhygiene zijn overgenomen.

Vergaderingen en lokaal.

De kosten van den tocht naar *Tandjong-Priok* op 17 October 1895 beliepen *f* 192.35 waarvan *f* 146.— door de leden, die aan dien tocht hebben deel genomen, is bijgedragen.

Hiervan moet een som van *f* 6.50 nog worden ontvangen, welke op de balans is gebracht in mindering van de op ult°. Maart nog verschuldigde *f* 240.— lokaalhuur.

Kassa.

Het kassaldo bedroeg *f* 568.40.

BATAVIA, 31 Maart 1896.

De Penningmeester,
A. P. MELCHIOR.

Bijlage **B.**

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië,

1 APRIL 1895 tot 31 MAART 1896.

WINST- EN VERLIESREKENING.

Debet.

Contributie-aandeel Instituutskas in Nederland..	*f*	1825.—
Afgeschreven op contributie-rekening 1893—94..	"	25.—
" " " 1894—95..	"	5.—
" " bibliotheek en meubilair	"	17.30
" " de waarde der aandeelen in de Rotterdamsche Hypotheekbank.....	"	128.75
Onkosten gevallen op de verwisseling van 2 uitgelote id. id.	"	76.71
Vergaderingen en lokaal.....	"	636.43
Frankeer- en expeditie-kosten	"	458.72
Afdeelingstijdschrift 1893—94.....	"	820.60
" 1894—95.....	"	583.45
Diverse uitgaven.....	"	137.67
	f	4714.63

Credit.

Herziening contributie-rekening 1893—94.....	*f*	10.—
" " " 1894—95.....	"	40.—
Contributie-rekening 1895—96	"	3535.—
Rente-rekening	"	331.95
Verkoop van afdeelingstijdschriften.....	"	179.75
Nadeelig saldo, overgebracht op de kapitaalrekening	"	617.93
	f	4714.63

BALANS.

Aan deposito- en effecten-rekening.....	*f*	9773.35
" bibliotheek en meubilair.....	"	250.—
" rente-rekening.....	"	125.—
" contributie-rekening 1894—95.....	"	170.—
" " " 1895—96.....	"	1050.—
" entreé-rekening.....	"	5.—
" verkoop van afdeelingstijdschriften.....	"	44.—
" instituutskas in Nederland.....	"	173.32
" kassa.....	"	568.40
	f	12159.07

Per kapitaal-rekening	*f*	11700.57
" contributie-rekening 1896—97 voor vooruitbetaalde contributie.....	"	25.—
" vergaderingen en lokaal	"	233.50
" frankeer- en expeditiekosten	"	200.—
	f	12159.07

Gezien en accoord bevonden:

De Commissie van verificatie,

A. SNETHLAGE.

J. NUHOUT VAN DER VEEN.

BATAVIA, 31 Maart 1896.

De Penningmeester,
A. P. MELCHIOR.

Bijlage **C.**

ALGEMEEN VERSLAG BETREFFENDE DEN TOESTAND EN DE WERKZAAMHEDEN VAN DE AFDEELING NEDERLANDSCH-INDIË VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS VAN 1 APRIL 1895 TOT 1 APRIL 1896.

I. Bestuur.

In de vergadering van 10 Mei 1895 werden de Penningmeester A. P. MELCHIOR en het lid A. MIJER, die aan de buurt waren voor periodieke aftreding, herkozen.

II. Leden.

Het aantal leden bedroeg op 1 April 1896 volgens de ledenlijst 150, tegen 153 op 1 April 1895.

II. Financiën.

Blijkens de balans bedraagt het Kapitaal der afdeeling op 1 April 1896: *f* 11700.57, tegen *f* 12318.50 op 1 April 1895. Een niet onbelangrijke invloed op dit resultaat had de wijziging in inkomsten vermeld in het verslag van den Peningmeester over het voorgaande tijdvak (zie Afd. Tijdschrift 1894/95 blz. XXVI).

IV. Huishoudelijk Reglement,

Daar de voorraad exemplaren van de, bij missive van den Raad van Bestuur van 10 October 1876 N°. 244 goedgekeurde Huishoudelijke Verordeningen was uitgeput, werd tot een herdruk besloten en van deze gelegenheid gebruik gemaakt om eenige verouderde bepalingen te wijzigen. De goedkeuring daarop werd bij missive van den Raad van Bestuur van 30 December 1895 N°. 416 verkregen, waarna de nieuwe exemplaren aan de leden zijn rondgezonden.

V. Vergaderingen en Excursien.

Er werden in het verslagjaar twee vergaderingen gehouden, namelijk op 10 Mei 1895 en op 16 October 1895. Naar aanleiding van de op laatstgenoemde algemeene vergadering behandelde electrische verlichting te *Tandjong-Priok* werd op 17 October d.a.v. aan de leden der afdeeling met hunne dames en eenige genoodigden de gelegenheid gegeven des avonds de installatie in werking te zien. Met een extra-tram, daartoe welwillend door den administrateur der N. I Tramweg Mij. ons medelid J. H. DUPPEN ter beschikking gesteld, werd het gezelschap van de bovenstad vervoerd naar het station B.O.S. van waar de tocht per trein van 7u 30 werd voortgezet. Te *Priok* aangekomen werd de installatie bezichtigd en ging men vervolgens in de Westergracht aan boord van twee stoombootjes waarmede naar de buitenhaven werd gestoomd om het effect van het licht van de zeezijde te beoordeelen.

In een der hangars, die daartoe speciaal met gloeilampen was versierd en van een door electriciteit gedreven ventilator voorzien, een en ander door de goede zorgen van den Agent der firma WILLEM SMIT & Co, den heer P. D. MUIJLWIJK, was een klein souper aangericht, dat door particuliere bijdragen van de leden was bekostigd, waarop met den laatsten trein van 10u 30 de terugtocht werd aangenomen.

In de stad *Batavia* werd het gezelschap weder opgewacht door een extra-tram, waarmede het huiswaarts keerde.

Juist een maand later was er door toevallige omstandigheden weder aanleiding tot een excursie, ditmaal naar *Buitenzorg*.

In verband met de nieuwe dienstregeling van den loop der treinen over *Java* welke op 6 Januari 1896 in werking zou treden wenschte de Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij een proefrit van *Weltevreden* naar *Buitenzorg* te doen met een trein, waarin de nieuwe wagens voor het doorgaand verkeer waren opgenomen en die bij een maximum gewicht dien afstand binnen 70 minuten moest afleggen. De Chef der Exploitatie, ons medelid A. SNETHLAGE besloot de leden van onze afdeeling met hunne dames in de gelegenheid te stellen dien proefrit mede te maken en stelde daartoe 75 kaarten tot onze beschikking. De tocht had plaats op Zondag 17 November des morgens 6u 30 van *Weltevreden*, aankomst te *Buitenzorg* 7u 38, en terug van daar om 10u 54, aankomst te *Weltevreden* 12u 2 n.m.

Door de goede zorgen van ons medelid, den Luitenant-Kolonel J. J. STAAL waren de genoodigden in de gelegenheid eene Matinée musicale in den Plantentuin bij te wonen.

Voor nadere bijzonderheden betreffende de installatie van de electrische verlichting te *Tandjong-Priok* en de nieuwe wagens voor het doorgaand verkeer wordt verwezen naar de betrekkelijke bijlagen behoorende bij de notulen van de vergaderingen van 16 October 1895 en 22 Mei 1896.

VI. Bibliotheek.

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

VII. Tijdschrift.

Het tijdschrift 1894–1895 kon ditmaal in den loop van 1895 worden uitgegeven, terwijl dat voor 1895–1896 onderhanden werd genomen. De notulen der vergadering van 10 Mei 1895 werden in eerstgenoemden jaargang opgenomen.

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

Bijlage **D.**

PROEFRIT NAAR BUITENZORG OP 17 NOVEMBER 1895.

Het doel van dezen proefrit was om na te gaan of bij een rijtijd van 68 minuten, inclusief 8 minuten voor waternemen en smeren te *Depok*, van *Weltevreden* naar *Buitenzorg* zoo regelmatig gereden kan worden, dat de snelheid in de wissels niet hooger dan 25 K.M. per uur en buiten de wissels niet hooger dan tot respectievelijk 60 K.M. op het baanvak *Weltevreden-Tjileboet* en 45 K.M. op het baanvak *Tjileboet-Buitenzorg* behoefde te worden opgevoerd.

Om de omstandigheden niet voordeeliger te nemen dan bij gewonen treindienst, werden *Lambton*-(Australische) kolen gestookt en waren de zwaarste rijtuigen van de Staatsspoorwegen en van de Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij in den trein geplaatst.

De locomotief wegende 18 ton was voorzien van een snelheidsmeter, sijsteem STRONDLEIJ, waarbij de draaiende beweging van de drijfas middels eene riemschijf wordt overgebracht op

een roteerend pompje, waardoor het water in een peilglas naast de standplaats van den machinist stijgt bij vermeerdering der snelheid. De verdeeling in kilometers per uur is empirisch op het peilglas aangebracht.

De samenstelling van den trein was als volgt:

Een bagagewagen N°. 1 N. I. S.....	=	2	eenheden.
De salonwagen van zijne Exellentie den Gouverneur-Generaal (S.S.)		5	"
Een nieuw rijtuig der S.S. AB_2 N°. 5	=	3	"
Een dito der S.S. AB_7 N°. 6	=	3	"
Een dito N. I. S. AB_7 N°. 15	=	4	"
Een dito N. I. S. AB_2 N°. 16	=	4	"
te zamen		21	"

Inclusief de passagiers was het treingewicht dezer 21 eenheden 80 ton verdeeld over 22 assen.

In werkelijkheid was de rijtijd van den opgaanden trein 65 minuten, het oponthoud 3 minuten, te zamen 68 en die van den terugkeerenden 64 minuten, oponthond 2 minuten te zamen 66 minuten, zoodat de uitkomsten zeer bevredigend waren.

Het publiek had bij dezen rit tevens de gelegenneid met de nieuwe personenrijtuigen kennis te maken, bestemd voor het doorgaande verkeer tusschen *Batavia* en *Soerabaja*, welke door keurige en doelmatige inrichting uitmunten en waarvan wij de beschrijving van de hand van onzen Vice-President, hieronder laten volgen.

Beschrijving der nieuwe rijtuigen.

Sedert eenigen tijd zijn op de Westerlijnen van den Staat en op de lijn *Batavia-Buitenzorg* der Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij nieuwe 1e en 2e klasse-rijtuigen in gebruik, welke door hunne doelmatigheid en de meerdere gemakken welke zij aan de reizigers aanbieden, door het publiek zeer op prijs worden gesteld en beter dan de andere typen van rijtuigen voldoen aan de daaraan in een tropisch klimaat op langere trajecten te stellen eischen.

De rijtuigen van den staat zijn bestemd voor de zoogenaamde doorgaande treinen tusschen *Weltevreden* en *Djokjakarta*, waarvan het 440 K.M. lange lijngedeelte *Weltevreden-Maös* in één dag in $12^3/_4$ uren wordt afgelegd, terwijl de rijtuigen der Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij zoowel in locaalverkeer op de lijn *Batavia-Buitenzorg* als in rechtsteeeksch verkeer met het station *Tjiandjoer* der Westerlijnen worden gebruikt.

Op plaat 10 en 11 is de inrichting dier rijtuigen, waarvan eene korte beschrijving hieronder eene plaats moge vinden, voorgesteld.

Rijtuigen van den Staat.

De onderstellen dezer rijtuigen werden geleverd door de Société Anonyme de Construction „la Métallurgique" te Brussel, terwijl één rijtuig gemonteerd als model door genoemde maatschappij werd uitgezonden. De kosten van zoodanig rijtuig komen met inbegrip van vracht in Indie te staan op ruim *f* 11000.—

De ijzeren onderstellen lang 11,– breed 1.70 Meter rusten middels vaste schuine draagvlakken op 2 tweeassige draaibare truck's met een radstand van 1.80 Meter, bedragende de afstand der truck's hart op hart 6.70 Meter. en de totale radstand alzoo 8.50 M.

De onderstellen zijn voorzien van remwerk dat middels een remhandel en eene kettingschijf op 8 remblokken wordt bewogen.

De kasten der in Indie gebouwde rijtuigen zijn van djatihout met ijzeren consoles en hoeken; de vloer zoowel als het dak zijn dubbel, terwijl het bovendek bekleed is met geteerd en gezand doek. Buitenwerks gemeten hebben zij de volgende afmetingen: lengte 9.50 M., breedte 2.45 M. terwijl de minimumhoogte inwendig 2 M. bedraagt.

Het 1ste klasse compartiment bevat 6 zitplaatsen, waarvan 4 vaste fauteuils en 2 losse stoelen. Door neêrslaan van de beweegbare zijschotten van het rijtuig en verplaatsing der losse stoelen knnnen eerstbedoelde zitplaatsen in ligplaatsen worden veranderd.

Op het met hekwerk afgesloten bordes is nog gelegenheid tot plaatsing van twee klepstoeltjes.

Tusschen de zitplaatsen zijn 4 kleptafels aangebracht, terwijl zich in het midden van het vertrek nog 1 langwerpige kleptafel bevindt.

Het 2de klasse compartiment bevat 10 zitplaatsen, waarvan er 8 twee aan twee in ligplaatsen kunnen worden veranderd door het uittrekken van schuiven onder de zittingen aangebracht.

Op het bordes kan, door het uitslaan van kleppen, nog over 2 zitplaatsen worden beschikt.

Tusschen beide compartimenten bevindt zich aan de eene zijde een retirade, aan de andere zijde een toilet met waschgelegenheid, welke inrichtingen bestemd zijn voor beide klassen van reizigers.

De rijtuigkast is over de geheele lengte voor de ventilatie voorzien van vaste jalouzien, terwijl de raamopeningen naar verkiezing gesloten kunnen worden door glasramen, kopergazen stoframen en jalouzien.

Alle zitplaatsen zijn van rottan-zittingen voorzien zonder kussens.

De afwerking is eenvoudig doch doelmatig, terwijl de rijtuigen luchtig zijn en veel ruimte aanbieden. Ook in kleine bochten en bij grootere snelheden is de gang rustig.

Het gewicht (ledig) bedraagt ± 12.500 Kgr.

Rijtuigen der Nederlandsch-Indische Spoorweg-Maatschappij.

Deze rijtuigen werden geleverd door de firma BEIJNES & C° te *Haarlem*.

Zij zijn gebouwd op ijzeren onderstellen lang 11.14 M breed ± 1.60 M, rustende op 4 assen welke twee aan twee vereenigd zijn in draaibare truck-onderstellen.

De assen der truck's hebben een radstand van 2 M, bedragende de afstand der truck's hart op hart 6.30 M. en de totale radstand alzoo 8.30 M.

Hoewel op de teekening niet aangegeven, zijn de rijtuigen voorzien van een gelijksoortig remwerk als die der Staatsspoorwegen.

De geheele kast van het rijtuig rust op caoutchouc-blokken welke het gewicht op het ijzeren onderstel overbrengen.

Het eveneens dubbele dak is bovendien nog afzonderlijk beschermd door een met eenige tusschenruimte daarboven vrij aangebracht gegolfd gegalvaniseerd plaatijzeren bovendek.

De rijtuigkast is buitenwerks gemeten 9.74 M. lang en 2.45 M. breed en inwendig hoog aan de zijden 2.028 M.

Het 1ste compartiment bevat 7 zitplaatsen, waarvan 5 fauteuilzitplaatsen met hooge ruggen geplaatst in de dwarsrichting en 2 zitplaatsen geplaatst in de langsrichting van het rijtuig.

Door opzetbare beenkussens kunnen 2 ligplaatsen worden verkregen, terwijl alsdan nog 3 zitplaatsen beschikbaar blijven.

De eene ligplaats wordt gevormd door de beide fauteuils naast het zijbeschot en het opzetbare tusschenstuk; de andere door den hoekfauteuil bij den doorgang, het opzetbare gedeelte en een deel der dubbele langszitbank, waarvan de eene armleuning opklapbaar is en welker zitting zelve vooruitgeschoven kan worden.

Alle zitplaatsen hebben lederen bekleeding, terwijl de zitkussens los op de rottanzittingen geplaatst zijn en desverkiezende verwijderd kunnen worden.

Het 2de klasse compartiment is door een tusschenschot verdeeld in twee afdeelingen met open doorgang. De plaatsing en verdeeling der 22 zitplaatsen, waarvan 14 in het middelste en 12 in het uiterste compartiment, blijkt uit de teekening. Zij hebben rottan-zittingen en rugleuningen. Gelegenheid tot liggen wordt in de 2e klasse niet verstrekt.

Tusschen het 1e en 2e klasse compartiment bevindt zich aan de eene zijde van het rijtuig eene retirade tevens toilet, door afzonderlijke deuren uit beide afdeelingen bereikbaar.

De langszijden van het rijtuig zijn voorzien van doorloopende vaste jalouzien, naar buiten uitstekende en voor een deel de raamopening bedekkende. Verder zijn aangebracht opschuifbare jalouzien, inwendig met fijn kopergaas bedekt, welke in verschillende standen kunnen worden vastgezet, benevens naar beneden schuivende glasramen.

De rijtuigen hebben een rustigen gang en voldoen goed in he gebruik.

Het gewicht (ledig) bedraagt ongeveer 13500 Kgr.

Bijlage E.

BOUW VAN EEN KOELKAMER BIJ HET INSTITUUT PASTEUR TE WELTEVREDEN.

In den loop van het jaar 1894 werd van den Directeur van Onderwijs, Eeredienst en Nijverheid de opdracht ontvangen tot het maken van een mergkamer bij het Instituut PASTEUR te *Weltevreden*.

Zulk een vertrek dient tot het bewaren van de ruggemergen van na inenting gestorven konijnen, waaraan de stof, waarmede door dolle honden gebeten personen worden ingeënt ontleend wordt.

De temperatuur in dat vertrek moet volgens de voorschriften van PASTEUR 23° C. bedragen en mag niet meer dan 25° en niet minder dan 20° C. zijn, terwijl de lucht zoo droog mogelijk moet zijn.

Bij hoogere of lagere temperatuur verliezen de bacteriën hun kracht.

Alvorens tot het maken van eenig ontwerp over te gaan werd in correspondentie getreden met den Directeur van het Instituut te *Saigon*; met geen resultaat echter, daar de mergen aldaar in een gewoon vertrek worden opgeborgen naar het schijnt omdat daar, zonderling genoeg, aan de door PASTEUR voorgeschreven temperatuur niet veel waarde wordt gehecht.

Het denkbeeld van Dr. EILERTS DE HAAN, Directeur van het Instituut PASTEUR te *Weltevreden*, destijds nog in *Parijs* vertoevende, van daar uit aan de hand gedaan om een kelder te maken, moest worden verlaten, toen bekend werd dat volgens de waarnemingen aan het magnetisch en meteorologisch observatorium te *Batavia* in het jaar 1886 verrichte waarnemingen de temperatuur van den bodem in de nabijheid van het oppervlak der aarde met geringe schommelingen tengevolge van de directe inwerking der zonnestralen nagenoeg constant 30° C. bedraagt.

Uit de waarnemingen aan het genoemde observatorium gedurende het 35-jarig tijdvak 1866–1890 (vol. XIII 1890 bladz. 224 tabel 58) blijkt, dat de gemiddelde temperatuur van de lucht te *Batavia* bedraagt 25°, 94 C.

Gedurende hetzelfde tijdvak kwam de hoogst waargenomen temperatuur voor op 6 November 1877, nl. (1 uur n.m.) 35°, 6 C, de laagste op 9 September 1877 (6 uur des morgens) nl. 18°, 9 C.

Uit dezelfde waarnemingen blijkt dat het maximum van het dagelijksch gemiddelde 28°, 17 en het maximum 22°, 53 bedraagt.

Bij genoemd observatorium bevindt zich de zoogenaamde magnetenkamer, waarin een zooveel mogelijk gelijkmatige temperatuur moet heerschen.

De toegang tot deze kamer wordt gegeven door 4 achter elkander geplaatste deuren. De wanden, vloer en plafonds zijn alle dubbel. De gemiddelde temperatuur in het vertrek bedraagt 26°, 67 C.

Op grond van deze cijfers viel er dus niet aan te denken een inrichting te maken tot het onderhouden van de verlangde temperatuur zonder kunstmatige afkoeling.

Het gemaakte gebouw (Plaats 12) bestaat als het ware uit 2 kamers in elkander, waarbij de ruimte tusschen de wanden (spouw) met een slecht geleidende stof is opgevuld (kolensintels).

Uit het laboratoruim van het bestaande gebouw van het Parc Vaccinogène geeft een ingang met drie deuren toegang tot de mergkamer die 4.20 M. lang, 3.73 M. breed, 3.50 M hoog is.

Het plafond is eveneens dubbel en bestaat uit baksteenen steekwulven op ijzeren liggers, die teneinde de warmte geleiding zoo weinig mogelijk te bevorderen, een kleine oplegging (± 12 c.M.) hebben.

De binnenmuur is dik 26 cm. de buitenmuur 40 cm. terwijl de spouw eene breedte heeft van 1 meter.

Deze afmetingen zijn alle bepaald op grond van nauwkeurige berekeningen destijds gemaakt door den Ingenieur P. J. OTT DE VRIES.

Het geheele gebouw staat op een zware zandbeplemping en is overdekt met een kap met pannen gedekt zoodanig dat het nooit onmiddellijk door de zonnestralen wordt beschenen.

In het midden van het vertrek tegen het plafond is opgehangen een ijzeren bak, 1 meter lang, 1 meter breed 1 meter diep.

Deze bak is tot op zekere hoogte met water gevuld, dat door er ijs in te brengen op een lage temperatuur wordt gehouden. Dit water kan langzaam wegvloeien door een buisleiding die zoo lang genomen is dat het water zooveel warmte kan opnemen dat de verlangde temperatuur onderhouden wordt.

Voor de berekening van de mate van afkoeling en van de hoeveelheid ijs tot het verkrijgen en onderhouden van de verlangde temperatuur is gebruik gemaakt van de formules voor den warmte-doorgang door muren enz. voorkomende in het Ingenieurs *Taschenbuch Hütte*, dl. I 1892, blz. 294 en volgende

$$W = C F \pi$$

waarin W het aantal warmte-eenheden per uur doorgevoerd; π de temperatuur-afname in C°, F het oppervlak van den warmte doorlatenden muur, plafond, deur, enz. C een coefficient afhangende van het doorlatend vermogen van een bepaalde stof per

uur in W.E. en voor 1° temperatuur-onderscheid binnen en buiten.

De warmte die de ruimte in de kamer opneemt kan aangevoerd worden:

1e door de zijmuren
2e door de plafonds
3e door den vloer
4e door de deuren
5e door de plafond-opening.

Bij de berekening werd aangenomen dat de temperatuur in de kamer 20° moet bedragen en dat de gemiddelde temperatuur van de buitenlucht 27° bedraagt.

Ik zal U verder met deze berekening niet bezig houden daar die uitteraard langwijlig en tamelijk vervelend is.

Ik wil alleen de resultaten mededeelen en de uitkomsten later in de praktijk. Uit de berekening dan bleek, dat om het vertrek op de verlangde temperatuur te houden gemiddeld per uur noodig zouden zijn 5 Kgr. ijs dus per etmaal 120 Kgr.

Voorts werd nagegaan hoeveel water in den bak moest voorhanden zijn. De berekening leerde 245 Liter.

Toen het gebouw gereed en droog was en nadat de binnenmuurvlakken met vernis bestreken waren, werd op 8 April 1895 een aanvang gemaakt met het op temperatuur brengen van de ruimte.

De verbruikte hoeveelheden ijs zijn vermeld in de volgende tabel.

	Temp. 's morgens.	IJs.	Temp. 's avonds.
8 April	27°, 3 C	600 pond	25°,
9 "	26°	1200 "	23°
10 "	23°	600 "	20°,15
11 "	22°	800 "	21°,15
12 "	21°,30	400 "	20°,45
13 "	21°,15	400 "	21°15
14 "	21°	400 "	21°
15 "	21°,3	400 "	21°
16 "	21°,5	400 "	20°,5
17 "	21°	400 "	20°,5
18 "	21°	380 "	20°,5
19 "	20°,75	270 "	20°,5
20 "	21°	270 "	20,°5
21 "	21°	260 "	21°
22 "	21°	260 "	21°
23 "	21°	260 "	20°5
24 "	21°	260 "	20°,5
25 "	21°,25	260 "	21°
26 "	21°,25	260 "	20°,5
27 "	21°	260 "	21°
28 "	21°	260 "	21°
29 "	21°	260 "	21°
30 "	21°	260 "	21°
1 Mei	21°	260 "	21°
2 "	21°	260 "	21°
3 "	21°	240 "	21°
4 "	21°	240 "	21°,5

Daarna werd het gebouwtje aan den Directeur der inrichting Dr. EILERTS DE HAAN overgegeven.

Uit de cijfers van de tabel blijkt, dat de resultaten met de uitkomsten der berekening wonderwel overeenkomen.

De lucht wordt droog gehouden door in de hoeken in bakken geplaatst chloorcalcium.

De mergen hangen bovendien in daartoe ingerichte flesschen, waarin eveneens chloorcalcium. in een gesloten kast.

De kosten van het gebouw hebben bedragen *f* 7000.—

BIJLAGE F.

PLAFONDS VAN DUN STAALPLAAT.

Door den heer F. CHAULAN, bouwkundige, alhier worden Amerikaansche plafonds geimporteerd bestaande uit dunne staalplaten, waarin ornamenten zijn geperst en die ver vaargdigd worden door de firma H. L. NORTHROP, N°. 30 Rose-street *New-York*.

Deze platen zijn van verschillende afmetingen en dessins verkrijgbaar, meestal in ruiten van 2 voet in het vierkant, doch ook langere stukken, lijsten, gebogen randen, enz, worden geleverd. De dikte bedraagt ongeveer 0.35 m.M. N°. 28 en N°. 29 van de wiregauge). Verpakt bedraagt het gewicht 70 à 80 ℔ per 100 vierk. voet (34 à 39 (K.G. per 10 M²).

De platen zijn gegalvaniseerd en worden uitgezonden aan weerskanten eenmaal geverfd met loodwit, lijnolie en terpentijn. Als zij aangebracht zijn kunnen zij een of twee maal overgeverfd worden, de lijsten in een andere tint.

Zij worden met kleine draadnagels in de hoeken vastgespijkerd, waarbij men deze in de holten der ornamenten kan verbergen.

Bij nieuw aan te brengen plafonds kunnen zolderbalken en dwarsribben aan de onderzijde zoodanig gelijkhouts worden bevestigd, dat de verkregen ruiten met de afmeting der paneelen overeenstemmen. Een volledig planken beschot is dan niet noodig.

Van een model met eenvoudige geribde versiering tot de meest geornamenteerde met caissons zijn een tal van soorten verkrijgbaar, die dan ook verschillend in prijs zijn.

Te *New-York* varieert die prijs van *f* 0.20 tot *f* 0.30 per vierkanten voet. Te *Batavia* komen deze plafonds op *f* 3.50 à *f* 4.50 per M². te staan.

Als voordeelen worden door den fabriekant opgegeven, het geringe gewicht, de onbrandbaarheid, het niet onderhevig zijn aan watervlekken bij lekkages, het niet losraken of afbrokkelen bij trillingen, enz.

Bij behoorlijke keuze der modellen en het doelmatig verven zullen deze plafonds vooral in *Indië* zeker op doelmatige wijze gebezigd kunnen worden in de plaats van de kostbare gestucadoorde en, wat duurzaamheid en uiterlijk aanzien betreft, menigmaal boven die van gewone planken zijn te verkiezen.

Bijlage G.

MEDEDEELINGEN OVER HET BEWAREN EN ONDERZOEKEN VAN DYNAMIET EN ANDERE ONTPLOFBARE STOFFEN.

Naar aanleiding van eenige twijfel, die in het vorige jaar was ontstaan betreffende de goede hoedanigheid van een partij dynamiet, opgeslagen binnen het fort *Antjol* te *Batavia*, werd aan de leveranciërs de vraag gedaan welke bepalingen in *Groot-Brittannië* en *Britsch-Indië* omtrent dit artikel bestonden, ten einde te kunnen beoordeelen of de voorhanden dynamiet alsnog geacht kon worden daaraan te voldoen en dus met gelijk vertrouwen als de door Engelsche autoriteiten gekeurde soorten beschouwd kon worden.

De heer JOHN HARRIS, reizend ingenieur van NOBLE'S EXPLOSIVE Cy. te *Glasgow* had de beleefdheid een aantal gedrukte stukken ter zake te verschaffen, waarvan het bij het ruime gebruik, dat ook in *Nederl.-Indië* van dit artikel gemaakt wordt, niet ondienstig is, hier het een en ander mede te deelen.

De Engelsche wetgeving omtrent bereiden, bewaren, verkoopen, vervoeren en invoeren van buskruit, nitroglycerine en andere ontplofbare stoffen is geregeld bij de wet 38 Victoria Ch. 17, welke wordt aangeduid als de *Explosive Act.* 1875 en tot uitvoering, waarvan verschillende koninklijke besluiten (orders in council) en ministerieele beschikkingen (orders of the Secretary of state) zijn afgekondigd. Bovendien bestaat er nog een wet, de „Explosive substances Act. 1883" (46 Vict. Ch. 3), welke betrekking heeft op het bezigen van ontplofbare stoffen voor misdadige doeleinden.

Daar de wet bestaat uit vier hoofddeelen, te zamen 122 artikelen en er nog 18 besluiten en 6 beschikkingen bijbehooren heeft de Inspecteur generaal der ontplofbare stoffen, de gewezen kolonel van de Artillerie VIVIAN DERING MAJENDIE, *C. B.* geen verbodig werk gedaan door een „Guide Book" voor die bepalingen te schrijven, waarvan de zevende druk tot 1892 is bijgewerkt en dat op last der Regeering is gedrukt bij EYRE en SPOTTISWOODE te *Londen* en aldaar voor 2 sh. verkrijgbaar is gesteld.

De Explosive's Act. 1875 is toepasselijk op een tal van met name genoemde stoffen, die tot 7 klassen worden gebracht: 1) buskruit, 2) nitraat-mengsels, 3) nitroverbindingen, 4) chloraat-mengsels, 5) fulminaat-mengsels, 6) ammunitie en 7) vuurwerken. De stoffen worden met name genoemd en bij koninklijke besluiten kunnen ook andere stoffen aan de wet onderworpen worden verklaard, zooals het geval is geweest met picrine-zuur en aanverwante stoffen, die in bepaalde gevallen als ontplofbare stoffen beschouwd worden.

Wat de uitvoering van de wet betreft zijn sommige bevoegdheden aan den Secretary of State voorbehouden, andere aan de plaatselijke autoriteiten, die verplicht zijn om toe te zien op het maken, het bewaren, het verkoopen, het vervoeren en het invoeren van de ontplofbare stoffen.

Het vervaardigen mag nergens anders plaats hebben dan in fabrieken, voor de invoering der wet wettig bestaande en na die invoering voorzien van een ministeriëele vergunning en, wat kleine vuurwerken betreft, in een fabriek die vergunning heeft van het plaatselijk bestuur. Alle bewerkingen aan ontploffings-middelen om ze weder bruikbaar te maken, in de zamenstellende deelen te ontleden, enz. wordt beschouwd als aanmaak, behoudens het vullen van patronen voor particulier gebruik, het doen van laboratorium proeven en dergelijke.

Omtrent het *opschuren* van dynamiet en andere ontplofbare stoffen geeft de acte de bevoegdheid om bij kon. besluit regelen omtrent den bouw van magazijnen voor te schrijven.

Dit is voor *Engeland* geschied bij de order in Council van 27 November 1875 N°. 6,

De magazijnen moeten goed en stevig gebouwd zijn van baksteen, natuurlijke steen of beton, dan wel uitgekapt of uitgegraven zijn in rots, grond of mijngruis, dat onbrandbaar is en behooren zoodanig te zijn samengesteld en gesloten dat onbevoegden er geen toegang toe kunnen verkrijgen en dat ze voor alle gevaar van buiten zijn gevrijwaard.

Zij mogen niet worden aangebracht in mijnen, steengroeven, of tunnels, waar personen in werken en daar op ook niet uitkomen.

Zij moeten op voorschreven afstanden komen van paleizen en andere gebowen en werken die tot drie klassen van beschermde werken worden gebracht, naarmate van de belangrijkheid. Zoo behooren tot de I^sto klasse gewone woonhuizen, winkels, fabrieken, openbare wandelplaatsen enz. waarbij eigenaren hun toestemming kunnen geven om onder die klasse gerangschikt te worden. In de II^de klasse zijn o. a, opgenomen kerken, scholen, hospitalen enz., in de III^de publieke gebouwen voor den openbaren dienst voorzoover er geen vergunning is ze tot de tweede klasse te brengen, terwijl eindelijk voor paleizen en woonverblijven van de Koningin, haar erfgenamen en opvolgers nog grooter afstanden worden aangenomen.

Er wordt bij de inhouds-bepaling der magazijnen aangenomen, dat voor elk toe te laten pond buskruit, gerekend mag worden op 2 pond vuurwerk of op $^1/_2$ pond van andere ontplofbare stoffen.

Alleen bepaalde soorten van deze moge bij elkander bewaard worden. De binnenzijde der bergplaatsen en de stellingen, planken enz. die zij bevatten moeten zoo vervaardigd of bekleed zijn, dat geen ijzer of staal aan den dag komt en alles moet vrij van stof en rein gehouden worden. Voorts moet er een doelmatige bliksem-afleider aanwezig zijn, tenzij de bergplaats onder den grond ligt. Alle gereedschappen, die gebezigd worden, moeten van hout, koper of messing zijn, of van een ander week en ge-

schikt metaal, dan wel met een veilig en geschikt materiaal zijn bekleed. Ook moet er gezorgd worden voor behoorlijke werkpakken zonder zakken, doelmatig schoeisel, terwijl door visitatie gewaakt moet worden tegen het inbrengen van lucifers, of andere dingen, die eene ontploffing zouden kunnen teweeg brengen. Dit voorschrift is echter niet toepasselijk op kunstlicht, zoodanig voortgebracht en geplaatst dat er geen gevaar aan verbonden is.

Voor het vervoer zijn regelen gegeven omtrent de verpakking, waarop de naam van de stof bekend gesteld moet worden. Haven-autoriteiten en spoorweg maatschappijen mogen onder goedkeuring van de „Board of Trade", bepalingen maken omtrent het laden, lossen en vervoeren, terwijl algemeene voorschriften door den Secretary of State zijn gegeven.

In *Britsch India* bestaat de „Indian Explosives Act" van 1884 en als uitvloeisel daarvan zijn door den onderkoning regelen vastgesteld (afgekondigd in te *Gazette of India* van 25 Juni 1887 N°. 26) welke het maken, het bezit, het gebruik, den verkoop, het transport en den invoer van ontplofbare stoffen regelen. Ook hier zijn die stoffen tot 7 klassen gebracht, die uitvoerig omgschreven worden.

Uit de voorschriften voor de verpakking en het vervoer, voorzoover deze betrekking hebben op dynamiet blijkt, dat dit materiaal tot 5 ℔ in enkele doozen en bij meerdere hoeveelheden tot 50 ℔ als maximum in dubbele verpakking moet zijn.

Wanneer vaartuigen en waggons er niet speciaal op zijn ingericht om de ontplofbare stoffen tegen brandgevaar te beschermen, mag in één voertuig niet meer dan 2000 ℔ ontplofbare stof worden vervoerd. Bij speciale inrichting mag een spoorwegwaggon niet meer dan 5 ton, een ander voertuig niet meer dan 2 en een schip niet meer dan 20 ton ontplofbare stof tegelijk bevatten.

Onder de speciale regelen voor het vervoer per spoorweg vindt men o. a. dat de aflader een certificaat moet overleggen afgegeven door een ambtenaar, welke daartoe door het gewestelijk bestuur is aangewezen, waarin voor schietkatoen, dynamiet of springgelatine wordt verklaard dat die stoffen van de vastgestelde zuiverheid zijn en sedert de bereiding geen veranderingen (deterioration) hebben ondergaan en voor dynamiet, dat de patronen zijn onderzocht en geen teekenen van uitzweeting vertoonen. Bij dynamiet moet de buitenste verpakking voorzien zijn van den datum waarop de verpakking is geschied. Het genoemde certificaat is 6 maanden geldig als het onderzoek tusschen 15 October en 31 Maart heeft plaats gehad, maar elke spoorweg administratie, die het dynamiet ten vervoer aanneemt, kan een nieuw certificaat eischen als het tusschen 1 April en 15 October wordt aangeboden.

De kisten moeten zoo gestuwd zijn, dat zij zich onder weg niet kunnen verplaatsen. Geen fulminaten mogen vervoerd worden in eenzelfden trein met dynamiet. De waggons moeten goed schoon zijn en gevrijwaard tegen vonken, zij moeten op zijsporen zoover mogelijk van het station geladen en gelost worden. De locomotief moet bij het rangeeren altijd minstens drie waggons van de dynamietwaggon gescheiden zijn. Aan deze laatste mogen geen remmen in werking worden gebracht.

Wat den invoer betreft, mag deze van uit zee slechts plaats hebben in de havens *Calcutta*, *Madras*, *Bombay*, *Rangoon*, *Calicut*, *Kurrachee* en *Aden* en van *Rangoon* over zee naar eenige andere havens in *Achter-Indië* en dat wel op eene licentie, waarvoor betaald wordt. Deze licenties worden alleen afgegeven voor in *Groot-Brittanië* bereide stoffen die daar onderzocht zijn; doch de onderkoning is bevoegd die vergunning uit te strekken tot stoffen die elders onder bevoegd toezicht zijn gemaakt.

Voldoen de stoffen niet aan die voorwaarden, dan wordt de licentie tot invoer niet afgegeven dan nadat monsters door den „Chemical Examiner" of een ander door het gewestelijk gouvernement aangewezen ambtenaar zijn onderzocht en een proef hebben doorstaan, die van tijd tot tijd door het Indische gouvernement zal worden voorgeschreven. De monsters worden dan van boord gehaald en eerst na het rapport van den scheikundige wordt eene vergunning tot lossing gegeven, die 10 Rs. kost en anders maar 1 R. Overtredingen worden met 3000 Rs. boete gestraft.

De proef, waaraan de nitroglycerine preparaten thans onderworpen zijn, is de *warmteproef*, waarvan de beschrijving o. a. te vinden is in het werk: The Handling of Dangerous Goods bij H. JOSHUA PILLIPS, *London* 1896. (1)

Voor het opschuren van dynamiet heeft de heer HARRIS verschillende voor een tropisch klimaat bestemde magazijnen ontworpen, waarvan de op plaat 13 gegeven verkleinde teekeningen geen verdere toelichting behoeven.

J. E. D. M.

(1) Bibliotheek v/d. Dept. der B. O. W. — M, 62. bl. 155.

Ledenlijst op 23 September 1896.

J. C. van Aalst.	Magetan.
J. P. J. H. Alsdorf.	Batavia.
J. André de la Porte.	tijdelijk in Europa.
E. A. van Arcken.	Demak.
W. F. Batenburg.	tijdelijk in Europa.
S. W. Becking.	Soerabaja.
E. J. Bergmans.	Brebes.
P. J. Bertel.	Kesessie (Pekalongan).
R. Birckenhauer.	Soerakarta.
B. M. Blijdenstein.	Modjokerto.
G. Th. G. Bodde.	Semarang.
C. J. Bollee.	Batavi·.
J. de Booij.	Djokjakarta.
W. H. M. de Bruijn.	Padang.
W. P. H. de Bruijn Kops.	Semarang.
Jhr. A. H. E. van der Does de Bije.	Poerworedjo.
L. J. J. Caron.	Soekadono (Modjokerto).
E. M. Collard.	Batavia.
J. G. Cook.	Soerabaja.
M. Cornelissen.	Poerworedjo.
Th. F. A. Delprat.	Batavia.
C. Doesberg.	Bodjonegoro.
Jhr. T. L. C. van Doorn.	Wonosalam (Cheribon).
A. J. J. van Dreveldt.	Dawoean (Krawang).
F. Th. Engel.	Banjoemas.
J. Ph. Ermeling.	Buitenzorg.
L. J. C. van Es.	Delft (Nederland).
E. A. C. F. Essen.	Batavia.
J. H. Faber.	Tebing-tinggi (Oostkust Sumatra).
R. Fennema.	Batavia.
J. C. H. Fischer.	Tjimahi (Preanger).
P. J. Fritzlin.	Bodjonegoro.
H. van Gelderen,	Bodjonegoro.
J. E. C. van Geuns.	Poerwokerto (Banjoemas).
Z. H. Prins Hario Gondosiwojo.	Soerakarta.
W. B. van Goor.	Sidajoelawas (Toeban).
J. J. Goudswaard.	Magelang.
W. J. van de Graaff.	Soekaboemi.
A. D. J. Groenemeijer.	Soerabaja.
C. de Groot.	Singkep (Riouw).
H. D. Haverkamp.	Batavia.
A. Vroesom de Haan.	Soerabaja.
J. Haringhuizen.	Tegal.
D. H. Havelaar.	Panamaribo (West Indië).
J. Homan van der Heide.	Buitenzorg.
S. G. Heijmering.	Batavia.
J. C. Heijning.	Demak.
A. W. Hein.	Soerabaja.
A. Hesselink.	Serpong (Tangerang).
A. A. van Heurn.	Batavia.
B. A. Hildebrand.	Semarang.
M. Hofland.	Padang.
G. van Houten.	Batavia.
B. V. E. Houthuijzen.	Soerabaja.
J. B. Hubenet.	Batavia.
F. James.	Tegal.
W. de Jongh.	Soerabaja.
L. Ch. J. Jonkergouw.	Poerworedjo.
E. H. Karsten.	Tjirandjang (Preanger).
A. R. W. Kerkhoven.	Sinagar (id.).
J. G. Kerlen.	Atjeh.
F. M. E. L. Kerstens.	Medan.
B. Kersjes.	Magelang.
W. Klaus.	Kraksaän.
W. H. Kloppenburg.	Soerabaja.
D. A. Koster.	Bangil.
J. P. Kruimel.	Bodjonegoro.
A. G. Lamminga.	Tegal.
E. C. Lantzius.	Poerworedjo.
H. J. Thal Larsen.	Magetan.
J. J. S van Leeuwen.	Batavia.
P. Lichthart.	Padang.
C. J. Loon.	Batavia.
A. F. G. Mallinckrodt.	Soerabaja.
J. W. van Marle.	Serang.
F. J. F. Martij.	Cheribon.
J. E. de Meijier.	Batavia.
A. P. Melchior.	Batavia.
H. P. Mensinga.	Tegal.
D. Merens.	Willem I.
A. Mijier.	Batavia.
J. J. A. Muller.	Batavia.
S. C. P. van Musschenbroek.	Sembilangan (Madoera).
A. C. Nieuwenhuijs.	Ngloewak (Ngawi).
J. Nuhout van der Veen.	Batavia.
G. Oosting.	Semarang.
F. J. van Oppen.	Koedoes.
E. L. J. Palmer van den Broek.	Segli.
J. H. C. de Paulij.	Klidang (Batang-Pekalongan).
A. Perelaer.	Bodjonegoro.
J. L. Pierson.	Bodjonegoro.
P. Th. L. Grinwis Plaat.	Poerworedjo.
W. Polman.	Cheribon.
J. F. Quant.	Joana.
J. J. R. Raat.	Madioen.
J. Radersma.	Tassikmalaja.
L. L. Graaf van Randwijck.	Malang.
O. E. Rappard.	Bandjarnegara.
G. P. A. Renaud.	Batavia.
P. J. A. Renaud.	Batavia.
J. C. Ribbers.	Porrong (Soerabaja).
P. Richter.	Sitoebondo.

Th. J. Rosskopf.	Djokjakarta.
T. J. W. van Rossum.	Bodjonegoro.
K. F. H. Roos.	Batavia.
Th. A. M. Ruijs.	Fort de Kock.
A. S. Ruzette.	Atjeh.
A. H. Saltet.	Malang.
M. Sanders.	Djember.
W. H. M. Schadee.	Lombok.
A. Scheers.	Bondowosso.
F. R. Scherius.	Wonosalam (Cheribon).
H. W. Scheuer.	Malang.
J. C. Schippers.	Buitenzorg.
M. C. A. Seijfarth.	Banjoemas.
A. Sijthoff.	Notok (Brebes).
Jhr. H. G. Six.	Semarang.
L. H. Slinkers.	Batavia.
V. L. Slors.	Tjimahi (Preanger).
A. Snethlage.	Batavia.
R. H. J. Spanjaard.	Batavia.
J. J. Staal.	Buitenzorg.
H. G. Stal.	Madioen.
J. J. Stieltjes.	Batavia.
H. C. J. Strengnaerts.	Bandjarnegara.
L. van der Tas.	Palembang.
J. Tirion.	Padang.
J. K. E. Triebart.	Bodjonegoro.
J. van Tubergen.	Koedoes.
L. G. de Val.	Bandjarnegara.
F. K. A. Vemer.	Meester Cornelis.
A. Verburgh.	Fort de Kock.
H. J. Verdam.	Bandong.
J. G. H. de Voogt.	Soerabaja.
J. C. Voorduin.	Sitoebondo.
C. de Vries.	Atjeh.
P. J. Ott de Vries.	Tegal.
J. W. P. Vrijbergen.	Bodjonegoro.
C. W. Weijs.	Malang.
J. G. Westenberg.	Modjokerto.
M. IJpelaar.	Poerwakarta (Krawang).
E. J. C. van Zuijlen.	Sitoebonbo.

STUDIËN OVER GETIJDEN

IN DEN

INDISCHEN ARCHIPEL.

XIII. Getij-stroomen in straat Soerabaija en Madoera

§ 1. Naar aanleiding der in Maart 1893 gepubliceerde Studie IV, waarin de getijden en getij-stroomen in de straten *Soerabaija* en *Madoera* zijn behandeld, werd door den Directeur der B. O. W. den ondergeteekende in handen gesteld het „Rapport over de stroom- en getijmetingen in straat *Madoera*" dd. 31 Maart 1889, samengesteld door den ingenieur der B. O. W, J. C. RIBBERS.

De bedoeling van den departementschef was den schrijver in staat te stellen de onder leiding van dien ingenieur verrichte stroomwaarnemingen aan de bewerking der harmonische analyse te onderwerpen.

Zooals reeds meermalen in vroegere studies werd opgemerkt, behooren reeksen van vertrouwbare en lang genoeg voortgezette stroomwaarnemingen tot de uiterste zeldzaamheden, 't geen zich door de groote moeite, die het doen en volhouden der observaties vereischt, gemakkelijk laat verklaren, zoodat alleen reeds hierom de materie den grooten arbeid aan de berekeningen verbonden rechtvaardigt.

Hier komt bij dat, voorzooverre den ondergeteekende bekend is, nog nimmer de methode der harmonische analyse op uurwaarnemingen van stroomen is toegepast en het daarom van groot belang is te onderzoeken of dergelijke observaties zich even goed tot deze bewerking leenen als getij-waarnemingen en hoever de nauwkeurigheid der berekening, die natuurlijk van die der waarnemingen afhankelijk is, kan gedreven worden.

Daar nu deze vraag onmiddellijk verband houdt met den graad van nauwkeurigheid waarmede richting en snelheid van den stroom vooruit te berekenen zijn, kan aan dit onderzoek — hoewel voornamelijk van wetenschappelijk belang — zeker eene praktische beteekenis niet geheel en al ontzegd worden.

Wel is door de waarnemingen drie malen daags bij *Sembilangan* gedaan het karakter der stroomen in verband met dat der getijden in en buiten straat *Soerabaija* in hoofdtrekken bekend en bepaald, maar de eenvoud der waarnemingen brengt noodzakelijk mede, dat alleen de hoofdkenmerken, nl. de dubbeldaagsche maans- en zonsgetijstroomen op den voorgrond treden en dat stroomingen van geringere intensiteit, die wel in de kracht, maar niet in de richting der stroomen veranderingen kunnen te weeg brengen, niet tot hun recht komen.

De omstandigheid eindelijk, dat de stroomwaarnemingen verricht zijn op *twee* punten A en B, het eerste gelegen tegenover de uitmonding der *Kali Miring* en het tweede op 6.7 kilometers noordelijk daarvan bij *Sembilangan*, gaf eene zeer welkome gelegenheid tot kritiek op de resultaten, eene kritiek, die, bij observaties op ééne plaats verricht, slechts door onderlinge vergelijking van meerjarige waarnemingsreeksen is te verkrijgen.

Daar het ontstaan van getijstroomen, zooals reeds meermalen werd betoogd, dikwerf evenveel of nog meer verband houdt met den aard der getijden en stroomen in omliggende zeeën en zeeboezems dan met dien der op de plaats zelve waargenomen verschijnselen, mogen in deze studie, behalve de bovengenoemde stroomwaarnemingen ook nog ander waarnemingsmateriaal, dat op straat *Madoera* en *Soerabaija* betrekking heeft, ter sprake gebracht worden.

Het volledige materiaal bestaat uit de volgende waarnemingsreeksen.

a. Getij- en stroomwaarnemingen, drie malen daags verricht te *Sembilangan* gedurende de vier jaren Augustus 1890 tot Juli 1894: de getij-waarnemingen zijn ontnomen aan de opteekeningen van de aldaar opgestelde zelfregistreerende peilschaal, de stroomwaarnemingen — alleen richting — zijn verricht door den lichtopzichter van het kustlicht.

b. De stroomwaarnemingen — richting en snelheid — onder leiding van den heer RIBBERS in straat *Soerabaija* verricht nl. bij station A van October 1886 tot October 1887, op alle uren van het etmaal, behalve te 11 uur des avonds en te 1 en 3 uur des nachts (te zamen 7723 waarnemingen) en bij station B van December 1886 tot December 1887 op alle uren van dag en nacht, uitgenomen te 1 en 3 uur des nachts (te zamen 7380 observaties).

c. De getijwaarnemingen verricht met behulp van zelfregistreerende getijmeters te *Soerabaija*, *Gading*,

Karang Kleta, *Pasoeroean*, *Oedjoeng Pangka* en *Arisbaija*: de resultaten, afgeleid uit observaties gedurende één jaar verricht, zijn gepubliceerd in studie IV.

d. Getij- en stroomwaarnemingen verricht door den lichtopzichter van het kustlicht *Zwaantjes-droogte* in straat *Madoera* op drie vaste uren en gedurende de twee jaren September 1892 tot Augustus 1894. Voor deze plaats, die gelegen is op 7°28′ Zuider Breedte en 113°7′ Ooster Lengte, zijn nog geen getij- en stroomconstanten gepubliceerd.

e. Stroomwaarnemingen in straat *Madoera* verricht bij gelegenheid der opneming van de zuidkust van het eiland van dien naam in de jaren 1887 en 1888: kracht en richting der stroomen zijn gemeten, maar op verschillende plaatsen en verschilllenden uren: het aantal observaties bedraagt 4437.

f. De resultaten der getijwaarnemingen te *Sapoedi* en der getij- en stroomwaarnemingen bij *Meinderts droogte* verricht, en behandeld in studie IX.

§ 2. De vier reeksen van getijwaarnemingen bij *Sembilangan* dagelijks op drie vaste uren verricht, elk loopende over een vol jaar, toonen duidelijk aan, dat deze vereenvoudigde methode van waarneming tot vertrouwbare resultaten leidt: de gemiddelde waarden berekend over 4 jaren verschillen weinig of niet van die uit twee jaren afgeleid en gegeven in studie IV.

Tabel I.

Constanten der getijden bij *Sembilangan*.

	1890—1891		1891—1892		1892—1893	
	c.m.	k	c.m.	k	c.m.	k
S_2.....	14.7	11°	18.9	0°	16.2	0°
M_2.....	18.1	348°	16.2	356°	19.7	352°
K_1.....	46.7	323°	46.8	312°	52.3	321°
O.....	22.7	277°	24.9	270°	25.9	276°
P.....	17.7	314°	5.7	310°	11.1	320°
N.....	3.5	344°	3.6	345°	2.2	359°
K_2.....	7.1	9°	3.0	335°	5.4	2°
Sa.....	7.0	105°	18.8	93°	10.1	118°
SSa.....	2.5	29°	6.9	139°	7.3	163°
W.....	62.2		60.2		66.3	

	1893—1894		gemiddeld 1890—1894		
	c.m.	k	c.m.	k	uren.
S_2.....	13.2	13°	15.7	5°	0.2
M_2.....	18.2	7°	18.0	356°	12.3
K_1.....	48.1	321°	47.0	318°	21.1
O.....	26.3	283°	24.9	277°	19.9
P.....	11.5	305°	11.5	313°	20.9
N.....	4.0	11°	3.3	348°	12.2
K_2.....	3.6	3°	4.6	1°	0.0
Sa.....	9.4	106°	11.1	103°	4 Juli
SSa.....	3.1	143°	5.6 (1)	150°	4 Juni, 4 Dec.
W.....	69.2		64.5		

(1) Berekend uit de drie laatste jaren.

Laten wij de kleine getijden N en K_2 buiten rekening, dan blijkt uit deze resultaten der waarneming, dat het getij bij *Sembilangan* in hoofdzaak enkeldaagsch is, want het verval bij springtij van dit getij bedraagt gemiddeld

$$2\ (47.0 + 24.9) = 144 \text{ c.m.}$$

en kan, in Juli en December, klimmen tot

$$2\ (47.0 + 24.9 + 11.5) = 167 \text{ c.m.}$$

terwijl het dubbeldaagsch getij kort na volle en nieuwe maan een verval veroorzaakt van slechts

$$2\ (15.7 + 18.0) = 67 \text{ c.m.}$$

Bovendien verdwijnt het dubbeldaagsch getij omstreeks de dagen der kwartier-manen geheel en al ten gevolge der bijzondere omstandigheid dat maans- en zonsgetij ongeveer even groot zijn.

Hierbij moge in herinnering gebracht worden, dat de amplituden voor de partieele getijden K_1, O en K_2 in tabel I gegeven, gemiddelde waarden zijn, overeenkomende met eene gemiddelde maansdeclinatie, en dat zij in werkelijkheid in de vier jaren waarover de waarneming loopt niet onbelangrijk grooter waren, omdat tegenwoordig de maansdeclinatie haar maximum bereikt heeft.

Zooals in studie IV is aangegeven schommelt de amplitude van het getij K_1 tusschen 52 en 41 c.m. en van het getij O tusschen 28 en 19 c.m.

In tabel II vindt men een overzicht van de gemiddelde maandelijksche waterstanden gedurende vier jaren.

Hieruit blijkt in de eerste plaats, dat de hoogste waterstand wordt waargenomen in de maanden Mei tot Augustus en de laagste van October tot Maart en in de tweede plaats dat er bij *Sembilangan* ook een dubbeljaarlijksche schommeling van den waterstand bestaat, die wel gering van amplitude, maar toch, zooals uit de constante kappagetallen der tabel I blijkt, goed geconstateerd mag heeten: alleen het eerste jaar toont eene groote afwijking aan, zoodat, bij de berekening der gemiddelde, alleen de drie laatste jaren in aanmerking zijn genomen.

Ten einde de juiste datums der enkele- en dubbeljaarlijksche periode af te leiden, moeten de kappagetallen, door bijtelling van respectievelijk 78° en 156° tot het aanvangspunt 1 Januari herleid worden: men vindt dan voor de jaarlijksche periode 181° of hoogwater op 4 Juli, laagwater op 2 Januari, en voor de dubbele periode 306°, 't geen beteekent hoogwater op 5 Juni en 5 December en laagwater op 5 September en 6 Maart.

Tabel II.

Waterstanden bij *Sembilangan*.

	1890-91	1891-92	1892-93	1893-94	1890-94
	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.
August..	79.6	58.5	73.6	84.0	73.9
Septemb.	75.9	50.2	62.9	68.9	64.5
Oct....	59.9	51.3	63.0	63.2	59.4
Nov....	57.7	51.8	65.6	63.8	59.7
Dec....	51.5	54.4	61.0	68.8	58.9
Jan....	53.8	43.6	60.1	62.0	54.9
Febr...	46.2	45.6	57.3	53.5	50.7
Maart..	53.9	64.3	56.3	62.7	59.3
April...	63.2	72.1	61.3	72.8	67.4
Mei....	70.4	78.0	71.6	82.3	75.6
Juni....	71.3	75.6	75.3	75.7	74.5
Juli....	63.5	76.7	87.6	73.0	75.2
Jaar....	62.2	60.2	66.3	69.2	64.5

Het is van groot belang deze waterstanden en de veranderingen waaraan zij onderworpen zijn nauwkeurig te kennen, niet alleen omdat deze kennis bij de verklaring der stroomen onmisbaar is, maar ook en vooral, omdat hieruit blijkt tot welken graad van nauwkeurigheid eene vooruitberekening kan leiden. De tabel II toont aan dat in den maandelijkschen stand de volgende schommelingen kunnen voorkomen:

Augustus.....	25.5	c.m.
September.....	25.7	„
October.....	11.9	„
November.....	13.8	„
December.....	17.3	„
Januari.....	18.4	„
Februari.....	11.1	„
Maart.....	10.4	„
April.....	11.5	„
Mei.....	11.9	„
Juni.....	4.4	„
Juli.....	24.1	„

Deze schommelingen worden veroorzaakt door invloeden van weêr en wind, die nooit vooruit te berekenen of zelfs met eenigen grond te verwachten zijn, en men mag dus hieruit de conclusie trekken, dat, ofschoon de dagelijksche *veranderingen* van niveau met groote juistheid vooruit te bepalen zijn, er in de berekening van den absolute *waterstand* eene onzekerheid zal blijven bestaan van minstens 26 c.m.: want het is duidelijk, dat als de afwijkingen der maandgemiddelden zooveel bedragen, die der individueele grootheden nog aanmerkelijk meer zullen zijn.

Wat de resultaten betreft berekend uit de drie malen daags waargenomen stroomrichting, zoo blijkt uit de vier jaren, evenals in studie IV uit twee, dat op deze wijze slechts twee stroomingen met zekerheid bepaald kunnen worden. De volgende tabel III geeft aan op welke wijze de richtingen verdeeld waren over de waarnemingsuren. Hierbij beteekent een positief teeken, dat een overmaat van stroomingen om de noord liep, een negatief teeken dat de zuidelijke stroomen de overhand hadden, terwijl onder het hoofd C het aantal malen „geen stroom" wordt gegeven.

Tabel III.

	2 nm.	6 nm	9 vm.	C	Aantal waarn.
1890-91	17	— 7	— 12	125	1095
1891-92	13	— 16	— 11	145	1098
1892-93	23	— 30	— 18	149	1095
1893-94	14	— 16	— 2	147	1095
Totaal.	67	— 69	— 43	566	4383

Op de 1096 waarnemingen verricht te 2 nm. komen dus gemiddeld voor 189 malen „geen stroom", 487 malen een stroom om de Noord en 420 malen een om de Zuid. De uit deze gegevens berekende stroomformulen, die dus alleen betrekking kunnen hebben op den zonsgetijstroom S_2, luiden:

1890-91	15	cos (30°t — 59°)
1891-92	17	cos (30°t — 33°)
1892-93	31	cos (30°t — 29°)
1893-94	18	cos (30°t — 12°)
Gemiddeld.	19.75	cos (30°t — 31°.5)

Dit resultaat is niet geheel en al bevredigend: tusschen het eerste en laatste jaar bestaat een verschil in argument van 47°, overeenkomende met $1^1/_2$ uur verschil in tijd, en vooral de geleidelijke vermindering der argumenten is een bedenkelijk verschijnsel en eene aanwijzing tot eene systematische waarnemingsfout b.v. het niet waarnemen op den juisten tijd. Intusschen moet hierbij wel in het oog gehouden worden, dat de S_2 strooming alleen dan in richting te voorschijn treedt wanneer de veel sterkere M_2 strooming dit toelaat. d.i. wanneer deze kentert: de frequentie 19.75 heeft dan ook betrekking op 365 observaties, zoodat de waarschijnlijkheid, dat eene waargenomen stroomrichting haar ontstaan aan zonsinvloed te danken heeft slechts

$$\frac{19.75}{365} \times 100 = 5.4\ \%$$

bedraagt; eene groote overeenkomst in de argumenten is dus niet te verwachten.

Veel grooter is deze voor de maansstrooming, den dubbeldaagschen M_2 stroom; voor de verschillende jaren werden de volgende formulen gevonden:

1890-91	51	cos (nt — 36°)
1891-92	54	cos (nt — 41°)
1892-93	53	cos (nt — 41°)
1893-94	54	cos (nt — 48°)
Gemiddeld	53	cos (nt — 41°.5)

Hier heeft de frequentie 53 betrekking op het getal 46, zoodat een percentage van meer dan 100 % gevonden wordt: hoe dit mogelijk is werd in studie IV verklaard.

Eene enkeldaagsche K_1 strooming kon uit de verschillen 9 vm. — 6 nm. niet afgeleid worden en evenmin eene dui-

delijke moessonstrooming uit de sommen 9 vm. + 6 nm., waaruit blijkt, niet dat zij niet bestaan, maar dat zij, als alleen richting wordt waargenomen, door de sterkere M_2 en S_2 stroomingen geheel en al overvleugeld worden.

§ 3. De bovengenoemde stroomwaarnemingen onder leiding van den heer RIBBERS verricht zijn uitgedrukt in Engelsche mijlen per uur: zij zijn voor beide stations A en B gerangschikt naar de perioden S (24 uur), K, M, O en N; hierbij is eene noordelijke richting als positief, eene zuidelijke als negatief in de staten ingeschreven: de enkele malen, dat eene andere richting voorkwam zijn als „geen stroom" beschouwd. Deze methode, die alleen in eene straat kan doorgevoerd worden, vereenvoudigt den arbeid aanmerkelijk: ware dit niet het geval geweest, dan zou het noodig geweest zijn elke richting in hare componenten op de vier hoofdrichtingen te ontbinden en de arbeid, die zonder dat toch reeds zeer tijdroovend was, zou zeker tien malen grooter geweest zijn.

Elke stroom is met het gewicht zijner snelheid in rekening gebracht: het zou interessant geweest zijn het resultaat, afgeleid uit de richtingen alleen, eveneens te berekenen; maar wegens tijdsgebrek moest hiervan afgezien worden, vooral ook omdat zulk eene tweede bewerking tegenover die waarbij met de snelheden rekening gehouden wordt, veel minder waarde heeft, welke alleen hierin zou liggen, dat men de nauwkeurigheid waartoe beide methoden leiden onderling zou kunnen vergelijken.

In de tabellen IV en V vindt men de resultaten der verschillende rangschikkingen: de uren zijn doorgeteld van 0 (middag voor getij S) tot 23.

Tabel IV.

Gemiddelde stroomsnelheden in honderdste deelen van Engelsche mijlen per uur bij station A, gerangschikt volgens verschillende perioden: positief om de noord, negatief om de zuid.

	S	M	N	K	O
0	32.5	87.6	16.7	— 5.3	— 8.5
1	30.8	53.8	9.3	— 2.8	— 15.4
2	16.0	1.3	— 1.9	— 0.9	— 10.6
3	— 2.0	— 53.9	— 11.9	6.4	— 8.4
4	— 24.7	— 94.9	— 15.8	11.4	— 7.2
5	— 42.5	— 107.2	— 16.8	13.3	— 0.2
6	— 52.1	— 97.7	— 15.9	21.5	4.8
7	— 50.4	— 60.6	— 7.3	26.5	5.6
8	— 40.8	— 4.1	— 1.6	29.2	4.8
9	— 19.0	60.9	10.4	32.9	7.4
10	5.6	103.5	21.3	31.7	4.7
11	—	112.0	17.4	31.1	7.7
12	43.6	94.2	22.2	20.2	3.7
13	—	54.8	7.7	9.1	2.5
14	40.8	— 9.3	— 3.4	— 2.0	— 3.6
15	—	— 61.5	— 10.0	— 17.7	— 1.9
16	— 1.5	— 103.8	— 20.4	— 23.3	1.6
17	— 20.6	— 108.5	— 20.4	— 29.2	6.2
18	— 47.9	— 94.4	— 20.1	— 28.1	6.7
19	— 53.2	— 49.3	— 14.2	— 32.4	5.8
20	— 51.0	4.6	— 0.4	— 30.3	2.4
21	— 29.9	63.3	13.2	— 26.2	1.1
22	— 3.6	97.3	19.9	— 20.3	— 2.8
23	19.7	106.3	21.4	— 15.5	— 6.8

Gemiddeld — 11.9

Tabel V.

Gemiddelde stroomsnelheden in honderdste deelen van Engelsche mijlen per uur, bij station B, gerangschikt volgens verschillende perioden: positief om de noord, negatief om de zuid.

	S	M	N	K	O
0	65.9	— 75.5	— 9.3	4.5	3.7
1	70.9	12.0	— 17.4	6.5	3.8
2	56.4	105.0	— 27.7	16.5	— 6.0
3	26.9	170.9	— 26.7	21.1	— 4.5
4	— 5.4	183.8	— 28.8	28.1	— 4.9
5	— 33.1	147.0	— 18.6	34.2	— 4.7
6	— 45.8	85.0	— 0.7	39.9	— 5.8
7	— 57.6	— 8.5	15.1	38.5	— 9.9
8	— 41.5	— 87.5	25.7	36.3	— 4.1
9	— 16.5	— 144.6	33.7	28.1	— 4.0
10	17.1	— 160.8	33.5	6.0	— 8.5
11	52.9	— 152.2	17.1	— 14.2	— 1.0
12	80.7	— 107.4	1.4	— 25.2	— 5.2
13	—	— 29.9	— 20.0	— 40.8	— 0.9
14	81.2	77.2	— 25.3	— 49.9	— 5.1
15	—	155.9	— 29.1	— 46.3	— 3.9
16	26.9	179.5	— 27.3	— 42.4	— 2.8
17	— 14.7	154.5	— 13.1	— 24.9	— 2.2
18	— 46.2	83.9	— 0.4	— 15.6	9.2
19	— 63.8	— 11.3	20.3	— 9.3	14.0
20	— 60.1	— 110.6	31.6	— 2.0	10.0
21	— 41.4	— 162.1	31.0	5.6	11.2
22	— 10.7	— 166.1	22.9	2.5	12.5
23	29.9	— 138.6	12.7	3.5	8.8

Gemiddeld. + 3.3

Uit deze resultaten blijkt duidelijk, dat — zooals trouwens te verwachten was — stroomwaarnemingen zich evengoed tot analyse leenen als getij-observaties en dat de grens der nauwkeurigheid bereikt is bij stroomen, wier snelheid ongeveer 0.10 mijlen per uur of 5 centimeters per secunde bedraagt.

Het bewijs hiervoor is te vinden in de resultaten der rangschikking volgens de periode van het getij O: eene onmiskenbare periode is in het verloop der getallen te bespeuren; maar, terwijl bij alle andere perioden de afwijkingen duidelijk en gestadig toe- en afnemen, is de gang hier onregelmatig; bij station A zelfs zeer onregelmatig, bij station B iets minder, maar toch in geenen deele zoo overeenkomstig eene sinusoïde als bij de andere vier perioden het geval is.

De omstandigheid dat niet op alle uren van den dag is waargenomen heeft tot gevolg, dat in de tabellen de reeksen S niet geheel en al vergelijkbaar zijn met die van M, N, K en O: voor de laatste nl. oefent deze onvolledigheid volstrekt geen invloed uit op het resultaat der rangschikking, omdat met een bepaald uur van den dag successievelijk alle uren van deze getij-perioden samen

vallen: voor deze reeksen kon dus de totaalgemiddelde (— 11.9 voor station A en + 3.3 voor station B) direct afgetrokken worden, zoodat de zuivere periode overbleef.

Voor de S reeks zou echter door deze bewerking wel de totaalsom der afwijkingen tot nul herleid geworden zijn, maar de individueele afwijkingen zouden onjuist voorgesteld zijn.

Het is duidelijk, dat de lacunen op de uren 11, 13 en 15 bij A en 13 en 15 bij B oorzaak zijn dat de totaalgemiddelden te klein positief of te veel negatief uitvallen.

De gemakkelijkste wijze om zuiverder gemiddelden te verkrijgen zou zijn de ontbrekende uren door eenvoudige interpolatie aan te vullen: men verkrijgt dan voor de juistere totaalgemiddelden: voor station A

$$\frac{21 \times 11.9 + 24.6 + 42.2 + 19.7}{24} = -6.8$$

voor station B

$$\frac{22 \times 3.3 + 81.0 + 54.1}{24} = +8.7$$

en door aftrekking dezer gecorrigeerde waarden van de getallen der periode S kunnen nu benaderde waarden voor de afwijkingen, veroorzaakt door de getijstroomen S, worden bepaald.

De volkomen correcte manier echter is, om de constanten der periodieke formulen volgens de methode der kleinste quadraten te berekenen, eene methode, die wel, wanneer zooals hier het geval is de reeks niet volledig is zeer bewerkelijk is, maar die het voordeel heeft van het bereiken der grootste nauwkeurigheid.

Voor station A heeft men dan 21 vergelijkingen van den vorm

$$Y = W + A_1 \cos C_1 + B_1 \sin C_1 + A_2 \cos C_2 + B_2 \sin C_2$$

voor de berekening der hierin voorkomende 7 onbekenden, en voor station B 22 vergelijkingen.

Het resultaat dezer berekeningen is, dat voor de permanente strooming W en de zons-getij-stroomen bij de twee plaatsen gevonden worden de formulen:

voor station A

$$-7.1 + 9.6 \cos (15^0 t - 201^0) + 40.6 \cos (30^0 t - 10^0)$$

en voor station B

$$+8.4 + 14.1 \cos (15^0 t - 183^0) + 60.3 \cos (30^0 t - 26^0)$$

Wat betreft de permanente stroomingen, wier beteekenis niet is dat inderdaad het geheele jaar door bij A eene strooming plaats heeft van gemiddeld 0.071 mijlen per uur om de Zuid en bij B van 0.084 mijlen om de Noord, maar dat, genomen over het geheele jaar, bij de twee stations een overschot van stroom in de beide tegenovergestelde richtingen loopt, zoo ontbreekt hier, door dat de richtingen tegengesteld zijn, de contrôle op de werkelijkheid van dit resultaat: hiervoor zou eene tweede reeks van observaties loopende over een vol jaar noodig zijn.

Nemen wij aan, dat deze cijfers vertrouwbaar zijn, dan zou dit resultaat tot de conclusies moeten leiden, 1° dat door de straat, als geheel genomen, geene waterverplaatsing plaats heeft, zoodat ten onrechte in sommige der vele sinds 1844 uigebrachte rapporten de straat beschouwd wordt als eene rivier, waarvan de stroom òf om de Noord, òf om de Zuid loopt: en 2°, dat de verschillende riviertjes (*k. Mertani*, *k. Manjar*, *k. Gladak* en andere naamlooze stroompjes, die de sawah's en vijvers voeden, waardoor de straat is begrensd) genoeg water in dat gedeelte der straat, dat tusschen de beide stations gelegen is, ontlasten om bij *Sembilangan* een permanenten stroom van gemiddeld 4.2 centimeters per seconde om de Noord en bij station A een van 3.6 c.m. p. sec. om de Zuid te veroorzaken.

Bij de beoordeeling der waarschijnlijkheid van dit resultaat moet niet uit het oog verloren worden, dat de stroomwaarnemingen, waarvan de bewerking hier gegeven is, alleen betrekking hebben op stroomen aan de oppervlakte en het zich ontlastende rivier- en regenwater grootendeels aan de oppervlakte blijft, zoodat de geheele afvoer niet kan berekend worden door vermenigvuldiging der snelheid met het profiel der straat.

Dezelfde bemerking geldt den enkeldaagschen stroom S_1 waarvoor gevonden wordt eene maximum snelheid van 4.8 c m. per sec. bij station A, welke snelheid bereikt wordt, om de Noord te $\frac{202^0}{15} = 13.4$ uur of te 1 uur 24 minuten des nachts, en om de Zuid te 1 uur 24 minuten des middags.

Bij station B wordt eene dergelijke strooming geconstateerd, die met eene maximum snelheid van 7.1 c.m. per sec. om de Noord loopt te 12 uur 12 minuten des nachts en om de Zuid te 12 minuten na den middag.

Hier levert de overeenkomst der beide argumenten echter een zekere waarborg voor de juistheid van het resultaat: wel zijn van de overige stroomen de argumenten bij B grooter dan die bij A gevonden, maar de verklaring hiervan kan gezocht worden, eensdeels in de geringe snelheid waardoor de bepaling dier argumenten onzekerder wordt, en anderdeels in het karakter der strooming, die zeer zeker niet als een ware getijstroom mag beschouwd worden.

Volgens tabel XII in studie IV waaien bij *Sembilangan* des ochtends te 9 uur — en dus ook des nachts — zuidelijke en zuidwestelijke winden: overdag daarentegen WNW, NNW, NNE winden, waardoor een heen- en weergang der waterdeelen aan het oppervlak in de door de resultaten der stroomwaarnemingen aangegeven richtingen veroorzaakt moet worden

Ook hier zou bij de berekening van de totale waterverplaatsing eene te groote hoeveelheid gevonden worden indien men het geheele profiel in rekening bracht, terwijl bovendien voor deze verklaring spreekt het feit, dat langs een kanaal of straat de wind altijd neiging vertoont tot beweging in de richting der straat en wel met vrij groote kracht evenals in een afgesloten gang.

Waarom echter de maximumsnelheid niet later invalt, en na middernacht de beweging om de Noord begint te verminderen, is moeilijk in te zien.

In de volgende tabellen VII en VIII zijn de constanten der formulen gegeven berekend uit de afwijkingen der tabellen V en VI. Gemakshalve zijn, naast de snelheden uitgedrukt in honderdste deelen van Engelsche mijlen per uur, deze grootheden ook gegeven uitgedrukt in centimeters per secunde, terwijl de uren, achter de kappagetallen aangeven hoeveel uur na den doorgang der fictieve ster door den meridiaan de stroom zijne grootste snelheid in positieve richting, d. i. om de Noord bereikt.

Tabel VII.

Constanten der stroomen bij A.

	0.01 M. p. u.	c.M. p. s.	k.	uur.
S_1	9.6	(4.9)	201°	13.4
S_2	40.6	(20.9)	10°	0.3
M_2	111.8	(57.5)	31°	1.1
K_1	30.0	(15.4)	235°	15.6
O.....	6.3	(3.2)	145°	10.4
N.....	20.9	(10.8)	5°	0.2
K_2	7.1	(3.7)	21°	0.7
Sa.....	2.4	(1.2)	201°	20 Oct.
Ssa.....	9.4	(4.8)	142°	2 Juni, 2 Dec.
W.....	— 7.1	(— 3.7)		

Tabel VIII.

Constanten der stroomen bij B.

	0.01 M. p. u.	c.M. p. sec.	k.	uur.
S_1	14.1	(7.3)	183°	12.2
S_2	60.3	(31.0)	26°	0.9
M_2	176.5	(90.8)	36°	1.2
K_1	34.9	(18.0)	243°	16.1
O	8.3	(4.3)	48°	3.4
N	31.7	(16.3)	359°	10.0
K_2	15.4	(7.9)	44°	1.5
Sa.....	13.5	(6.9)	165°	6 Sept.
Ssa.....	10.1	(5.2)	164°	12 Juni, 12 Dec.
W.....	8.4	(4.3)		

Vergelijkt men de resultaten dezer tabel VIII met die van tabel I, waarin de constanten der getijden bij *Sembilangan*, d. i. station B, gegeven zijn, dan blijkt hieruit terstond, dat de dubbeldaagsche stroomen S_2, M_2, N en K_2 op geheel andere wijze ontstaan dan de enkeldaagsche getijstroom K_1. De eerste toch zijn blijkbaar geen stuwings verschijnselen, waarbij de kappagetallen van getij en stroom onderling 90° of 270° moeten verschillen, omdat hierbij — zooals b. v. bij de ingangen van straat *Banka* — de sterkste stroom wordt waargenomen als het water het sterkst rijst of daalt, dus 3 uren vóór en na den tijd van hoogwater bij dubbeldaagsche en 6 uren bij enkeldaagsche getijden.

De sterkste, en dus best gedefinieerde, dubbeldaagsche stroomen toonen hier veel kleinere verschillen in de kappagetallen, zoodat de sterkste stroom om de Noord ongeveer samenvalt met den tijd van hoog, die om de Zuid met den tijd van laagwater.

De sterkste getijstroom in noordelijke richting heeft plaats: bij het S_2 getij, des na- en voormiddags te 0 u. 54 m. d.i. 42 minuten na den tijd van hoogwater: bij het M_2 getij 1 u. 18 m. na hoogwater, bij het N (maansafstand) getij 24 minuten en bij het K_2 getij anderhalf uur na hoogwater dier partieele getijden.

Bij den overigens vrij zwakken getijstroom K_1 echter komt de sterkste stroom om de Noord, op den dag waarop de fictieve ster van dit getij op den middag den meridiaan passeert, (d.i. ongeveer 21 Juni) voor te 16.1 of te 4 u. 6 m. des nachts, terwijl hoogwater van dit getij invalt te 9 u. 6 m. vm. of 5 uur later: de getijstroom K_1 kan dus als een ware stuwingsgetijstroom beschouwd worden.

De verklaring van dit verschil in aard tusschen de enkeldaagsche en dubbeldaagsche stroomen is niet moeilijk te vinden en wordt duidelijk door de beschouwing van de volgende tabel.

Tabel IX.

	Ampl. getij *Soerabaija*.	Ampl. getij *Sembilangan*.	Verschil.	Snelheid getijstroom bij B.	Verhouding.
	cm.	cm.	cm.	cm. p. s.	
S_2	26.4	15.7	10.7	31	2.9
M_2	44.3	18.0	26.3	91	3.5
N	9.1	3.3	5.8	16	2.8
K_2	8.0	4.6	3.4	8	2.4
K_1	44.3	47.0	—	—	—

Uit de vergelijking der beide eerste kolommen blijkt, dat de voortplanting van alle dubbeldaagsche getijden van *Soerabaija* naar *Sembilangan* gepaard gaat met eene sterke vermindering van de amplitude.

De verschillen in den tijd van hoogwater zijn echter onbeduidend,

	Soerabaija uren	*Sembilangan* uren	Verschil uren
S_2	11.8	0.2	0.4
M_2	12.1	12.3	0.2
N	11.8	12.2	0.4
K_2	11.8	0.0	0.2
K_1	21.1	21.1	0.0

en langs de straat zal dus een verhang ontstaan dat het grootst is bij hoog- en laagwater en verdwijnt bij de passeering van het gemiddeld niveau, terwijl de hierdoor ontstane getijstroomen zijn aan te merken, niet als stuwings, maar als verval-getijstroomen wier grootste snelheid moet bereikt worden eenigen tijd ná dien van hoog en laagwater, wegens de inertie der massa, en wier intensiteit ongeveer evenredig moet zijn aan het verval nl. de vermindering der amplituden: dat dit inderdaad het geval is moge blijken uit de laatste kolom der tabel IX: de daarin gegeven verhoudingen moeten ongeveer dezelfde zijn voor de verschillende dubbeldaagsche getijstroomen.

De langzame periode echter van het enkeldaagsch getij is oorzaak dat bij de voortplanting daarvan geene, of slechts weinig, energie van golfbeweging wordt omgezet in horizontale beweging: het getij K_1 is bij *Sembilangan* eer iets sterker dan bij *Soerabaija* en voor het optreden van een verval getijstroom bestaat hier geen reden, wel voor een stuwingsstroom van geringe intensiteit.

Met deze verklaring der verschijnselen, die natuurlijk niet alleen op straat *Sembilangan* maar ook op de voortplanting van getijden in andere soortgelijke straten en breede rivieren van toepassing is, stemt ook het feit overeen, dat de tijdsverschillen tusschen tabellen VII en VIII zeer gering zijn en geen verband houden met den tijd die er noodig zou zijn om den 6.7 kilometer langen weg tusschen de beide stations af te leggen met de snelheid der stroomen.

Bij de voortplanting der getijgolven in eene rivier worden de omstandigheden echter veel ingewikkelder dan in deze breede straat omdat daarbij eene zeer sterke vertraging in de tijdstippen van hoog en laagwater optreedt, terwijl in straat *Sembilangan* de geheele watermassa bijna gelijktijdig aan de golfbeweging deelneemt.

Wat de verhouding der stroomsnelheden tot de maansphasen betreft, zoo verschilt deze weinig met die der getijden zelven: bij *Sembilangan* komt *springtij* van het dubbeldaagsch getij voor 0.4 dagen na den datum van volle en nieuwe maan, *springvloed* echter bij station A 0.4 dagen vóór en bij station B 0.9 dagen vóór die datums, zoodat in 't algemeen kan gezegd worden, dat springvloed intreedt één dag vóór springtij van 't dubbeldaagsch getij.

Springtij van het enkeldaagsch getij valt in 1.6 dagen ná den datum van grootste maansdeclinatie, terwijl de enkeldaagsche getijstroom vrij wel dezelfde blijft omdat de getijstroom O weinig merkbaar is; bij geen der beide stations is deze stroom krachtig genoeg om juiste bepaling der kappagetallen mogelijk te maken.

Behalve de getijstroomen van korten duur is ook de kennis der stroomen van langen duur van groot belang: op den eersten oogopslag schijnt uit tabel X, waaarin de afwijkingen der maandgemiddelden gegeven zijn, te blijken, dat er een groot onderscheid bestaat in den aard der langdurige stroomen bij beide stations.

Tabel X.

Afwijkingen der stroomsnelheden in de verschillende maanden in 0.01 mijlen per uur

	Station A	Station B
Januari	1.5	— 7.5
Februari	— 15.7	— 27.4
Maart	— 2.4	— 9.4
April	— 7.5	— 5.5
Mei	8.4	— 9.3
Juni	6.1	5.0
Juli	— 1.0	14.1
Augustus	— 3.9	8.9
September	— 5.6	13.2
October	— 3.2	2.2
November	15.3	4.3
December	7.8	11.6

Bij station A is blijkbaar slechts weinig van een moessonstroom te bespeuren en wordt in de plaats daarvan eene dubbel-periodieke strooming gevonden met stroomen om de Noord in oost- en westmoesson en om de Zuid gedurende de kenteringen: bij B echter treedt eene vrij onregelmatige enkel-jaarlijksche strooming op den voorgrond.

Zooals blijkt uit de constanten gegeven in tabellen VII en VIII verdwijnt deze ongelijkheid grootendeels bij ontleding der verschijnselen, en het blijkt dan dat bij *beide* stations eene ongeveer even groote dubbeljaarlijksche schommeling in de stroomen voorkomt van 4.8 en 5.2 cm. p. secunde, loopende om de Noord met deze maximumsnelheid in de eerste helft van Juni en December en om de Zuid in de eerste helft van September en Maart, terwijl „geen stroom" voorkomt omstreeks 1 Augustus, 1 November, 1 Februari en 1 Mei: de verklaring van dit verschijnsel zal hieronder gegeven worden, in verband met de getijden in straat *Madoera* en daar buiten.

Hier worde alleen de aandacht gevestigd op het feit dat bij *Sembilangan* (tabel I) ook eene dubbel-jaarlijksche beweging in den waterstand is waargenomen, die wel klein, maar toch goed geconstateerd is en dat dit getij van lange periode hoogwater geeft omstreeks dezelfde datums waarop de strooming om de Noord het sterkst is, zoodat ook hierbij, in analogie met hetgeen gevonden is voor de getijstroomen van korten duur, het vermoeden gewettigd is, dat men met verval-stroomen en niet met stuwingsverschijnselen te doen heeft.

Verder blijkt uit de tabel X en de resultaten van de analyse der daarin gegeven afwijkingen, voorkomende in tabellen VII en VIII, dat bij station A slechts een zeer zwakke, bijna onmerkbare moessonstroom doorstaat, bij station B echter is die strooming niet onbelangrijk en loopt met maximumsnelheid van 6 9 c. m. p. sec. om de Noord omstreeks 6 September en om de Zuid omstreeks 6 Maart d. i. geruimen tijd nadat de moessonwinden hunne grootste intensiteit bereikt hebben, 't geen zou doen vermoeden, dat hierbij ook andere invloeden zich doen gelden.

Dat de stroomsnelheid van deze beweging zooveel geringer is bij station A dan bij B kan moeilijk aan andere oorzaken geweten worden dan aan het feit dat bij A het profiel grooter is dan bij B. Terwijl men echter bij de getijstroomen van korten duur van A tot B eene vermeerdering der snelheden vindt van ongeveer 50 procent, neemt bij deze strooming van lange periode de snelheid toe in verhouding van 1 tot 5 à 6. Bij de beschouwing dezer getallen moet echter bedacht worden dat de waarnemingsreeks over één jaar loopt, zoodat slechts ééne periode werd waargenomen, waardoor derhalve onvermijdelijke waarnemingsfouten en evenzeer toevallige afwijkingen niet geëlimineerd worden: het is dus mogelijk dat de amplitude bij B te groot en die bij A te klein uitgevallen is: dat echter de verhouding der twee amplituden voor stroomen van langen duur veel grooter moet zijn dan bij die van korten duur is duidelijk, omdat bij de eerste langzamerhand de geheele massa in beweging komt, terwijl bij de laatste alleen tijd bestaat voor de ontwikkeling van oppervlakte-stroomen, zoodat de meerdere breedte der straat bij A dan bij B van de waargenomen verschijnselen eene bevredigende verklaring kan geven.

Ten slotte kan uit de gegevens der tabellen VII en VIII nog de gevolgtrekking afgeleid worden, dat de grootste stroomsnelheden die, gemiddeld, bij de stations A en B voorkomen, omstreeks volle en nieuwe maan 78 en 122 c.m. per sec. bedragen: in de enkele gevallen waarin ook de elliptische getijstrooming N met de M_2 en S_2 strooming gelijke phase heeft, klimmen deze grootheden tot 89 en 138 c.m. p. s. en de sterkste stroom, die voor kan komen in de hoogst zeldzame gevallen waarin alle golfbewegingen unisono optreden, is: bij station A 2.39 Eng. mijlen per uur of 123 c.m. p. sec. en bij B 3.65 mijlen p. u of 188 c.m. p. sec.

Omtrent de waarschijnlijkheid van het samentreffen der phasen voor de verschillende getijden moge verwezen worden naar het verhandelde in studie III.

Omstreeks de datums van eerste en laatste kwartier zijn de stroomen zelden sterker dan 37 c.m. p. sec. bij A en 60 c m. p. sec. bij B.

§ 4. Voor een volledig inzicht in het mechanisme der stroomingen is het noodzakelijk, dat ook de getijstroomen buiten de straat bekend zijn. B halve de in studie VI gepubliceerde gegevens zijn, sedert de publicatie daarvan, nog bewerkt de waarnemingen bij *Zwaantjesdroogte* verricht.

In tabel XI vindt men de constanten der getijden die bij dit kustlicht heerschen.

Tabel XI.

Constanten der Getijden bij *Zwaantjesdroogte.*

	1892-93		1893-94		Gemiddeld.	
	c.m.	k.	c.m.	k.	c.m.	k.
S_2.....	26.1	342°	20.7	346°	23.4	344°
M_2.....	46.8	331°	43.9	335°	45.3	333°
K_1.....	49.6	303°	45.0	311°	47.2	307°
O.....	21.0	271°	22.3	275°	21.6	273°
P.....	6.0	279°	10.7	304°	8.2	295°
N.....	7.8	315°	8.6	328°	8.1	322°
K_2.....	8.5	57°	3.5	74°	5.9	62°
Sa.....	8.9	146°	—	—	—	—
Ssa....	2.5	112°	4.5	100°	3.5	105°
W.....	122.8		120.1		121.5	

De resultaten dezer waarnemingen zijn bevredigend en de overeenstemming tusschen de beide jaarreeksen laat weinig te wenschen over.

Minder bevredigend zijn de resultaten der stroomwaarnemingen, die blijkbaar van 1892-93 op andere wijze of misschien ook wel op eene andere plaats zijn verricht dan in 1893-94.

Terwijl in de eerste jaarreeks bijna alle richtingen voorkomen, zoodat de berekening van de constanten der maansstrooming langs den tijdroovenden weg der reductie op de vier hoofdstreken moest geschieden, zijn in het laatste jaar bijna uitsluitend Oostelijke en Westelijke richtingen aangeteekend, 't geen tot eene aanmerkelijke bekorting der berekening leidde. Beide reeksen stemmen echter hierin met elkander overeen, dat de periodieke maansstrooming in de richting Oost-West loopt: in de Noord-Zuid componenten is in reeks 1892-93 geene duidelijke periode te bespeuren. De resultaten der rangschikking naar de maansuren vindt men in de volgende tabel XII.

Tabel XII.

Oost-westelijke componenten der M_2 strooming bij *Zwaantjesdroogte.*

	1892-93	1893-94
$^0/_1$	11	— 27
$^2/_3$	— 20	— 35
$^4/_5$	— 29	13
$^6/_7$	— 5	36
$^8/_9$	16	9
$^{10}/_{11}$	37	— 29
$^{12}/_{13}$	0	— 28
$^{14}/_{15}$	— 15	— 7
$^{16}/_{17}$	— 31	26
$^{18}/_{19}$	1	44
$^{20}/_{21}$	7	9
$^{22}/_{23}$	27	— 15

Wordt door deze afwijkingen, die eene oostelijke strooming voorstellen als zij positief, eene westelijke als zij negatief zijn, de waarschijnlijkste dubbel-periodieke kromme lijn gelegd, en de oorsprong van tijd tot dien van maansdoorgang teruggebracht, dan vindt men voor de maansstrooming de formulen:

1892/93	27.4 cos (nt — 76°)
1893/94	34.9 cos (nt — 65°)

Deze frequenties 27.4 en 34.9 hebben betrekking op het getal 91, zoodat voor de percentages gevonden wordt respectievelijk 30.1 en 38.3 en voor het gemiddelde kappagetal 70°, 't geen beteekent, dat de sterkste getijstrooming om de Oost doorstaat te 2.4 uur of 2 u. 24 min. na maansdoorgang.

Zooals uit Tabel XI blijkt, komt hoogwater voor 11 u. 30 minuten na maansdoorgang, of — wat op hetzelfde neerkomt — 0 u. 54 m. vóór het oogenblik waarop dat hemellichaam den meridiaan passeert, terwijl laagwater wordt waargenomen 5 u. 18 m. na maansdoorgang.

De maansgetijstroom loopt dus met grootste snelheid om de Oost 2 9 of bijna juist 3 uren vóór het oogenblik van laagwater, en 3 uren vóór dat van hoogwater om de West: deze getijstroom is derhalve een echte stuwingsstroom en men kan hier terecht zeggen dat de vloed, waargenomen bij de kentering van het getij, de straat in, de eb de straat uitloopt.

De hoofdgetijstroom draagt derhalve hier midden in straat *Madoera* een geheel ander karakter dan in straat *Soerabaija:* in de laatste afnemend getij en vervalstroom, in de eerste toenemend getij en stuwingsstroom. Moessons noch sterretijds-enkeldaagsch getij konden met eenige evidentie uit de waarnemingen bij *Zwaantjesdroogte* gedaan, afgeleid worden.

De sommen der richtingen op de drie waarnemingsuren waaruit de zons-getijstrooming moet berekend worden, verschillen voor beide jaren in zulk eene mate, dat het niet mogelijk is de constanten dezer strooming te berekenen.

Voor de overmaten van Oost boven West is gevonden

	1892/93	1893/94
9 v.m	— 163	— 70
2 n.m	— 30	70
6 n.m.	— 5	— 128

waaruit dus zou volgen, dat in 't eerste jaar des namiddags te 2 uur een overmaat van westelijke, in het tweede jaar een surplus van oostelijke stroomingen heeft geheerscht en dat in 't eerste jaar des ochtends te 9 uur de strooming veel meer westelijk was dan des avonds te 6 uur terwijl in 't volgend jaar het omgekeerde het geval was. Het is moeilijk aan te nemen, dat dit inderdaad het geval geweest is den us ook niet wel mogelijk groote waarde te hechten aan de resultaten van deze berekening van constanten der getij- en zeestrooming.

Hoogst waarschijnlijk zou ook voor dezen getijstroom een kappagetal van ongeveer 70° moeten gevonden worden, men vindt echter voor de S_2 strooming.

1892/93	31 %	127°
1893/94	25 %	25°

zoodat de gemiddelde inderdaad tot 76° voor het kappagetal zou leiden, terwijl de resultaten der beide reeksen aanmerkelijk hiervan afwijken. Voor de zeestrooming vindt men:

1892/93	20 %	om de West
1893/94	6 %	om de West

Aangenomen, dat deze uitkomst der waarneming juist is, zoo wijst deze overmaat van westelijke strooming op een overwicht van den oost- over den westmoesson; krachtig ontwikkeld zijn echter de moessonstroomen zeker niet; dit blijkt hieruit, dat zij uit deze waarnemingen niet af te leiden zijn, en ook uit den gemiddelden waterstand, die slechts weinig en niet zeer regelmatig verandert.

Tabel XIII.

Gemiddelde Waterstand bij *Zwaantjesdroogte*.

	1892/93	1893/94	1892/94
	c.m.	c.m.	c.m.
September	121	123	122
October	131	124	128
November	125	117	121
December	126	123	125
Januari	107	119	113
Februari	109	116	113
Maart	125	115	120
April	113	125	119
Mei	124	123	124
Juni	133	127	130
Juli	124	108	116
Augustus	138	117	128
Gemiddeld	123	120	122

§ 5. De stroomwaarnemingen bij gelegenheid van de opneming der zuidkust van *Madoera* verricht zijn, zooals bij eene opneming natuurlijk is, verricht op verschillende plaatsen en met belangrijke onderbrekingen: de resultaten, die uit het groote aantal observaties — te zamen 4437 — kunnen afgeleid worden zijn dientengevolge eensdeels

moeilijker te verkrijgen en anderdeels minder duidelijk sprekend.

In tabel XIV is een overzicht gegeven van het aantal observaties gedurende de verschillende maanden van het jaar 1887 verricht, gegroepeerd over 4 verschillende perioden van den dag.

Tabel XIV.

	1-6 vm.	7-12 vm.	1-6 nm.	7-12 nm.	Totaal.
Januari...	129	87	88	101	405
Februari..	140	60	114	106	420
Maart.....	135	77	100	126	438
April.....	92	76	69	100	337
Mei.....	133	110	132	140	515
Juni.....	10	15	24	30	79
Juli.....	3	4	19	11	37
Augustus..	12	16	11	19	58
September.	34	33	36	32	135
October...	59	49	37	65	210
November.	44	26	36	40	146
December.	—	—	—	—	—
Totaal....	791	553	666	770	2780

Het is duidelijk, dat onder deze omstandigheden de totaalgemiddelden geen bruikbare gegevens leveren tot berekening der moessonstroomingen uit de 12 maandgemiddelden of der dagelijksche strooming uit de vier gemiddelden voor de verschillende dagtijden: in de gemiddelde waarden voor 1—6 vm. b.v. zullen de maanden Januari, Februari, Maart en Mei met overwegenden invloed optreden terwijl Juli daarin ongeveer geen aandeel heeft: de eenige methode om aan dit bezwaar tegemoet te komen is dus deze, dat men afzonderlijk voor elke maand en dagtijd, door toepassing der Lambertsche formule, de componenten op de vier hoofdstreken berekent, de 88 sommen, die men aldus verkrijgt, door deeling door het aantal malen gelijkwaardig maakt, en uit deze op de eenheid van observatie gereduceerde quantiteiten de resultanten berekent.

Hierdoor treden dan alle maanden en dagtijden met gelijk gewicht op, maar het bezwaar, dat b. v. de waarde voor Juli 1—6 v.m. uit drie waarnemingen berekend volstrekt niet denzelfden waarborg van juistheid aanbiedt als de waarde uit 129 observaties afgeleid voor Januari 1—6 v.m. is niet ter zijde te stellen.

In tabel XV vindt men een overzicht van de op deze wijze berekende moessonstroomingen, van de jaarlijksche strooming, ter berekening waarvan de componenten voor December door interpolatie moesten worden aaangevuld, van de snelheid der berekende resultanten en eindelijk van de gemiddelde snelheden, verkregen door de som der snelheden te deelen door het aantal observaties zonder op de richting te letten. Hoe grooter het onderscheid tusschen de beide snelheden is, des te meer treden andere invloeden dan die van den moesson, of wil men liever die van 't jaargetijde, op den voorgrond.

Over het algemeen zijn deze verschillen vrij groot en kan men dus zeggen dat bij de zuid-oostkust van *Madoera* de moessonstroomingen niet krachtig optreden. De jaargemiddelden zijn zeer gering en compensatie tusschen de beide hoofdrichtingen der moessonstroomen vindt dus bijna volledig plaats: aan de gemiddelde richting der jaarresultante kan, op grond hiervan, slechts weinig waarde gehecht worden.

Dat de stroomen hier inderdaad zeer zwak optreden moge blijken uit eene vergelijking met die welke bij *Sembilangan* heerschen: de maans-getij-strooming alleen bereikt daar eene snelheid van 1.76 Eng. M. p. uur of van 42 Eng. M. per 24 uur, terwijl hier de grootste gemiddelde nog geen 12 mijl bedraagt en de maximum snelheid die van 36 mijl nooit overtreft.

Tabel XV.

Moessonstroomen in Eng. mijlen per 24 uur

	Componenten N	Componenten E	Snelheid resultante	Richting resultante	Gemiddelde snelheid
Jan...	—1.00	6.51	6.59	S 81° E	11.65
Febr..	—0.82	8.93	8.97	S 85° E	9.98
Mrt....	—1.04	2.15	2.39	S 64° E	11.11
Apr...	—2.57	1.35	2.90	S 28° E	11.19
Mei...	—0.73	—5.24	5.29	S 82° W	11.72
Juni..	1.30	—2.64	2.94	N 64° W	7.45
Juli...	0.76	—2.79	2.89	N 75° W	5.48
Aug..	0.83	—3.96	4.05	N 78° W	6.80
Sept..	1.76	—1.98	2.65	N 48° W	8.91
Oct...	0.72	—4.35	4.41	N 8[illegible]° W	9.08
Nov...	0.95	—0.84	1.27	N 51° W	7.43
Dec...	—0.03*	2.84*	2.84*	S 89° E	—
Jaar...	—0.48	—0.75	0.89	S 37° W	10.42

Voor de rangschikking der stroomwaarnemingen volgens 24.8 uren, die van een maansdag, zijn de observaties in twee reeksen afzonderlijk bewerkt, ten einde na te kunnen gaan of de getijstroomen in richting verschillen bij de Z. O. punt van *Madoera* en de zuidkust dieper in de straat. De eerste reeks omvat de observaties verricht van 8 Januari tot 3 December 1887, de tweede van 1 Januari tot 28 Mei 1888.

In beide reeksen is, zooals uit tabel XVI blijkt, de dubbele periode duidelijk herkenbaar en het feit, dat dit het geval is zoowel bij de noordelijke als bij de oostelijke componenten bewijst dat de getijstroom niet zuiver in oost-westelijke richting loopt.

Tabel XVI.

Maansgetijstroom in zeemijlen per 24 uur.

Maansuren.	Eerste reeks. Aantal observ.	Componenten N.	Componenten E.	Tweede reeks. Aantal observ.	Componenten N.	Componenten E.
0/1	281	2.24	4.46	78	0.70	0.32
2/3	268	0.49	2.72	112	0.55	1.78
4/5	266	— 1.64	— 2.77	113	— 1.56	3.09
6/7	332	— 1.36	— 3.52	89	— 1.24	0.95
8/9	312	— 0.75	— 2.45	89	— 0.49	— 2.59
10/11	258	1.50	3.10	93	1.90	— 3.04
12/13	274	2.59	5.20	90	1.13	— 0.44
14/15	249	0.93	2.12	103	— 0.94	1.17
16/17	229	— 2.01	— 3.22	84	— 1.22	2.36
18/19	331	— 2.28	— 4.46	94	— 0.43	0.64
20/21	298	— 0.74	— 2.68	85	0.54	— 2.59
22/23	228	1.07	1.55	81	1.07	— 1.69
Totaal	3326			Totaal	1111	

De uit deze gegevens voor de M_2 strooming berekende formulen luiden, na reductie op den maansdoorgang als tijdsoorsprong:

Eerste reeks

Noordcomponente..... $2.22 \cos (nt - 36^0)$

Oostcomponente..... $4.66 \cos (nt - 47^0)$

Tweede reeks

Noordcomponente..... $1.36 \cos (nt - 278^0)$

Oostcomponente..... $2.68 \cos (nt - 59^0)$

Daar getijstroomen in twee richtingen moeten loopen die tegengesteld zijn, moeten de argumenten óf ongeveer gelijk zijn, òf ongeveer 180^0 verschillen: in het eerste geval loopen de stroomen in NE en SW richting in het tweede om de NW en SE.

De formulen voor de eerste reeks voldoen aan dit criterium: de argumenten zijn ongeveer gelijk en gemiddeld 43^0 wanneer men de gemiddelde waarde berekent door aan beide argumenten het gewicht der correspondeerende amplitude toe te kennen.

De formule voor de eerste reeks wordt dan

$$5.16 \cos (nt - 43^0), \text{ N } 65^0 \text{ E}$$

't geen beduidt dat bij de zuid-oostkust van *Madoera* een maansgetijstroom loopt met eene maximum snelheid van 5.16 zeemijlen per etmaal, of van ongeveer 11 centimeters per seconde om de N 65^0 E anderhalf uur na maansdoorgang en met dezelfde snelheid in de tegenovergestelde richting, S 65^0 W, 7^u 42^m na den doorgang van dit hemellichaam door den meridiaan.

Dieper in de straat wordt, zooals blijkt uit de formulen van de tweede reeks, deze getijstroom aanmerkelijk zwakker; het is blijkbaar hieraan te wijten, dat de verhouding der argumenten niet is zooals deze bij een getijstroom behoort te zijn: men mag dus aannemen, dat in de noord-zuid componente wel, zooals uit tabel XVI blijkt, eene periode aanwezig is, maar dat de epoque daarvan, tengevolge van de kleinheid der beweging, zich niet met eenige zekerheid uit de waarnemingen laat bepalen: de oost-westelijke componenten echter, waarvan de periode ongeveer twee malen grooter is, leveren eene vertrouwbare bepaling van het kappagetal.

Terwijl van *P. Poeteran* tegenover *Madoera's* zuid-oostkust tot kaap *Dato* de maximum snelheid 5 mijlen per etmaal bedraagt en het havengetal 43^0, is de snelheid van kaap *Dato* tot *P. Kambing* niet meer dan 3 mijlen, of 6 c. m. p. sec. en het havengetal 59^0, zoodat de stroom hier met maximum snelheid om de ENE doorstaat 2 uren na maansdoorgang.

Neemt men aan, 't geen meer dan waarschijnlijk is, dat voor dit gedeelte der straat voor het maansgetij hetzelfde kappagetal geldt, als voor *Zwaantjesdroogte* is gevonden nl. 333^0, dan bedraagt het verschil tusschen de kappagetallen voor hoogwater en maximum strooming om de West

$$333^0 - (59^0 + 180^0) = 94^0$$

zoodat deze strooming een zuiver stuwingsverschijnsel is, waarbij de vloed om de West, de eb om de Oost loopt evenals bij *Zwaantjesdroogte*.

Voor de berekening van het zonsgetij S_2 hebben wij de afwijkingen op de vier tijden van het etmaal

	N	E
1— 6 v. m.	0.50	1.50
7—12 v. m.	0.14	— 1.27
1— 6 n. m.	— 0.13	1.53
7—12 n. m.	— 0.50	— 1.77

Hieruit blijkt, dat in de noordcomponenten eene kleine enkeldaagsche schommeling merkbaar is, die waarschijnlijk verband houdt met den invloed van land- en zeewind; deze periode is echter niet meer dan even aangeduid: eene veel duidelijker dubbele periode echter is gelegen in de oost-westelijke componenten.

Zooals in vroegere studiën is aangetoond zijn deze vier gegevens niet voldoende voor de berekening van de twee onbekenden omdat, wegens de symmetrie, de vier vergelijkingen in den grond slechts ééne vergelijking vormen: voor de berekening van de amplitude S_2 en het kappagetal toch heeft men de vergelijkingen:

$$1 + 3 = 1.286\ S_2 \cos (C_2 - 105^0) = 3.03$$
$$2 + 4 = 1.286\ S_2 \cos (C_2 - 285^0) = -3.04$$

en deze beide zijn identiek: neemt men echter, naar analogie van 't gevondene bij de berekening der M_2 strooming, aan dat ook deze getijstroom een stuwingsstroom is, dat derhalve het kappagetal C_2 ongeveer 62^0 moet zijn, dan vindt men voor de intensiteit der S_2

strooming 3.22 mijlen per etmaal, of eene snelheid die iets meer bedraagt dan de helft van die der maansgetijstrooming nl. 5.16 mijlen, een resultaat dat volkomen in overeenstemming is met de verhouding in deze streken van het zons- tot het maansgetij.

Bij springtij zal men derhalve drie uren vóór hoog- en laagwater getijstroomen aantreffen van 8.38 mijlen per etmaal, of 17.5 c.m. per sec. om de West en de Oost, terwijl bij doodtij de grootste snelheid niet meer bedraagt dan 2 mijlen per etmaal of ongeveer 4 c.m. per sec.

§ 6. Recapituleert men 't geen in deze en vorige studiën omtrent het verloop der getijden in straat *Madoera* en straat *Soerabaija* gevonden is, dan komt men tot de volgende resultaten:

1°. Dubbeldaagsche Getijden.

Tabel XVII.

	S_2		M_2		N	
	c.m.	k.	c.m.	k.	c.m.	k.
Meinderts droogte .	10.4	337°	24.8	327°	4.6	317°
Zwaantjes droogte.	23.4	344°	45.3	333°	8.1	322°
Pasoeroean.	30.4	343°	59.6	340°	11.3	332°
Soerabaija.	26.4	355°	44.3	351°	9.1	337°
Sembilangan.	15.7	5°	18.0	356°	3.3	348°
Oedjong Pangka. .	5.8	12°	3.0	133°	2.2	109°

Van af *Meindertsdroogte* aan den oostelijken ingang van straat *Madoera* nemen, tengevolge der stuwing, deze getijden aanmerkelijk toe in intensiteit hoe meer men de straat in komt; bij *Zwaantjesdroogte* zijn zij reeds tweemalen sterker geworden en bij *Gading*, *Karang Kleta* en *Pasoeroean* bereikt de getijgolf hare grootste amplitude, die, in ronde cijfers, drie malen grooter is dan bij *Meindertsdroogte:* met deze stuwing gaat gepaard eene gestadige toeneming der phase of verlating in tijd van hoogwater en eene regelmatige getijstrooming, wier grootste kracht wordt waargenomen 3 uren vóór de uiterste waterstanden.

Deze stroomingen ontstaan door het oploopen van het getij: zij zijn als locale verschijnselen te beschouwen, houden dus geen verband met die welke buiten de straat bij *Meindertsdroogte* gevonden worden, en kunnen in geen enkel opzicht als voortzetting daarvan beschouwd worden: de constanten der stroomen bij *Meindertsdroogte*, gegeven in tabel XII van studie IX, verschillen geheel en al met die welke in de straat gelden.

Nadat bij *Karang Kleta* of *Gading* de getijgolf hare grootste intensiteit bereikt heeft, houdt de toeneming der stuwing op ten gevolge van het ontstaan van vervalstroomen. Reeds bij *Soerabaija* zijn de amplituden aanmerkelijk kleiner geworden en, schoon er geene stroomwaarnemingen bestaan die deze stelling bevestigen, mag men aannemen dat van af *Karang Kleta* tot *Soerabaija* het tijdstip van grootste stroomintensiteit steeds later invalt ten opzichte van dat van hoog en laagwater, totdat dit ongeveer bij *Soerabaija* samenvalt met den tijd van hoog- en laagwater en in straat *Soerabaija*, tengevolge der inertie van de in beweging te brengen massa, zelfs later in valt.

In beide gevallen wordt energie van golfbeweging omgezet in die van stroombeweging, of van vertikale in horizontale beweging: maar zoolang er stuwing plaats heeft neemt het getij in intensiteit toe — hetgeen mogelijk is omdat het golffront kleiner wordt zoodat de totale energie toch vermindert — en ontstaan er stroomen die 't sterkst op treden als de verandering van niveau het snelst geschied terwijl, wanneer de weerstand zoo groot geworden is dat verdere stuwing onmogelijk is, het getij verloopt door omzetting in stroomen die, als veroorzaakt door het ontstane verhang, het sterkst zijn op den tijd der uiterste waterstanden of later.

Zooals uit tabel XVII blijkt zijn bij *Sembilangan* de dubbeldaagsche getijden met korte periode reeds grootendeels vernietigd en bij *Oedjong Pangka* dragen deze getijden zulk een verschillend karakter, dat zij blijkbaar van geheel anderen oorsprong zijn en men mag aannemen, dat hier het getij van de straat, wat de dubbeldaagsche componenten betreft, geheel en al verloopen is en geen invloed uitoefent.

Terwijl derhalve in straat *Soerabaija* bij *Sembilangan* en dubbeldaagsche stroomingen overwegende enkeldaagsche getijden heerschen terwijl, zooals in studie VIII is medegedeeld, in straat *Soenda* het getij dubbeldaagsch, de strooming daarentegen enkeldaagsch is, zijn toch de gevallen niet volkomen analoog: want in Straat *Soerabaija* ontstaan de stroomen in de straat zelve door het verloopen van het getij, zoodat het verschil in tijd tuschen de stations A en B geen verband houdt met de *stroomsnelheid* zelve, maar veeleer met de veel grootere snelheid der voortplanting van de *golfbeweging*, terwijl in straat *Soenda* de enkeldaagsche stroomen niet gevormd worden in de straat zelve, maar daarbuiten in de *Javazee* en hier dus eene gewone in- en uitstrooming geschiedt, die geen verband houdt met het getij in de straat.

Het tijdsverschil in het optreden der gelijke phasen zal in straat *Soenda* derhalve gelijk zijn aan het tijdsverloop dat gemeten wordt door den afstand te deelen door de stroomsnelheid; de verschillen in stroomphase tusschen twee gegeven punten zullen des te grooter zijn naarmate de stroom zwakker is d. i. omstreeks de stroomkenteringen en het kleinst, (nl. den afstand gedeeld door de maximum snelheid) op de twee tijdstippen van elken dag waarop de stroom met grootste kracht doorstaat bij den oostelijken ingang der straat. In straat *Soerabaija* echter treden langs het geheele kanaal de stroomen bijna tegelijker tijd met dezelfde phase op, want het verschil der kappagetallen voor de M_2 strooming bedraagt niet meer dan 6 minuten voor de 6.7 kilometers van elkaar gelegen stations A en B terwijl, met de grootste bij A gemeten snelheid der M_2 strooming, nl. 57.5 cm. p. sec., deze afstand slechts in ruim 3 uren kan doorloopen worden.

2. Enkeldaagsche getijden.

Wanneer men de constanten der enkeldaagsche getijden gegeven in de volgende tabel voor de verschillende in de richting der golfvoortplanting gelegen plaatsen vergelijkt met die der tabel XVII, dan blijkt terstond dat van af *Meindertsdroogte* tot *Zwaantjesdroogte* slechts eene geringe vermeerdering der amplitude is ontstaan.

Tabel XVIII.

	K_1		O		P	
	c.m.	k.	c.m.	k.	c.m.	k.
Meindertsdroogte .	37.2	302°	21.3	272°	7.4	293°
Zwaantjesdroogte .	47.2	307°	21.6	273°	8.2	295°
Pasoeroean	44.5	304°	26.1	276°	14.8	302°
Soerabaija	46.9	318°	27.2	284°	14.2	321°
Sembilangan	47.0	318°	24.9	277°	11.5	313°
Oedjong Pangka ..	50.6	325°	23.9	279°	16.5	343°

Voor het hoofdgetij K_1 bedraagt die vermeerdering slechts 10 c.m. en voor de getijden O en P bijna niets, terwijl ook in de kappagetallen slechts eene geringe verandering te bespeuren is. Neemt men bij de beschouwing der kappagetallen van de kleinere getijden O en P in aanmerking, dat zij niet zoo scherp te bepalen zijn als die van de dubbeldaagsche getijden bij overigens gelijke amplituden, dan blijkt uit tabel XVIII, dat de enkeldaagsche getijden, in tegenoverstelling met de dubbeldaagsche, *niet* verloopen, maar bij hunne voortplanting door straat *Soerabaija* in amplitude ongeveer dezelfde blijven.

Daar nu het gebied waarin zich de golfbeweging voortplant steeds kleiner wordt, moet hierbij energie van golfbeweging omgezet zijn in die van stroombeweging: maar, daar er van vervalsstroomen geen sprake kan zijn, moeten deze stroomen het karakter van stuwingsstroomen vertoonen en met maximum snelheid doorstaan ongeveer 6 uren vóór en na de uiterste waterstanden en dit moet het geval zijn zoowel in straat *Madoera* als in straat *Sembilangan*.

In het niet verloopen van de enkeldaagsche getijden vindt dus het karakter der K_1 strooming bij de stations A en B eene ongedwongen verklaring.

Het feit dat de enkeldaagsche getijden tengevolge hunner langzame periode zich onverzwakt kunnen voortplanten in eene straat waar de dubbeldaagsche door wrijving en weerstand te niet gaan, verklaart tevens de groote amplituden van deze getijden — ten minste van K_1 — bij *Oedjong Panka*: de beide golven die elkander hier ontmoeten, die uit de straat en die uit de *Javazee*, hebben ongeveer gelijke phase, en de gelijkheid der kappagetallen van K_1 bij *Soerabaija* en *Sembilangan* en de vermindering dier grootheden voor O en P als men van de eerste plaats naar de laatste gaat (allen ietwat onverwachte verschijnselen) kunnen misschien verklaard worden door aan te nemen dat zich niet alleen in de straat getijgolven voortplanten afkomstig van straat *Madoera*, maar tevens, in omgekeerde richting, ook uit de *Javazee*, welke hypothese zeer zeker niet strijdig is met het karakter dezer getijden. In studie XII is aangetoond dat door dergelijke interferenties van verschillende golven zeer abnormale verschijnselen kunnen ontstaan.

Bij gebrek aan contrôle door middel van vergelijking van meerdere waarnemingsreeksen, is het echter niet mogelijk uit te maken, in hoeverre het groote kappagetal van getij O bij *Soerabaija* als een rëeel feit moet beschouwd worden, dan wel als eene toevallige afwijking.

De wijze waarop getijden en stroomen zich in straat *Madoera* voortplanten en vormen geeft een duidelijk inzicht in de analyseerende werking die straten, passages en ondiepe zeeën op de golfbeweging uitoefenen: de harmonische analyse, eene mathematisch-statistische methode, die het samengesteld weefsel van verschillende te zamen optredende perioden als het ware ontwart, vindt in de natuur zelve haar weerslag: alle weerstand in de voortplanting leidt tot het op den voorgrond treden der enkeldaagsche perioden, maar, terwijl de statistische methode in staat stelt de samenstellende deelen af te zonderen en te leeren kennen, heeft de natuurlijke ontleding alleen plaats ten koste der perioden van korten duur, wier energie als golfbeweging verdwijnt, onder plaatselijke omzetting in stroomingsenergie.

Overal derhalve waar eilanden-groepen de vrije ontwikkeling der golfbeweging belemmeren, als in de *Chineesche zee*, de *Molukken*, een groot gedeelte van de *Stille Zuidzee* en de golf van *Mexico*, moeten de enkeldaagsche getijden en reliëf komen door de vermindering der dubbeldaagsche getijden en hetzelfde verschijnsel moet met mindere of meerdere intensiteit worden waargenomen in afgesloten zeeën als de *Oostzee* en de *Middellandsche zee*.

Hier moet opgemerkt worden dat het op dit oogenblik echter nog onverklaarbaar is waarom het zonsgetij S_2 in veel mindere mate den invloed dezer analyseerende werking ondervindt dan het maansgetij M_2: in de *Stille Zuidzee*, bij de kusten van *Nieuw-Guinea* en ook bij *Halmaheira* en de oostelijke eilanden-groepen van den Indischen Archipel is het zonsgetij bijzonder groot gebleven ten opzichte van het kleiner wordend maansgetij.

Ook in straat *Soerabaija* is de vermindering van *Soerabaija* tot *Sembilangan* veel geringer voor het getij S_2 dan voor M_2 en in straat *Makasser* is het maansgetij kleiner dan het zonsgetij dat daar buitengewoon groot is. Kaarten van Homokumenen der partieele getijden S_2 en M_2 zullen op het spoor der verklaring van dit verschijnsel moeten brengen.

3. Perioden van langen duur.

Tabel XIX.

	Sa		Ssa	
	c.m.	k.	c.m.	k.
Meindertsdroogte	9.1	58°	10.3	109°
Zwaantjesdroogte	—	—	3.5	105°
Gading	1.5	79°	3.9	154°
Soerabaija	3.4	112°	6.6	165°
Sembilangan	11.1	103°	5.6	150°
Oedjoeng Pangka	1.8	134°	4.4	151°

In studie IX is aangetoond, dat bij *Meinderstdroogte*, met uitzondering alleen van de maanden December tot Maart, eene krachtige strooming heerscht om de NW, d. i. straat *Madoera* in, en uit bovenstaande tabel XIX blijkt, dat aldaar ook in den jaarlijkschen stand van het water vrij groote verschillen kunnen voorkomen.

Het verband tusschen deze veranderingen in waterstand en de heerschende stroomingen is echter verre van duidelijk: volgens tabel III van studie IX toch is het hoogwater bij *Meinderstdroogte* in Mei en laagwater in Februari, terwijl de sterkste stroom, de straat *in*, wordt waargenomen op 4 Augustus en de straat *uit* op 2 Februari: in tegenstelling van 't geen men verwachten zou bij perioden van langen duur valt de sterkste strooming samen met het tijdstip waarop de waterstand kentert en, evenzeer in tegenstelling van 't geen voor de hand zou liggen aan te nemen, loopt, bij dalend water het water *in*, bij rijzend water (Februari) *uit* de straat.

Het is misschien aan deze omstandigheden te wijten, dat bij *Zwaantjesdroogte* noch in den waterstand, noch in de strooming duidelijke moessonperioden konden geconstateerd worden: de gecompliceerde toestanden bij *Meinderstdroogte* moeten dan opgevat worden als *locale* verschijnselen te wijten aan de bijzondere ligging van het rif, blootgesteld aan allerlei invloeden, die slechts op een klein oppervlak — zij het dan ook met groote intensiteit — optreden en dus bij voortplanting spoedig te niet gaan. Met deze opvatting is in overeenstemming het feit — in studie IX aangetoond — dat bij *Poeloe Sapoedi*, aan den noordoostelijken ingang van straat *Madoera* gelegen, geheel andere invloeden zich doen gevoelen.

Tegen de verwachting, die men a priori zou mogen stellen, is derhalve de invloed van den moesson in straat *Madoera* zeer gering.

Zooals in § 3 is aangetoond zijn langs de zuidoostkust van *Madoera* zwakke moessonstroomen merkbaar, maar bij *Zwaantjesdroogte* zijn de stroomen onregelmatig en zwak en voornamelijk toe te schrijven aan den maansinvloed.

Deze uitkomst wordt bevestigd door de resultaten in de bewerking der getijwaarnemingen bij *Karang Kleta*, *Gading*, *Pasoeroean* en *Soerabaija* op alle welke plaatsen slechts sporen van eene periode in den maandelijkschen waterstand konden worden waargenomen, terwijl ook bij *Oedjong Pangka* feitelijk geene jaarlijksche schommeling bestaat.

Eene belangrijke stuwing in den oost- en daarmede overeenkomende afloop van het water in den westmoesson komt dus niet voor, 't geen moeilijk anders kan verklaard worden dan door aan te nemen dat de langs de *Java* en *Madoera* kust in den oostmoesson intredende watermassa's niet tot aan den trechter doordringen, maar zich vereenigen tot eene om de Oost loopende strooming in het midden van straat *Madoera*.

De verdamping en de hiermede overeenkomende toeneming in soortelijk gewicht zou aanleiding kunnen geven tot een onderstroom om de Oost in 't midden der straat, in welk geval van stuwing bij den trechter geen sprake kan zijn.

Alleen bij *Sembilangan* is eene duidelijke jaarlijksche beweging in den waterstand aan te toonen die een verschil kan veroorzaken van 22 cm.; deze periode is echter waarschijnlijk niet het gevolg van directen moessonsinvloed maar wordt indirect veroorzaakt door de jaarlijksche periode in de strooming die bij station B (zie tabel VIII vrij sterk optreedt. Die strooming loopt met grootste snelheid van 6.9 cm. p. sec, om de Noord op 6 September en om de Zuid omstreeks 6 Maart terwijl de uiterste waterstanden worden waargenomen omstreeks 4 Juli (hoogwater) en 2 Januari (laagwater) d. i. ongeveer eene maand na de tijdstippen der stroomkenteringen.

In andere woorden het kappagetal van den *waterstand* bij *Sembilangan* is 103°, dat van den stroom Sa 165° en het verschil derhalve 62° of twee maanden, terwijl het normale verschil, voor het geval de stroom een stuwingsverschijnsel ware, moest bedragen 90° of 3 maanden nl. een vierde gedeelte van de geheele periode; in verband ook met het feit dat deze strooming van jaarlijksche periode bij station A veel kleiner is dan bij B, mag dus de periode in den waterstand bij B als een stuwingsverschijnsel worden opgevat.

Op geheel andere wijze ontstaat de dubbeljaarlijksche strooming bij de stations A en B: zij is bij beide stations ongeveer gelijk, 't geen eene aanwijzing is voor een vervalstroom: het verschil in kappagetallen van de dubbeljaarlijksche periode in den waterstand bij B, nl. 150°, en die van de dubbeljaarlijksche stroomingsperiode, nl. 164°, bedraagt slechts 14°, een feit dat eveneens de aanwezigheid van een vervalstroom aanduidt omdat hoogwater optreedt omstreeks 5 Juni en 5 December en de grootste stroomsnelheid om de Noord slechts 7 dagen later, op 12 Juni en 12 December.

Terwijl dus de moessonbewegingen bij *Meindertsdroogte* waargenomen zich niet of met groote verzwakking voortplanten in de straten *Madoera* en *Soerabaija*, doet de dubbeljaarlijksche zonsdeclinatiebeweging, die bij *Meindertsdroogte* vrij sterk in den waterstand optreedt, dit wel: bij *Gading*, *Pasoeroean* en *Soerabaija* treedt deze beweging duidelijk, hoewel verzwakt, op en wel met eene vertraging van ongeveer 150°—109° = 41° of 20 dagen.

Tusschen *Soerabaija* en *Sembilangan* treden dientengevolge vervalstroomen op die vrij sterk (5 c. m. p. sec.) zijn en langs de geheele straat *Soerabaija* ongeveer gelijke kracht hebben.

Ofschoon het kappagetal 150° der tabel XIX voor het getij Ssa *Sembilangan* afgeleid is uit de 3 laatste waarnemingsreeksen, is het wegens het geringe aantal perioden, nl. 6, toch mogelijk en in verband met de getallen voor *Soerabaija* en *Oedjong Pangka* gevonden waarschijnlijk, dat het te klein is uitgevallen en dat het kappagetal 163° voor de reeks 1892—93 gevonden (zie tabel I) nader aan de waarheid grenst, zoodat dan de tijden van hoog en laagwater volledig zouden overeenstemmen met die van grootste stroomsnelheid evenals bij den vervalstroom van korte periode in straat *Soerabaija* het geval is.

BATAVIA, December 1895.

VAN DER STOK.

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

INLEIDING.

Ieder ingenieur wordt meermalen gesteld voor de beantwoording van de vraag welke de grootste afvoer is, die in eenige rivier mag worden verwacht. In bijzondere mate is dit het geval met hen, die zich bezighouden met het ontwerpen van irrigatie-werken op *Java*.

In *Nederland* beschikt men voor de beantwoording van zulk een vraag, wanneer het belangrijke rivieren betreft, over gedurende vele tientallen van jaren voortgezette geregelde waarnemingen van waterstanden of heeft men althans vertrouwbare aanwijzingen betreffende de hoogste standen, die sedert meer dan een eeuw zijn voorgekomen, Ingeval daarbij geen overstrooming plaats had, zijn dan ook de grootste afvoeren bij benadering bekend. Op *Java* moet men zich op weinige uitzonderingen na tevreden stellen met de waarnemingen, die sedert den aanvang der opnemingen voor de bevloeiingswerken zijn verricht en dus meestal slechts over weinige jaren loopen. Bij vele kleine rivieren zijn ook deze waarnemingen niet voorhanden; het is bijv. ondoenlijk in alle, dikwijls zeer talrijke kleine waterloopen, die door een irrigatie-kanaal worden gesneden, geregelde waarnemingen te doen plaats hebben. Doch al zijn er waarnemingen verricht, dan loopen zij nog over een veel te kort tijdvak om te mogen aannemen, dat daarbinnen de grootste redelijker wijze te verwachten, of zelfs maar een dien grootsten nabij komende afvoer, zou zijn voorgekomen.

Aanwijzingen van de bevolking aangaande de hoogst bekende waterstanden zijn blijkens de ondervinding dikwijls weinig vertrouwbaar. Meermalen heeft zich het geval voorgedaan, dat reeds na enkele jaren van geregelde waarnemingen waterstanden voorkwamen veel „hooger „dan de oudste inwoners zich herinneren."

Het ligt dus voor de hand, dat men zich veelal genoopt voelt zijn toevlucht te nemen tot de formules opgesteld om den grootsten afvoer uit de grootte en de gesteldheid van het stroomgebied te berekenen en wel tot de formules van *Lauterburg* en van *Iszkowski* die in de afdeeling „Bevloeiingen" van de „Waterbouwkunde" worden besproken.

Het komt mij voor, dat in beginsel de formules van *Lauterburg* de voorkeur moeten verdienen. De grootste afvoer, die in een rivier kan voorkomen, is toch *in werkelijkheid* niet afhankelijk van den gemiddelden jaarlijkschen regenval maar van den grootsten regenval, die in een kort tijdsverloop (eenige minuten, eenige uren of enkele dagen, dit hangt van de grootte van het stroomgebied af) kan voorkomen, en het is dunkt mij eene toevallige omstandigheid, als deze grootste regenval voor eenige plaatsen evenredig is met de gemiddelde jaarlijksche hoeveelheid regen.

Al schijnt die evenredigheid in *Europa* ongeveer te bestaan, dan mag hierin nog geen reden worden gevonden om haar ook voor *Java* aan te nemen.

Dat zij hier niet steeds aanwezig is blijkt o.a. uit een vergelijking van de uitkomsten der waarnemingen gedurende vele jaren verricht te *Batavia* en te *Djatinangor* (later vermeld als station no 41). De gemiddelde jaarlijksche regenval op die twee plaatsen bedraagt respectievelijk 1783 en 1903 m.M. het maximum in 24 uren 197 en 97 m.M.

Er bestaat dunkt mij, slechts dan aanleiding om de formules van *Iszkowski* toe te passen, indien wel voldoende gegevens aangaande den gemiddelden jaarlijkschen regenval voorhanden zijn, maar die betreffende den grootsten regenval gedurende korte perioden ontbreken.

Ook in *Europa* vindt de toepassing van de formule van *Iszkowski* geen onverdeelden bijval. In een opstel van den ingenieur *R. Halter* in den jaargang 1893 van het „Zeitschrift des. Oesterr. Ingenieur-and Architecten Vereins" wordt aangetoond, dat de bedoelde formule voor kleine stroomgebieden te lage uitkomsten geeft en in een artikel van *C. Pascher* in den jaargang 1892 van hetzelfde tijdschrift wordt zij geheel verworpen.

In dit opstel zullen verder alleen de formules van *Lauterburg* worden besproken. Zij zijn het ook, die meestal door mijne collega's worden toegepast en wel, bij gebrek aan onderzoekingen in hoeverre die voor *Zwitserland* opgestelde formules ook op *Java* van toepassing zijn, veel al ongewijzigd. Rationeel is dit niet. Het zou bijv. al te dwaas zijn als men die formules bij het ontwerpen van werken in *Egypte* of in *Arabie* onveranderd ging toepassen. Men is geneigd te vermoeden, dat de door *Lauterburg* gevonden cijfers voor een land als *Java* te laag moeten zijn en toch is menig ontwerper reeds

huiverig om hier de bedoelde formules in hare volle consequentie onveranderd toe te passen. Voorop moet hier worden gesteld, dat de berekeningen nooit ten doel kunnen hebben den grootsten afvoer te bepalen, die *kan* voorkomen. Zulk een maximum kan niet worden vastgesteld, omdat ook de meteorologische verschijnselen niet gebonden zijn aan een grens, die niet *kan* worden overschreden. Het betreft hier steeds een kwestie van waarschijnlijkheid. Men neemt aan, dat de waarschijnlijkheid van de overschrijding van een regenval, een winddruk of een temperatuur, die gedurende een lange reeks van waarnemingen niet werd overtroffen, zeer klein is.

Treedt zij toch in, ontstaat er in een rivier een „Catastrofe hoogwater" dan kan men daarin zonder zelf verwijt berusten. Al moge het herstellen der aangebrachte schade soms meer kosten dan het meerdere bedrag, dat men zou hebben moeten uitgeven om het werk van den beginne af aan tegen dien grooteren afvoer bestand te maken, dan mag men zich nog troosten met de gedachte, dat indien men overal zijne eischen veel hooger had gesteld, men bij andere werken, waarbij zulke niet voorziene omstandigheden niet zijn voorgekomen, groote kapitalen nutteloos zou hebben vastgelegd.

Hoe belangrijker de schade zijn zou, die bij overschrijding van den aan te nemen maximum-afvoer zou kunnen worden aangericht, hoe meer zal men er voor over hebben om zulk een overschrijding te voorkomen, hoe hooger zekerheids-coefficient zal men als het ware invoeren d.i. hoe hooger zal men den aan te nemen maximum-afvoer stellen. Er bestaat dus wel eens aanleiding om in een zelfde ontwerp voor den maximum-afvoer van een zelfde rivier verschillende waarden aan te nemen.

Steeds zal moeten worden overwogen in hoeverre de uit de formules af te leiden maximum-afvoer min of meer als een „Catastrofe-hoogwater" is te beschouwen. Er zal in dit opstel gelegenheid bestaan om op dit punt terug te komen en dan zal blijken, dat naar mij voorkomt de door *Lauterburg* verkregen uitkomsten voor *Zwitserland* in veel sterker mate een zoodanig karakter dragen, dan zij — onveranderd toegepast — voor de meeste streken van *Java* geacht zouden moeten worden te bezitten.

Het zij mij vergund hier onder verdere verwijzing naar de bladzijden 71 tot 74 der „Bevloeiingen" in herinnering te brengen, dat *Lauterburg* bij zijne berekeningen uitgaat van:

a. een regenval van 50 m.M. per etmaal gedurende 4 achtereenvolgende dagen.

b. een regenval van 250 m.M. per etmaal

c. een regenval van 2,1 m.M. per minuut gedurende één uur.

Hij geeft de reductie- coefficienten op, waarmede deze regenvallen moeten worden vermenigvuldigd indien men niet één station, maar een terrein van grootere of kleinere uitgestrektheid beschouwt.

Vervolgens deelt hij mede op welke wijze uit den regenval de afvoer wordt berekend.

De berekeningen van *Lauterburg* kunnen niet in alle opzichten volledig worden genoemd. Vooreerst is daarbij geen rekening gehouden met den belangrijken invloed dien een korte duur van den regenval op den maximum afvoer uitoefent, op welk punt *Lauterburg* in § 26 van zijn opstel in de „Allgemeine Bauzeitung" van 1887 terloops de aandacht vestigt verklarende, dat de door zijne formules te verkrijgen waarden van den afvoer daarom als „ultra-maxima" zijn te beschouwen. Voorts is daarbij wel sprake van regenvallen die één en 24 uren aanhouden, maar niet van regens, waarvan de duur tusschen deze beide grenzen gelegen is. De belangrijkheid van deze laatste opmerking valt dadelijk in het oog, indien men bedenkt, dat althans in *Indië*, zelfs bij den grootsten regenval in 24 uren steeds in het etmaal nog verscheidene uren voorkomen waarin bijna geen regen valt zoodat gelijk nader zal blijken, de grootste regenval in bijv. 20 uren bijna even groot is als die in een vol etmaal. Verder houdt *Lauterburg* geen rekening met den vorm van het stroomgebied noch met de lengte ontwikkeling en het verhang van het rivierbed.

Er zal worden getracht de bedoelde leemten aan te vullen.

Ik stel mij voor in de paragrafen 1—4 van dit opstel na te gaan, welke grootste regenvallen gedurende verschillende tijdvakken, op terreinen van verschillende grootten, voor verschillende streken van *Java* behooren te worden aangenomen.

In § 5 zal, uit den regenval de afvoer worden afgeleid doch daar bij zullen — dit wordt om misvattingen te voorkomen dadelijk meegedeeld — bij gebrek aan gegevens geen nieuwe op ondervinding berustende waarden voor den door *Lauterburg* gebezigden afvoercoefficient α worden opgegeven.

In § 6 zal voor een aantal stroomgebieden op *Java* eene vergelijking tusschen de berekende en de waargenomen grootste afvoeren worden gemaakt.

Bij de berekening van den grootsten regenval zal in de eerste plaats die in 24 uren worden behandeld. De reden hiervan is dat aangaande dien regenval veel meer gegevens voorhanden zijn dan betreffende regens van korteren duur. Die zullen in de tweede plaats worden besproken en daarbij zal de regen in 24 uren in menig opzicht als uitgangspunt worden gebezigd.

Tegelijkertijd zal ook de regenval gedurende tijdvakken van hoogstens 48 uren worden beschouwd.

Regens van langeren duur kunnen, zooals zal blijken bij de betrekkelijk geringe oppervlakte van de meeste stroomgebieden op *Java* buiten beschouwing blijven omdat de zware regenval steeds in enkele uren is geconcentreerd.

Steeds zal eerst de maximum regenval op één waarnemingsstation worden behandeld, daarna de daarbij be-

hoorende reductie-coefficient voor terreinen van verschillende afmetingen.

§ I. Plaatselijke regenval in 24 uren.

Ter bepaling van den grootsten regenval in 24 uren op de verschillende stations is gebruik gemaakt van:

1e. de waarnemingen van af 1864 verricht op het meteorologisch observatorium te *Batavia*.

2e. de in de Javasche-Courant gepubliceerde waarnemingen op tal van stations van af 1879 verricht.

3e. de waarnemingen gedaan of verzameld door het met het ontwerpen, uitvoeren of beheeren van irrigatiewerken, belaste personeel der Burgerlijke Openbare Werken, welke waarnemingen in het archief van het Departement der Burgerlijke Openbare Werken voorhanden zijn of mij door verschillende collega's welwillend werden verstrekt.

4e. de waarnemingen verzameld door de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in *Nederlandsch-Indie* welke ten deele reeds in het door die Vereeniging uitgegeven tijdschrift zijn gepubliceerd en overigens door de hulpvaardigheid van den Secretaris tot mijne beschikking werden gesteld.

De bron waaraan de getallen zijn ontleend is aangeduid voor het 1ste en 2de geval met de letter O. voor het 3de geval met I. voor het 4de met N.

Het kwam mij voor, dat niet kon worden volstaan met het eenvoudig vermelden van den grootsten regenval op elk station waargenomen.

Daaronder toch zijn cijfers, die zoo ver vallen buiten alle andere op hetzelfde station verkregen uitkomsten, dat de vraag rijst of de daaruit afgeleide afvoer niet als een catastrofe zou moeten worden beschouwd. Tot eene richtige appreciatie is het dan noodig het geheel buitengewone karakter van zulk een regenval te doen uitkomen.

Daarom is in de hier volgende staten het maximum voor elk jaar opgegeven

Nu kan zich evenwel het geval voordoen, dat de grootste regenval op één na valt in hetzelfde jaar als de allergrootste. Werd dan het bedoelde stelsel strikt gevolgd, dan zou op één na de grootste regenval niet worden vermeld, het geen ongewenscht zou zijn, omdat daardoor aan den allergrootsten allicht een meer exceptioneel karakter zou worden toegekend, dan hij in werkelijkheid bezit.

Daarom zijn de opgaven zoodanig aangevuld dat indien de waarnemingen loopen over 4 of meer jaren, de 4 grootste regenvallen daarin steeds voorkomen. Op overeenkomstige wijze is er voor gezorgd, dat, indien de waarnemingen loopen over 3 jaren, steeds de 3, en indien zij loopen over 2 jaren, steeds de 2 grootste regenvallen zijn vermeld.

De vier grootste regenvallen zijn onderstreept. Regenvallen van meer dan 200 m.M. zijn met vette cijfers gedrukt.

Wanneer door het ontbreken van een aantal waarnemingen de mogelijkheid bestaat, dat het in eenig jaar waargenomen maximum in werkelijkheid in datzelfde tijdvak is overtroffen, dan is dit door een sterretje aangeduid.

De stations, waarvan de waarnemingen niet over minstens 3 jaren loopen zijn weggelaten. Hierop is de uitzondering gemaakt, dat de waarnemingen loopende over de jaren 1893 en 1894, of zelfs over het jaar 1894 alleen, wèl zijn opgenomen, omdat deze waarnemingen het begin *kunnen* vormen van een over verscheidene jaren loopende reeks.

De grootste regenvallen te *Batavia* zijn geweest:

1864	59	m.M.	1875	125	m.M.	1885	147	m.M.
65	119	„	76	131	„	86	159	„
66	168	„	77	124	„	87	66	„
67	129	„	78	83	„	88	107	„
68	74	„	79	81	„	89	52	„
69	72	„	80	81	„	90	72	„
70	137	„	81	113	„	91	81	„
71	99	„	82	192	„	92	**286**	„
72	104	„	83	133	„	93	125	„
73	77	„	84	76	„	94	87	„
74	83	„						

Bij deze getallen valt op te merken, dat zij tot en met het jaar 1878 ontleend zijn aan de jaarverslagen van het meteorologisch observatorium en betrekking hebben op etmalen eindigende ten 12 ure 's nachts en dat deze getallen in verband met eene mededeeling voorkomende op bl. 24 van de voorrede van het Ve. deel dier jaarverslagen eene reductie van 9% hebben ondergaan.

Van af het jaar 1879 zijn de cijfers ontleend aan de in de Javasche Courant gepubliceerde waarnemingen en hebben zij betrekking op etmalen eindigende ten 8 ure des voormiddags.

De regenval van 286 m.M. waargenomen op 19 Januari 1892 schijnt mij toe zulk een geheel buitengewoon karakter te dragen, dat hij bij afvoerberekeningen buiten beschouwing zou mogen worden gelaten.

In den volgenden staat zijn de stations, voor zoover zij gelegen zijn binnen stroomgebieden, die belangrijk zijn door hunne grootte of doordat daar binnen belangrijke irrigatie-werken zijn uitgevoerd of ontworpen, gerangschikt volgens die stroomgebieden.

Overigens zijn zij residentie's gewijze gerangschikt.

Aan het slot is de ligging op zoodanige wijze omschreven dat de plaats op de kaart kan worden teruggevonden.

Zulk een omschrijving is achterwege gelaten, indien de stations residenties- of afdeelingshoofdplaatsen zijn, daar de ligging dan geacht mag worden algemeen bekend te zijn.

Grootste regenval in 24 uren, waargenomen in verschillende jaren.

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	BANTAM.																	
1	Java 's 1ste punt...	O.	—	—	—	—	—	—	112*	160*	119	119	163	**243**	144	125	127	163
2	Anjer	O.	134* 83	89 84	64	73	57*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Serang.....	O.	118 106	95	89	68	110	72	71	86	78	58	78	67	89	74	116	74
	BATAVIA.																	
4	Tangerang	O.	70	35	61*	90	109	78	118 100	113	77	94	80*	80	94	86	90	96
5	Soedimara.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59*	98	80	89	93* 92
6	Meester-Cornelis....	O.	80	103	118	174	160	67	103	152	92	113	87	57	80	**247** **207**	106	88
7	Passer-Minggo	O.	69*	94	89	104	117	96	88	84	87	113	133	75	90	114	104	115
8	Depok	O.	110*	108	122	97	87	127	190	123	145	86	136	**205**	82	141	122	142
9	Bodjong-Gedeh.....	O.	165*	125	110	117	90	137	106	139 139	107	117	126	131	90	177	108	145
10	Tjiloear	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114	127	122 120	—	—	—	—
11	Buitenzorg.....	O.	**260** 176	**220**	112	175	167	118	93	116	109	165	190	125	114	86	116	152
12	Tjiomas.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106*
13	Kotta-Batoe	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131*
14	Warong-loa.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135*
15	Tjiogreg.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	104*	124	94	147* 142	131	93	101	129	134
16	Goenoeng-golis....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	127	122 120	—	—	—	—
17	Tjikoppo.....	O.	—	88	100	82	105	81	84	93	89	127	119	86	77*	88	107	**242**
18	Srogol.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76*	80	100	128	110 105	60*	—
19	Dramaga.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110	181 117	92	133	98	181	93
20	Djasinga.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	114 100	79	100
21	Tjirangsad.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122	131	175	92	161	186	80
22	Tjikasoengka.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	170 102	124 113	100
23	Tjipatat	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	149	**204**	140	98	72	200	70
	TJITAROEM.																	
24	Pontjowati.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	46*	93 79	69	70*	—	—	—	—	—
25	Poerwakarta.....	O.	96*	117	156	148	113	75	114	98	104	114	87	86	133	98	108	107
26	Sindanglaja	O.	89*	87	91	70	109	82	83	65	86	98	89	99	97	99	97	96
27	Tjiseureuh	O.	—	—	—	—	146* 116	77	83	114	79	93	86	89	100	118	108	143
28	Tjibodas.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	92 83	101	65*	—	—	—	—	—
29	Tjiandjoer	O.	130	72	91	103	98	64	86	69	90	142	65	78	106	85	69	85
30	N. Tjampaka	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130* 105	79	84*	91	113	94	149
31	Z. Tjampaka.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74*	90	120 104 104	65*	135
32	Pangledjar.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93*	86	107 106

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	TJITAROEM.																	
33	Friesland.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94	96/91	88	88	78
34	Padalarang.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92/74	48	64
35	Kawa-Tjiwedeï	O.	80*	100	74	76	86	74	70	70	70	63	70	131	81	82	56	110/94/94
36	Rantja-welini.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67	76	80	86/76
37	Bandoeng.....	O.	74*	66	72	55	90	78	65	62	50	82	55	87	111/88	72	69	84
38	Lembang.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	79*	82
39	Soekamana.....	O.	57	47	128	72	96	72	115	76	109	76	72	124/116	109	89	67	53*
40	Tjinjiroean.....	O.	75*	93	73	96	60	75	67	80	52*	71	60	63*	53	104	100	109
41	Djatinangor.....	O.	97*	83	58	85	64	77	84	74	73	79	72	44	66	63	75	82
42	Argasari	O.	—	—	—	—	—	—	—	61*	76	61	97/83	78	66	90	63	86
	KRAWANG.																	
43	Pamanoekan.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	76*	168	76	65	53	133	195	105
44	Kmaroeng.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	109	95*/84	160	60	46	80	60
45	Pasir-boengoer.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	62	120	60	120	123*	114
46	Soebang.....	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	90	119/97	63	100	78	111
47	Wangoenredja.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85*	100	125/103	59	97	95	132/123
48	Kasso-malang.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	128	118	150	94	138	126
49	Sariredjo.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102	80	112	98	120/108	108	104
50	Tjiatter.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**210***	151*/140	168	120	118	105	127
51	Boekanegara.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105	192	200/200	75	180	116	113
52	Panaroeban	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106	150	165	120	150/146	117*	110
63	Djagernaik	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	136/120	139	110	134	100	101
54	Tengeragoeng.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	108	122	88	143/128	148	110
55	Ardjosari.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	128	129	189	**225**/167/158	136
	TJIMANOEK.																	
56	Indramajoe.....	O.	—	—	—	—	—	62	113	141	138	103	74	68	83	185	100	123
57	Rambattan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47*	44	59	115	121	127/122
58	Slijeg.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77*	88/87	55*	117	117	87

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883	1884	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	TJIMANOEK.																	
59	Boediradja	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53*	180 113 76	52*	—	—	—	—
60	Tjaplek	N.	—	—	—	—	—	—	—	111* 104	90	74*	—	—	—	—	—	—
61	Tandjongpoera	N.	—	—	—	—	—	—	—	88* 88	124	84*	—	—	—	—	—	—
62	Tandjakan	N.	—	—	—	—	—	—	—	72*	111 85	69*	—	—	—	—	—	—
63	Djoenti-njoewat	N I.	—	—	—	—	—	—	—	86*	108	80	156	54	71	71	121	110
64	Doetamati	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48*	125 120 109	90	67	83	78	157
65	Bangadoewa	O.	121*	161	135	102	71	114	93	97	106	80	154	90	120	95	83	156
66	Bodjong-banteng	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68*	91	144 92	101	113 92	70	71
67	Tedja	O.	—	—	—	137*	142	164	153	133	156	186	146	113	211 187	164	167	184
68	Madjalengka	O.	59*	111	148 117	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	Soemedang	O.	94*	107	111	83	97	89	115	104	85	86	135	70	74	135 116	87	105
70	Margapala	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	91*	61	111	140 89	74	82	68	77
71	Tjinangerang	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	83*	78	116	63	114	79	58	—
72	Daoelaut	O.	—	—	57*	92	70	68	83	96 88	73	78	84	84*	82	61	53	66
73	Daradjat	O.	—	—	—	—	—	—	59	62	59	86	63 63	45	65	53	52	59
74	Waspada	O.	—	—	88*	112	96	171 109 100	85	76	54	66	92	55	81	86	93	80*
75	Tjikadjang	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	67*	77	166	79*	101	98 95	69*	81
76	Tjiharoes	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76*	139	83	91* 89
	CHEBIBON.																	
77	Cheribon	O.	77*	121	128	108*	—	—	—	81*	135	104	158 142	107	70*	148	101	103
	TJIMANDIRI.																	
78	Tjilentab	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63*
79	Parakansalak	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	82*	98	90	85	94	88	89	121 98 93
80	Sinagar	O.	86*	113	79	101	84	84	114 112	97	142	88	73	104	80	74	94	89
81	Passirdatar	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	175
82	Tjiodeng	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95*	110

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894..
	TJIMANDIRI.																	
83	Artana.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81*	116	148 124
84	Passir-Telagawarna	O.	—	—	—	—	126	110	163	118	74	128	79	80*	101	115	132	154
85	Goenoeng-Sahari..	N.O.	135* 101	97	86	58*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99*	111 107
86	Argalingga.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	152
87	Soekaboemi.....	N.	—	—	—	—	—	149*	129	98*	85	169	124	155 138	92	106	123	105*
88	Perbawati.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	75*	101	111	89	116	108	118	113	113
89	Baros.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118* 100	82*	70*	68*	85	101	54*
90	Sindangsari.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	75*	96	78	73	80	95	102* 98 95	81
	TJITANDOEI.																	
91	Manondjaja.....	O.	140*	97	76	96	104	90	95	94	88	114	140	111	115	146	69	137
92	Tassikmalaja.....	O.	—	—	—	—	—	—	69*	81	152	117	79*	30*	100	180	120	**240** **204**
	PREANGER REGENTSCHAPPEN.																	
93	Tjiwangi.....	O.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71*
94	Telaga-Patenggang	O.	—	165	97	109	89	92	180 180	99	101	101	98	84	83	105	78	121
95	Indragiri.....	O.	—	—	—	—	—	—	130*	98	84	66	145	114	93*	96	70	120 117
96	Tjampakawarna...	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	101*	97*	95	108*	140*	132 125	72	133*
97	Mangoenredja....	O.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127* 115	72	117	107	138
98	Pameungpeuk...	O.	—	—	—	—	—	—	—	**280*** 193	**237**	109	154	188	140*	159	**327**	144
99	Parigi.....	O.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99*	**210**	182	**210**	**332** **266**	165	171
	SERAJOE.																	
100	Djatilawang.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	141 124	97	141	175	100
101	Adjibarang.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135	105	168 142	179 141	129
102	Banjoemas.....	O.	180*	185	192	132	91	132	114	128*	131	95	186	152	92	175	194	**245**
103	Poerwokerto.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	121	124	152	96	**209** 145
104	Poerbolinggo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160	102	150 136	86	120
105	Bobotsari.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128	150	152	110	173 136
106	Bantarwaroe.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	123*	165 157

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	SERAJOE.																	
107	Boekatedja.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102	120	**221**
108	Wonodadi.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82*	108	102	81	192	120	120
109	Poerworedjo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	102	115 108	69	109 106	39	50
110	Klampok	O.	94*	152	124	100	87	94	66*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
111	Djalegong.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	109*	185 146
112	Karangkobar	O.	—	—	—	—	—	—	172	121	114	115	120	151	147	122	124	128
113	Bandjarnegara....	O.	—	—	—	—	—	—	—	109*	119	128 122	150	81	97	135	96	110
114	Mongkong.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59*	111 95 88	86	98	—	—	—
115	Wonosobo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	156*	122* 113	82	104	108	149
	BANJOEMAS.																	
116	Tjilatjap	O.	187*	**239**	189	**234**	120	116	121	**260**	98	103	**239**	137	147	126	**212**	122
	ZUID-BAGELEN.																	
117	Poering	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130*	92	181	193 187 185	148
118	Poerwogondo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125*	105	160 106
119	Rogodono.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	152*	119	176 131
120	Kretek.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127*	119	**207** 140	180	160
121	Kedoeng-Wringin.	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71*	64	56	171 146	125	144 130 130
122	Gombong.....	O.	176*	153	112	130	176	176	153	155	98	178	200 176	173	106	138	**244**	157
123	Karanganjar.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	137*	113	132	124	**203** 164	148
124	Dorowati.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	161	100	167 150	174	124
125	Sitiredjo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	163 148 110	93*	—
126	Keboemen.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	162* 118	88	160 130	105	116
127	Panoenggalan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55*	67	62	80	162 145	140 138
128	Sadang.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	109*	101	164 154	171	**215**
129	Pesoetjen.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	126 124	115	150
130	Alian.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131*	110	145	125	160

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	ZUID-BAGELEN.																	
131	Wawar	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	194 135 125	76	111
132	Ambal	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117*	140	**210**	181 175	175
133	Kotta-winangoen	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200 190	120	164
134	Remboen	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**225*** **207**	86	159
135	Prembon	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	142*	127	85	**204** 195 175	84	178
136	Bedegolan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**221*** 117	102	124
137	Wadas-lintang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185*	**205** 190	103	164	157	190
138	Kaliwiro	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131	160	169
139	Kedoenggoepit	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150*	100	106	**220**	111	108
140	Soemo-gedeh	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140*	137	152 150	133	152
141	Soko-gelap	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127*	161	**212** 148	131	128
142	Kali-meneng	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185* 108	108	107	108	103	97
143	Reboek	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122* 105	84	97	112	91	95
144	Broeno	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117	127
145	Kali-bawang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131	176 132	99
146	Aglik	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	182*	95	157	155 142	66	126
147	Koeto-ardjo	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190* 117	75	117 107	98	102
148	Winong	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86	83
149	Sawangan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101*	86	73	96	94	95
150	Kepil	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**201**	109
151	Sapoeran	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124*	118	86	140	175	163
152	Djogobojo	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94*	107	134 131	160	130
153	Banjoe-oerip	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135* 129	40*	50	170 134	96	103
154	Poerwodadi	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124*	101	119 115	101	108
155	Kali-gesing	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91*	94*	**213** 150 140 139	123	108
156	Kedong-Kebo	O.	101	**222**	155	121	90	100	121	**250**	140	117	133	157	79	115	87	138
157	Loano	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131* 110	97*	97*	—	—	—

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	ZUID-BAGELEN.																	
158	Kedoengpoetri . . .	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71*	106	92	122	—	86
159	Banjoe-asin	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70*	98	166 161 111	84	79
160	Kali-boto	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	90	174 118 115 112	104	110
161	Kedongdong	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91*	121 109	59	115	130	80
	PROGO.																	
162	Magelang	O.	90	125	95	99	116	113	128 117	117	103	81	109	115	83	82	105	145
163	Kedonglinggi	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	57*	115*	105* 81	—	—	—	—	—
164	Kalibening	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115*	103	109 94	87	83	75	69
165	Mangis	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	60*	92*	77	116* 88 84	—	—	—	—
266	Poetjang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	77*	78 70	65*	—	—	—	—	—
167	Gambangwaloe	N.	—	—	—	—	—	—	117 104	108 99	95	98*	—	—	—	—	—	—
168	Temanggoeng	O.	—	—	110	69	113	88	98	141	77	85	108	74	86	94	72	78
	DJOKJAKARTA.																	
169	Djokjakarta	O.	101	117	181	143	113	124	146	99	114	65	107	**256**	149	127	78	142
	TANDJONG- KABOEJOETAN- en BABAKANRIVIEREN.																	
170	Lemah-abang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61*	160 95 85	68*	—	—	—	—
171	Kersana	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105	117	135	104
172	Gogo	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50*	124	106	116	117	92
173	Bandjar	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58*	101	130 128	180	150	88	96
174	Sidangheula	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112*	99*	94	94	114	92*	176 111
175	Ketanggoengan . . .	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55*	84	62	90	98 97	154 90	88
176	Baros	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65*	89 85	141 103 85	77	72*	73

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
										PEMALI.								
177	Djatibarang.....	O.	84*	94	142	93	93	140	156	103	129	101	84	110	86*	108	77	106
178	Notok.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117	109*	136
179	Proepoek.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105* 89	77	86	—	—	—
										WALOEH.								
180	Soengapan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84*	97	135	149	**218** 199 185 158
181	Bandjardawa.....	O.	—	—	—	—	—	—	90*	123	73	93	84	53	104	74	96	106
										TJIOMAL.								
182	Sokojosso.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	199*	96	106	107	80*	92	113* 110	—	—
183	Kesessi.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**206***	135	117
184	Paningaran.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190*
185	Sigoegoer.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	139*
186	Pajong.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	169*	148 112	81	128	99	78*	—	—	—
187	Watoekoempoel...	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	123*	**248**	109	116	154	**255**	159
188	Randoedongkal...	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	79*	151	120	130	140	124	172	191 172 162
189	Moga.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	88*	137	147	125	169	111	121	**232** 185 172
										TEGAL.								
190	Ketjapi.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98*	65	135 90	95	82	87
191	Tegal.....	O.	87	**206**	69	89	93	60	90	83	106	101	113	171	95	76	83	128
192	Adiwerna.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95	104 100	91*	88*	94*	71	115
193	Doekoewringin....	O.	102*	69	129	80	117	123	130	103	99	63	152	165	135	92	71	106
194	Balapoelang.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82*	128*	133	137 125	—
										SRAGI.								
195	Oeloedjami.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135*
196	Gambiro.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	85*	157	104	93	97	**267**	145	**205**
197	Kadjen.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	73*	122* 111	—	—	—	—	—	122*
198	Panoembangan....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	118*	167 145 135	135*	—	—	—	—	—
199	Pringombo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	142*	138 136	115*	—	—	—	—	—

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	PEKALONGAN.																	
200	Pekalongan	O.	97	152	151	128	139	147	131	171	198	119	47	90	50	**260**	170	101
	TOENTANG.																	
201	Pontjowati	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	149*	181
202	Djali	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118*	135 130
203	Pelem	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117	**216** 130
								1874—1877										
204	Demak	I.	—	—	—	—	—	128*	188	83	187	—	—	**210***	111	189	**260** **255** **251**	135
205	Djebor	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**204**	**280**
206	Gadja	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	150 111
207	Sono	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	101	**293** 185 145	145
208	Botosiman	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135	**316** **250** **206**	145
209	Dempet	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133	124 121	82	103	—	—	—
210	Penoenggalan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	91	**202** 190 162 155	104
211	Gompeng	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82	96	137 137 134 113	95
212	Modjo	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104*	122	102	**255** 137 120	78
213	Kepoh	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	153	175	189 170	178
214	Leles	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73	150	**247** **215** 170	154
215	Pangkalan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	128	**233** 169	**247** 140
216	Goeboek	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101	127	128	**260** 180 145	90
217	Mlilir	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	170	90	**250** 118	130
218	Glapan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	150 150	165 95 95	70
219	Getas	O.	78*	114	88	102	72	97	116	105	83	83	113	106	79	85	59	83
220	Salatiga	O.	161 110	100	74	84	57	62	76	93	109	97	76	91	80	109	70	120

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894..
										TOENTANG.								
221	Tlogo	O.	97*	77	91	66	90	61	91	134	106	76	101	180	97	125 122	88	83
222	Willem I.	O.	72	93	83	72	75	91	88	88	73	73	65	135	52	101	70	69
223	Banjoe-biroe	O.	66*	86	95 88	78*	86	83	102	119	75*	78	71	86	74	64	50	70
										SERANG.								
224	Majong	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	142*	123
225	Bae	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**232**	**224**
226	Koedoes	O.	—	—	52*	123	189	120	188 177	95	133	112	70	100	83	64	147	186
227	Toewang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87	154	**250** 200	151
228	Djati	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	117	**359** 112	146
229	Groenggoengan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112	118	**311** 131	117
230	Krassak	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91	115	**250** 172 115	103
231	Merak	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	120	**202** 165 154	160
232	Godong	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135	190 187 168	162
233	Wolo	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103*	145	200 165	145
											1877—1878							
234	Poerwodadi	I.	135*	142	107	98*	—	—	—	—	132*	79*	—	—	—	193	**251**	156
235	Wirosari	I.	118*	83	71*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85*	103	100* 99*
236	Kalangdosari	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151	166	**212***
237	Ngawen	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	137
238	Blora	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115	101
239	Gending	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130*	98	186 183	153
240	Pingkol	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	150	**228** 150	147
241	Sedadi	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	140 130 95	107	78	65
										SEMARANG.								
242	Pelantoengan	O.	**232**	196	95	103	151	165	154	121	113	173	149	167	109	138	**306** **217**	131
243	Kesroek	O.	131*	150	80	127	92	116	138	65*	—	—	—	—	—	—	—	—
244	Ngareanak	O.	135*	117	92	136	96	165	106	100*	89*	109	113	136	105	165	177	172
245	Kendal	O.	99*	108	112	168	200*	49*	101*	141*	59*	111	60*	59	94	134	**246** **206**	127

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894..
	SEMARANG.																	
246	Djatikalangan	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59*	117	140	145	124	137	159
247	Medini.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91*	122	146	189	148	152	190 155
248	Semarang	O.	88	133	99	91	152	82	108	99	**230**	128	90	119	111	105	187 183 170	102
249	Bodjong.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**293** **217**	145
250	Oengaran.....	O.	152	162	129	150	**243**	163	112	**240**	87	142	130	131	134	**260**	109	**236**
251	Tenggang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**281** **253**	94
252	Tjandi.	O.	—	—	—	—	—	—	—	58*	73*	63	113	94	142	190 144	173 160	112
253	Pedoerangan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112
254	Gabeng	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**320** 199	120
255	Poetjang-gading...	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	156 152	98
256	Tembalang	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59
257	Mloeweh.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132
	JAPARA.																	
258	Djoeana.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	172 104	90
259	Djakenan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106	—
260	Koewawoer	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	113 103	101
261	Patti.....	O.	82*	76	60	60	67	53	88	60	67	80	68	60	45	59	96 92	104
262	Gaboes.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	124 115
263	Tajoe.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67*	107 92
	SOLO-RIVIER.																	
264	Grissee	O.	124	61	71	86	89	90	160 107	106	63	49	81	69	40	53	103	98
265	Bowerno.....	N.	—	—	—	83 68	65	70	67	70*	65*	45*	—	—	—	—	—	—
266	Bodjonegoro	O.	106*	128	139	118	144	68*	—	—	—	—	—	107*	73	89	89	60*
267	Ngawocan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	74*	55	113	45*	—	25*	120	129	120
268	Senori	I.	—	—	—	—	—	—	—	92* 85	40	96	126*	65	52	45	75	75
269	Ngladjoe.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	95* 58	75	75	72*	75	70	60	124	79
270	Bangilan	I.	—	—	—	—	—	—	—	70*	75	87	68*	103	146	95	50	75
271	Moendri	I.	—	—	—	—	—	—	—	95	97	87	55*	77	145	78	102	101

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	SOLO-RIVIER.																	
272	Djatirogo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	94* 82	43	58	45*	100	85*	—	—	—
273	Kendoeroean.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	65	50	85	70*	100 90	70	75	150* 100	60*
274	Wotsogo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	101 73	76 72	46	54*	49	56	56	49	40
275	Toedeer.....	O.	—	—	—	—	—	—	48*	70	116	116	116	111	91	59	115	54
276	Bajangan.....	N.	—	—	—	—	—	76*	103	107 88	—	—	—	—	—	—	—	—
277	Kedewon.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	65	65*	99 90	77	107 86	—	—	—
278	Ngawi.....	O.	160	71	92	92	95	100	106	120	94	73	125	90	73	95	141	145
279	Madioen.....	O.	101*	75	89	88	64	85	64	102	98	76	93	88	110	114	123 114	78
280	Magetan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	71	68	102 73	75 73
281	Papringan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41*	98	95 93	110
282	Slagreng.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59*	75	92	45	74	66
283	Sarangan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65*	97	94	112 95	90	96
284	Goranggareng....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38*	98 78 68	68	66
285	Redjosari.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29*	81	77 64	68
286	Ponorogo.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52*	98 67
287	Soerakarta.....	O.	94	93	100	67	91	112	90	106	89	87	104	106	116	185 113	78	82
288	Bojolali.....	O.	106	125	125	101	165*	95	**225***	133	87	112	146	83	147	105	140	104
289	Tjepogo.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48*	125 96	63	120 107	—	—	—
290	Klatten.....	O.	102	92	70	98	88	97	125	117	80	87	98	135	64	82	119	80
	MADIOEN.																	
291	Patjitan.....	O.	113*	90	144	**224**	**260**	112	**205**	187	167	75	**228**	155	65	165	72	161
	REMBANG.																	
292	Rembang.....	O.	81	87	52	84	**240** 140	130*	41*	75	110	82	100*	75	73	80	116	84*
293	Toeban.....	O.	84	80	110	73	61	87	116	121	59	102	116*	70	57*	64	101	81
	BRANTAS.																	
294	Soerabaja.....	O.	88	88	97	126	95	82	58	121	52	68	170	78	130	75	88	125
295	Id. M. E..	O.	—	—	—	—	—	—	88	142	57	71	105	129	50	159	90	105
296	Sidoardjo.....	O.	105*	135	102	85	116	97	138	83	130	139	108	97	95	115	81	97*
297	Permissan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99 82	60	84*

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	BRANTAS.																	
298	Gempol	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104*	92	110 105	114	82	76*
299	Kasri	I.	—	—	—	—	—	—	—	85*	115	99	75	99	115	87	147 131	98*
300	Prigin	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87*	142	113	110	129	123*
301	Trawas	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78*	127	80	128	167 112	95*
302	Tjelahet	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50*	70	88	102 98 98	85
303	Patjet	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66*	89	100	138	97 96
304	Modjokerto	O.	82	70	81	145	73	160	85	170	**205**	105	75	65	93	117	83	133
305	Djatiredjo	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90*	93	65	93 82	70
306	Dampak	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125*	151*
307	Banjon	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82*
308	Zink	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62*
309	Boeloe	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60*
310	Wonosalam	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56*	113	142 83	93	77
311	Ngandjoek	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104	126 107	62*	—	—	—	—
312	Kediri	O.	80*	94	110	98	105	76	72	129	95	131	77	100	114	100	89	55
313	Blitar	O.	111*	99	89*	80*	63	97	76	97	116	75	81	108	75	106	85	73
314	Bantaran	N.	—	—	—	—	—	—	108*	84	112*	87*	160 113	106	—	—	—	—
315	Tanah-wangi	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44*
316	Soeka-rameh	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160*
317	Kali-bakar	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	194*
318	Kali-Padang	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83*	188 146
319	Wonokerto	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**222***
320	Kendogo-ardjosari	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95*
321	Limburg	O.	—	—	62*	75*	81*	58*	92	96*	86	68*	123*	94*	147*	120*	83*	218* 167
322	Malang	O.	87	93	88	84	77	73	114	112	86	63	102	85	78	75	74	76
	PASSOEROEAN.																	
323	Passoeroean	O.	74	84	67	86	38	55	100	129 104	45	116	159	75	84	67	64	63
324	Proefstation Oost-Java	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	147	72	81 74	68*	77	62
325	Wonosari	O.	—	—	—	—	—	—	84*	92	46*	47*	50*	91*	80	110*	115	158 101
326	Soember-tjoeling	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**225**
327	Sr. boontjes	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	157*
328	Sr. Mangis	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**229** **203** 194	170	164
329	Sr. Mangis-kidoel	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95*	190 152

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	PEKALEN.																	
330	Padjarakan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41*	98*	61	148	90	83	70
331	Djati-ampoh	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83* 75	52*	70	81	70	85
339	Maron, ...	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85*	78	87	88 87	98	74
333	Pekalen.	I.	—	—	—	93*	112	72	103	138 114	87	911	103	92	101	85	98	81
334	Wedoesan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93*	165	116 100	95	86*	—	—
335	Tiris	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130*	150	102	80	107	114	125 122
336	Kedaton	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	213*	84*	195* 175	145*	97*	135*	166	**236**
	KALI-KRAKSAÄN.																	
337	Kraksaän.....	O.	—	—	—	75*	64*	84*	82*	105 95	75	76	74*	90	**240**	51	77	86
338	Seboroh.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77*	114	135	101	100	138 101	83
339	Gading-wetan	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	70*	84	72*	141	60	161 135	143	121
340	Pandanlaras.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	170*	163	189	96	**244**	148	171
341	Djoerang-djero ...	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99*	132	134 125	89	146*	—	—
342	Kroetjil	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	131
343	Alas-ajer-dinggin..	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93*	200* 143	95	105	100	125	130
344	Kertosoeko	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135*	**205** 147	111	93	106	110	129
	BANDOJOEDO.																	
345	Randoe-agoeng ...	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70*
346	Loemadjang.....	O.	116*	98	92	190	102	69*	106	96	110	118	96*	110*	—	75*	150	**206** 122
347	Alas-petoeng.....	O.	—	—	—	—	—	—	116	114	140	**206** 170	182	**256**	88	170	127	146
348	Kajoe-enak	O.	—	—	—	—	—	—	—	123	119	106	153	**212**	—	**243** **237**	195	130
	PROBOLINGGO.																	
349	Bajeman	O.	—	—	—	—	—	—	102 97	97	79*	—	—	—	—	—	—	—
350	Probolinggo	O.	74	68	109	70	143	92	97	96	75	96	63	80	56	62	**250** 125	98
351	Gending.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	40*	69	165	136	119	72	90	51
352	Banjoe-anjar-kidoel	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	103	78
353	Gading-koelon....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125 90	100	67	88	120*	73

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	PROBOLINGGO.																	
354	Soekapoera.....	O.	—	—	—	—	—	—	101	140	173	133	124	93	111	111	157 152	109
355	Djenggrong.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82*
356	Soember-moedjoer.	O.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	116	165	**219**	93	**223**	146	103
357	Tempeh.....	O.	96* 93	82	133	127*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SAMPEAN.																	
358	Wringin-anom...	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	44*	135	85	101	84	146	113	147
359	Sitoebondo.....	O	196	71	102	133	174	145	81	72*	58	72	74	91	65	124	102	121
360	Id. stuwdam.	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	87*	84	68	93	70	99	94	106
361	Olean.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	83	—	40	66*	93 85	**225**
362	Patek.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115*	69	44	70	81	**235** 103
363	Kapongan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	85	100	56*	86	152 90	142*
364	Pradjekan.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	57*	78	77	59	63*	92 88	82	—
365	Pantjoer.....	O.	—	—	—	—	—	—	—	90*	119 117	82	65	70	100*	65*	116	120
366	Angkrek.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104	80	70*	116*	130	68	96
367	Wonosari.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	77*	78	80*	78	74*	102 85	66	—
368	Tangarang.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60*	62	121 102 97
369	Bondowoso.....	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	65*	71	57	85*	38*	72*	84 80	83*
370	Maësan.....	O.	124	118	**215**	170	116	134	106	123	117*	150	80*	(1878) 152	—	—	—	—
	BEDADOENG.																	
371	Poeger.....	O.	—	—	—	—	—	—	—	89	138 121	71	91	189	76	136	82	113
372	Widodaren.....	N.	—	—	—	—	—	—	60*	90*	102	104*	165	103	137	**258**	135 131	—
373	Djember.....	O.	—	—	—	—	—	—	—	—	83*	93	139	112	90*	81	81	**260** **203** 118
374	Adjoeng.....	O.	83*	131	111	106	55	74	132	142	89	80	95	81	110	80	62	90
	BESOEKI.																	
375	Besoeki.....	O.	101	63	117	87	112	80	**213** 167	151*	124	68	121	107*	126	69	97	**264*** 174
376	Kajoemas.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85*	115	190* 98	90*	98	112*	97
377	Taman-aroem....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	85*	85*	115 103	106* 100	85

			1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.
	BESOEKI.																	
378	Banjoewangi.....	O.	112	75	85	65*	68	102	99	125	**220**	120	114	**252** / 171	82	**251**	67	99
379	Pakoeda.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59*	**225** / 100	106	103*
380	Taman-gloegoe...	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79*	70*	142 / 73	83
381	Kali-baroe.....	N.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	136	94
	MADOERA.																	
382	Bangkalan.....	O.	131	115	80	88	155	101	91	105	71	99	118	101	75	96	128	68
383	Pamekassan.....	O.	70*	117	108	109	94	82	96	70*	126	69	75	173	119	115	90	71
384	Soemenap	O.	58	94	103	74	52	99	103	133 / 108	69	131	74	199	77	97	97	75

1. *Java 's 1ste punt.* Westelijkste hoek van *Java*, tegenover het *Prinsen-eiland*.
5. *Soedimara.* Afdeeling *Meester-Cornelis*, aan de *Angké* rivier, 14 K. M. van zee.
7. *Passer-Mingo.* Halte van den spoorweg *Batavia-Buitenzorg*, 12 K. M. van *Weltevreden*.
8. *Depok.* Id. id. ongeveer halfweg.
9. *Bodjong-gedeh.* Id. id. 11 K. M. van *Buitenzorg*.
10. *Tjiloear.* 6 K. M. N. N. O. van *Buitenzorg*.
13. *Tjiomas.* 3 „ W. „ „
13. *Kottabatoe.* 6 „ Z. W. „ „
14. *Warongloa.* 9 „ Z. W. „ „
15. *Tjiogreg.* 5 „ Z. O. van *Buitenzorg* ten zuiden van *Gadok*.
16. *Goenong-golis.* 6 K. M. Z. O. van *Buitenzorg* aan de *Tjiliwong*.
17. *Tjikoppo.* Aan den weg *Buitenzorg-Tjiandjoer*, 16 K. M. van *Buitenzorg*.
18. *Srogol.* Aan den weg *Buitenzorg-Soekaboemi* nabij de grens der *Preanger-Regentschappen*.
19. *Dramaga.* Aan den weg van *Buitenzorg* naar *Bantam*, 5 K. M. van *Buitenzorg*.
20. *Djasinga.* Id. id. nabij de grens van *Bantam*.
21. *Tjirangsad.* op het land *Bolang* ongeveer 6 K. M. Z. O. van *Djasinga*.
22. *Tjikansoengka.* Aan den weg van *Buitenzorg* naar *Bantam* 11 K. M. van *Djasinga*.
23. *Tjipatat.* Op het land *Bolang* 16 K. M. Z. Z. O. van *Djasinga*.
24. *Pontjowati.* Aan den weg *Krawang-Poerwakarta*, 5 K. M. bewesten de districtshoofdplaats *Dawoean*.
26. *Sindanglaia.* Aan den weg *Buitenzorg-Tjiandjoer* 16 K. M. van *Tjiandjoer*.
27. *Tjiseureuh.* 3 K. M. N. van *Sindanglaia*.
28. *Tjibodas.* 3 „ Z. W. „ „
30. *Noord-Tjampaka.* Afdeeling *Tjiandjoer* 11 K. M. Z. van de halte *Tjibeber*.
31. *Zuid-Tjampaka.* Als N°. 30.
32. *Pangledjar.* Afdeeling *Bandong*, 14 K. M. N. O. van de districtshoofdplaats *Radjamandala*.
33. *Friesland.* District *Radjamandala*, op de westelijke helling van *Boerangrang*, 14 K. M. van den top.
34. *Padalarang.* Halte tusschen *Tjiandjoer* en *Bandong*, 15 K. M. van *Bandong*.
35. *Kawa-Tjiwedei.* Afdeeling *Bandong*, in het dal der *Tjiwedei*, 9 K. M. Z. van de districtshoofdplaats *Tjiwedei*.
36. *Rantja-welini.* 10 K. M. Z. W. van *Tjiwedei*.
38. *Lembang.* 12 K. M. N. van *Bandong*.
39. *Soekawana.* 16 „ N. „ „
40. *Tjinjiroean.* Afdeeling *Bandong*, op de westelijke helling van den *Malabar* 5 K. M. van den top.
41. *Tjatinangor.* Afdeeling *Soemedang* 18 K. M. O. van *Bandong*.
42. *Argasari.* Afdeeling *Tjitjalengka* op de Oostelijke helling van den *Malabar*.
43—55. Deze stations liggen op de *Pamanoekan-* en *Tjiassemlanden*.
44. *Kemaroeng*... 20 K. M. Z. van *Pamanoekan*.
45. *Pasir-boengoer* 23 „ Z. W. „ „
46. *Soebang*..... 33 „ Z. Z. W. „ „
47. *Wangoenredja.* 3 „ W. van *Soebang*.
48. *Kasso-malang.* 14 „ Z. Z. W. „
49. *Sariredjo*..... 5 „ Z. W. van *Kasso-malang*.
50. *Tjiatter*..... 10 „ Z. W „ „
51. *Boekanegara*.. 10 „ Z. „ „
52. *Panaroeban*.. 10 „ W. Z. W. van „
53. *Djagernaik*... 10 „ W. Z. W. van „
54. *Tengeragoeng*. 10 „ W. „ „
55. *Ardjosari* 13 K. M. W. Z. W. van *Kasso-malang*.

57. *Rambattan*. Aan de *Tjimanoek*, 3 K. M. boven *Indramajoe*.
58. *Slijeg*. Op den rechteroever der *Tjimanoek*, 7 K. M. van *Indramajoe*.
59. *Boediradja*. Ter districtshoofdplaats *Karang-Ampel*, 21 K. M. Z. O. van *Indramajoe*.
60. *Tjaplek*. 2 K. M. Z. van *Karang-Ampel*.
61. *Tandjong-poera*. 3 K. M. Z. O. „ „
62. *Tandjakan*. Gelijk *Kamal*, 4 K. M. O. van *Karang-Ampel*.
63. *Djoenti-Njoewat*. 4 K. M. N. W. van *Karang-Ampel*.
64. *Doetamati*. Aan de *Tjimanoek*, 22 K. M. boven *Indramajoe*.
65. *Banga-doewa*. Aan de *Tjimanoek*, 25 K. M. boven *Indramajoe*.
66. *Bodjong-Banten*. Aan de *Tjimanoek*, 5 K. M. beneden de grens der *Preanger Regentschappen*.
67. *Tedja* 15 K. M. O. van hoofdplaats *Madjalengka*.
70. *Margapala*. 3K. M. Z. W. van hoofdplaats *Soemedang*.
71. *Tjinangerang*. 6 K. M. Z. W. van hoofdplaats *Soemedang*.
72. *Daoelant*. 11 K. M. O. van hoofdplaats *Tjitjalengka*.
73. *Daradjat*. 17 „ W. „ *Garoet*.
74. *Waspada*. 10 „ Z. W. „ „
75. *Tjikadjang*. 19 „ Z. W. „ „
76. *Tjiharoes*. 22 „ Z. W. „ „
77. *Cheribon*. De waarnemingen over de jaren 1883—85 zijn zonder waarde, zie de voorrede van den jaargang 1885 der officiëele waarnemingen.
78. *Tjilentab*. 16 K. M. N. O. van de aan de *Wijnkoopsbaai* gelegen districtshoofdplaats *Pelaboean-Ratoe*.
79. *Parakansalak*. Afdeeling *Soekaboemi*, 8 K. M. W. Z. W. van de districtshoofdplaats *Tjitjoeroeg*.
80. *Sinagar*. Id. 4 K. M. N. van de halte *Karangtengah*.
81. *Pasir-datar*. District *Tjiheulang*, 11 K. M N. W. van de hoofdplaats *Soekaboemi*.
82. *Tjiodeng*. Id. Id.
83. *Artana*. District *Djampang-tengah*, 15 K. M. Z. Z. W. van de hoofdplaats *Soekaboemi*.
84. *Passir-telaga-warna*. Id. 15 K. M. Z. van de hoofdplaats *Soekaboemi*.
85. *Goenong-Sahari*. Id. 14 K. M. Z. van de hoofdplaats *Soekaboemi*.
86. *Argalingga*. Afdeeling *Soekaboemi* 9 K. M. Z. van de halte *Karang-tengah*.
88. *Perbawati*. Id. 10 K. M. N. van de hoofdplaats.
89. *Baros*. Id. 5 K. M. Z. O. van id.
90. *Sindangsari*. Id. 9 „ Z. O. „ id.
93. *Tjiwangi*. Afdeeling *Tjiandjoer*, 30 K. M. Z. Z. W. van de hoofdplaats.
94. *Telaga-Patenggang*. Afdeeling *Bandong*, op de westelijke helling van den *Patoeah*, 6 K. M. van den top.
95. *Indragiri*. Id. id. 9 K. M. van den top.
96. *Tjampaka-warna*. Afdeeling *Soekapoera-Kollot* op de zuidelijke helling van den *Papandajang*.
98. *Pameungpeuk*. Aan de zuidkust, ten zuiden van *Garoet*.
99. *Parigi*. Id. 32 K. M. van degrens der residentie *Banjoemas*.
100. *Djati-lawang*. Hoofdplaats van het district *Djamboe*, afdeeling *Poerwokerto* 26 K. M. N. O. van *Tjilatjap*.
101. *Adjibarang*. Districtshoofdplaats, afdeeling *Poerwokerto*, 17 K. M. W. van *Poerwokerto*.
105. *Bobotsari*. 9 K. K. N. van de hoofdplaats *Poerbolinggo*.
106. *Bantarwaroe*. 19 K. M. N. N. O. van *Poerworedjo*.
107. *Boekatedja*. 5 „ N. „ „
108. *Wonodadi*. 8 „ W. „ *Bandjarnegara*. Volgens het waarnemingsregister zou op 22 September 1892 te *Wonodadi* 580 m. M. regen zijn gevallen. Dit cijfer, hetwelk naar alle waarschijnlijkheid onjuist is, vermoedelijk 10 malen te groot, is buiten beschouwing gelaten.
109. *Poerworedjo*. Districtshoofdplaats aan de *Serajoe*, 15 K. M. O. N. O. van *Banjoemas*.
110. *Klampok*. In de onmiddellijke nabijheid van *Poerworedjo*.
111. *Djalegong*. 14 K. M. N. van *Bandjarnegara*,
112. *Karang-Kobar* 15 „ N. „ „
114. *Mongkong*. 8 „ Z. Z. O. „ „
117—161. De ligging dezer stations is aangewezen op de kaart. Plaat IV. Zij zijn gerangschikt volgens de stroomgebieden.
161. *Kedongdong*. In het stroomgebied der *Bogowonto* doch gelegen binnen de grenzen der residentie *Kadoe*.
163. *Kedonglinggi*. 3 K. M. N. van *Magelang*.
164. *Kali-bening*. 6 „ N. „ „
165. *Manggis*. 6 „ N.O. „ „
166. *Poetjang*. 8 K. M. N. O. van *Magelang*.
167. *Gambang-Waloe*. Bij de dessa *Djagoean*, 15 K. M. O. N. O. van *Temanggoeng*.
170. *Lemah-abang*. 2 K. M. Z. van de districtshoofdplaats *Tandjong*, gelegen aan den grooten postweg, 20 K. M. W. van *Brebes*.
171. *Kersana*. 6 K.M. Z. van *Tandjong*.
172. *Gogo*. Aan den postweg 3 K. M. O. van *Tandjong*.
173. *Bandjar*. Aan de *Kaboejoetan*, 13 K.M. Z. van *Tandjong*.
174. *Sindang-heula*. Aan id. 23 K.M. Z. van *Tandjong*.
175. *Ketanggoengan*. Aan de *Babakan*, 8 K.M. Z. O. van *Tandjong*.
176. *Baros*. Aan id 13 Z.Z.O. van *Tandjong*.
177. *Djatibarang*. 11 K.M. Z. van *Brebes*.
178. *Notok*. Aan de *Pemali*, 26 K.M. van *Brebes*.
179. *Proepoek*. „ „ „ 28 K.M. „ „

180. *Soengapan*. 7 K.M. Z. Z. O. van de hoofdplaats *Pemalang*.
181. *Bandjardawa*. 5 K.M. Z. O. van de hoofdplaats *Pemalang*.
182. *Soekojosso*. 11 K.M. N. W. van *Kadjen* (N°. 197).
183. *Kesessi*. 9 K.M. W. van *Kadjen*.
184. *Paningaran*. 15 K.M. Z. van *Kadjen*.
185. *Sigoegoer*. 5 K.M. Z. W. van *Paningaran*.
186. *Pajong*. Aan de *Tjomal*-rivier, 14 K. M. Z. O. van de hoofdplaats *Pemalang*.
187. *Watoekoempoel*. 30 K.M. Z. Z. O. van *Pemalang*.
188. *Randoe-dongkal*. 20 „ Z. Z. W. „ „
189. *Moga*. 9 K.M. W. Z. W. van *Randoe-dongkal*.
190. *Ketjapi*. Aan de *Djengkellok*, op de grens der residentie *Cheribon*, 14 K.M. Z. W. van *Tandjong*.
192. *Adiwerna*. 9 K.M. Z. van hoofdplaats *Tegal*.
193. *Doekoewringin*. 15 „ Z. „ „ „
194. *Balapoelang*. 22 „ Z. „ „ „
195. *Oeloedjami*. Aan den postweg bij de grens der residenties *Tegal* en *Pekalongan*.
196. *Gambiro*. 5 K. M. N. W. van *Kadjen*
197. *Kadjen*. 21 K. M. Z. Z. W. van de hoofdplaats *Pekalongan*.
198. *Panoembangan*. 9 K.M. Z. Z. W. van *Kadjen*.
199. *Pringombo*. 9 „ Z. „ „
201—241. In de afdeeling *Demak* is de grens tusschen de stroomgebieden der *Toentang*- en *Serang*-rivieren vrij willekeurig gekozen. In werkelijkheid watert het tusschen die rivieren gelegen terrein grootendeels direct op zee af.
201. *Pontjowati*. 6 K.M. N. N. W. van *Demak*.
202. *Djali*. 5 „ N. „ „
203. *Pelem*. 6 „ N. O. „ „
205. *Djelor*. Aan den postweg van *Demak* naar *Koedoes* 5 K.M. van *Demak*.
206. *Gadjah*. 11 „ „ „
207. *Sono*. 9 K M. O. O. Z. „ „
208. *Botosiman*. 1 „ N. „ *Dempet*
209. *Dempet*. 10 „ Z. O. „ *Demak*.
210. *Penoenggalan*. 7 „ Z. O. „ *Dempet*.
211. *Gompeng*. 3 „ Z. „ *Godong*.
212. *Modjo*. 6 „ Z. „ „
213. *Kepoh*. 6 „ Z. Z. W. „ „
214. *Leles*. Aan de *Toentang*-rivier, 6 K. M. Z. Z. O. van *Demak*.
215. *Pangkalan*. Id. 9 K. M. Z. Z. O. van *Demak*.
216. *Goeboek*. Id. 18 „ Z. Z. O. „ „
217. *Mlilir*. Id. 3 „ Z. O. „ *Goeboek*.
218. *Glapan*. Id. 6 „ Z. „ „
219. *Getas*. 7 K. M. N. van *Salatiga*.
221. *Tlogo*. 7 „ O. „ *Ambarawa*.
222. *Willem I*. 1 „ Z. „ „
223. *Banjoebiroe*. 4 „ Z. „ „
224. *Majong*. 11 „ W. N. W. „ *Koedoes*
225. *Bae*. 4 „ N. „ „
227. *Toewang*. Aan de *Serang*-rivier, 3 K. M. Z. Z. W. van *Tanggoelangin*, gelegen aan den postweg van *Demak* naar *Koedoes* bij de brug over de *Serang*-rivier.
228. *Djati*. Aan de *Serang*-rivier, 9 K. M. van *Tanggoelangin*.
229. *Groenggoengan*. Id. 11 K. M. Z. Z. W. van id.
230. *Krassak*. Id. 13 „ „ „ „
231. *Merak*. Id. 3 „ N. W. van *Godong*.
232. *Godong*. Id. 21 „ Z. O. „ *Demak*.
233. *Wolo* 7 K.M. O.Z.O. van *Godong*.
235. *Wirosari*. Aan de *Loesi*-rivier, 19 K. M. O. van *Poerwodadi*.
236. *Kalangdosari*. Id. 2 K. M. W. van de grens der residenties *Semarang* en *Rembang*.
237. *Ngawen*. 12 K. M. W. Z W. van *Blora*.
239. *Gending*. Aan de *Serang*-rivier, 10 K. M. Z. O. van *Godong*.
240. *Pingkol*. Id. 12 K. M. Z. O. van *Godong*.
241. *Sedadi*. Id. 16 „ Z. Z. O. „ „
242. *Pelantoengan*. Aan de grens der residenties *Semarang* en *Pekalongan*, 12 K. M. van den top van den *Goenoeng-Prahoe*.
243. *Kesroek*. 9 K. M. N. O van den top van id.
244. *Ngareanak*. 18 K. M. Z. van *Kendal*.
246. *Djatikalangan*. 4 K. M. O. van de districtshoofdplaats *Bodja*, gelegen 22 K. M. Z. W. van *Semarang*.
247. *Medini*. 3 K.M. N. van den top van den *Oengaran*.
249. *Bodjong*. 3 „ Z. W. „ *Semarang*.
250. *Oengaran*. 18 „ Z. „ „
251. *Tenggang*. 3 „ O. N. O. „ „
252. *Tjandi*. 5 „ Z. „ „
253. *Pedoerangan*. 6 „ Z. O. „ „
254. *Gabeng*. 7 „ Z. Z. O. „ „
255. *Poetjang-gading*. 10 „ Z. „ „
256. *Tembalang*. 10 „ Z. „ „
257. *Mloeweh*. 14 „ Z. Z. O. „ „
259. *Djakenan*. 9 „ O. „ *Pati*.
360. *Koewawoer*. Bij de dessa *Tegal-baleh* 15 K.M. Z. Z. O van *Pati*.
262. *Gaboes*. 9 K. M. Z. van *Pati*.
263. *Tajoe*. Aan zee, 22 K. M. N. W. van *Djoeana*.
265. *Bowerno*. 24 K. M. O. van *Bodjonegoro*.
266. *Bodjonegoro*. De waarnemingen over de jaren 1885-89 zijn volgens de voorrede van den jaargang 1890 der officieele waarnemingen foutief. Er kon niet worden nagegaan op welke wijze die waarnemingen later verbeterd zijn geworden.
267—275. Deze stations liggen in het stroomgebied der *Kali-Kening*.
267. *Ngawoean*. 18 K. M. Z. O. van *Djatirogo*. Volgens de waarnemingen zou op 27 December 1887 een regenval van 300 m.M. zijn voorgeko-

men. Dit cijfer, hetwelk vermoedelijk onjuist is, is buiten rekening gelaten. Ook de waarnemingen over de jaren 1890 en 1891 zijn blijkbaar foutief en daarom weggelaten.

268. *Senori*. 11 K.M. Z. Z. O. van *Djatirogo*.
269. *Ngladjoe*. 9 „ Z. O. „ „
270. *Bangilan* 6 „ Z. Z. O. „ „
271. *Moendri*. 4 „ Z. Z. O. „ „
272. *Djatirogo*. 46 „ W. van de hoofdplaats *Toeban*. Volgens de waarnemingen zou op 3 April 1890 een regenval van 280 m.M. zijn voorgekomen, welk cijfer als vermoedelijk onjuist buiten rekening is gelaten.
273. *Kendoeroean*. 7 K.M. W. van *Djatirogo*.
274. *Wotsogo*. 7 „ N. W. „ „
275. *Toedeer*. 15 „ N. W. „ „
276. *Bajangan*. 10 „ N. „ de districtshoofdplaats *Padangan*, liggende 29 K. M. W. van *Bodjonegoro*.
277. *Kedewon*. 14 K.M. N. van *Padangan*.
281. *Papringan*. 5 „ Z. W. „ *Magetan*.
282. *Slagreng*. 4 „ W. „ „
283. *Sarangan*. Op de helling van den *Lawoe*. 12 K. M. W. van *Magetan*.
284. *Gorang-Gareng*. Aan de *Madioen*-rivier 10 K. M. Z. W. van *Madioen*.
285. *Rediosari* 13 K.M. Z. W. van *Madioen*.
289. *Tjepogo*. Op de helling van den *Merapi* 10 K. M. W. van *Bojolali*.
295. *Soerabaja*. M. E. Marine- etablissement aan den *Oedjong*.
297. *Permissan*. 5 K.M. O. van *Porrong*, liggende nabij den overgang van den spoorweg *Sidoardjo-Bangil* over de *Porrong*-rivier.
298. *Gempol*. 12 K.M. W. van *Bangil*.
299. *Kasri*. 12 „ Z. W. „ „
300. *Prigin*. 19 „ Z. W. „ „
301. *Trawas*. Op de noordelijke helling van den *Welirang* 8 K.M. van den top.
302. *Tjelahet*. Id. 6 K.M. N. W. van den top.
303. *Patjet*. Id. 8 K.M. N. W. van den top.
305. *Djatiredjo*. Hoofdplaats van het district *Djaboeng* 15 K. M. Z. van *Modjokerto*.
306. *Dampak*. 9 K.M. Z. van *Djatiredjo*.
307. *Banjon*. 3 K.M. Z. Z. W. van *Dampak*.
308. *Ztnk*. 2 „ Z. W. „ „
309. *Boeloe*. 11 „ Z. W. „ *Djatiredjo*.
310. *Wonosalam*. 13 „ Z. W. „ „
314. *Bantaran*. Op de Zuidoostelijke helling van den *Kloet*, 8 K.M. van den top.
315. *Tanah-wangi*. 11 K.M. Z. O. van *Kepadjen* liggende aan de *Brantas*, 28 K. M. Z. Z. W. van *Malang*.
316. *Soeka-rameh*, 13 K. M. Z. O. van *Toeren*, liggende 21 K. M. Z. Z. O. van *Malang*.
317. *Kali-Bakar*. 16 K. M. Z. O. van *Toeren*.
318. *Kali-Padang*. 14 „ O. „ „
319. *Wonokerto*. 15 „ N. O. „ „
320. *Kendogo-Ardjosari*. Op de helling van den *Kawi*, 16 K. M. N. W. van *Kepadjen*
321. *Limburg*. 4 K. M. Z. W. van *Toeren*.
324. *Proefstation Oost-Java*. Ter hoofdplaats *Pasoeroean*.
325. *Wonosari*. 18 K.M. N. van *Malang*.
326. *Soember-Tjoeling*. 17 K.M. Z. O. van *Toeren*.
327. *Soember-Boontjes*. Id. Id.
328. *Soember-Mangis*. 19 K.M. Z. O. van *Toeren*.
329. *Soember-Mangis-kidoel*. Id. Id.
330. *Padjarakan*. Aan den postweg, 3 K.M. W. van *Kraksaän*.
331. *Djati-ampoh*. Aan de *Pekalen*-rivier, 5 K.M. N. van *Pekalen*.
332. *Maron*. 2 K. M. N. van *Pekalen*.
333. *Pekalen*. Aan de *Pekalen*-rivier, 13 K.M. Z. Z. W. van *Kraksaän*.
334. *Wedoesan*. 6 K. M. Z. Z. O van *Pekalen*.
335. *Tiris*. 12 „ Z. Z. O. „ „
336. *Kelaton*. 22 „ Z. O. „ „
338. *Seboroh*. 6 „ Z. „ *Kraksaän*.
339. *Gading-wetan*. 11 „ Z. „ „
340. *Pandanlaras*. 16 „ Z. Z. O. „ „
341. *Djoerangdjero*. 4 „ O. „ *Pekalen*.
342. *Kroentjil*. 21 „ Z. Z. O. „ *Kraksaan*.
343. *Alas-ajer-dinggin*. 23 „ Z. Z. O. „ „
344. *Kertoesoeko*. 13 „ Z. O. „ *Pekalen*.
345. *Randoe-agoeng*. 11 „ N. O. „ *Loemadjang*.
347. *Alas-petoeng*. 20 „ N. W. „ „
348. *Kajoe-enak*. 21 „ W. N. W. „ „
349. *Bajeman*. 10 „ W. „ *Probolinggo*.
351. *Gending*. Aan den grooten postweg, halfweg tusschen *Probolinggo* en *Kraksaan*.
352. *Banjoe-anjar-kidoel*. 5 K. M. Z. Z. W. van *Gending*.
353. *Gading-koelon*. 4 „ Z. W. „ *Pekalen*.
354. *Soekapoera*. 23 „ Z. W. „ *Probolinggo*.
355. *Djengrong*. 20 „ N. „ *Loemadjang*.
356. *Soember-Moedjoer*. 23 „ W. „ „
357. *Tempeh*. 10 „ Z. W. „ „
358. *Wringin-anom*. 3 „ W. „ *Sitoebondo*.
360. *Stuwdam-Sitoebondo*. Stuwdam in de *Sampean*-rivier, in de onmiddellijke nabijheid van de hoofdplaats.
361. *Olean*. 4 K. M. N. van *Sitoebondo*.
362. *Patek*. 6 „ N. N. W. van „
363. *Kapongan*. 7 „ O. „ „
364. *Pradjekan*. 9 „ Z. „ „
365. *Pantjoer*. 28 „ O. „ *Bondowoso*.
366. *Angkrek*. 27 „ O. „ „
367. *Wonosari*. 9 „ N. O. „ „
358. *Tangarang*. 5 „ N. O. „ „
370. *Maësan*. 13 „ Z. W. „ „
371. *Poeger*. Aan de zuidkust, 33 K.M. Z. W. van *Djember*.

372.	*Widodaren.*	17 K.M.	N. W.	van	*Djember.*
374.	*Adjoeng.*	21 „	Z.	„	*Bondowoso.*
376.	*Kajoemas.*	36 „	O.	„	„
377.	*Taman-aroem.*	38 „	O.	„	„
379.	*Pakoeda.*	17 „	W.	„	*Banjoewangi.*
380.	*Tamangloegoe.*	18 „	W.	„	„
381.	*Kali-baroe.*	40 „	W.	„	*Rogodjambi*;
	liggende 14 K.M.		Z. Z. W.	van	*Banjoewangi.*

De beschouwing der meegedeelde staten leert, dat men al zeer verkeerd handelt door bij afvoerberekeningen voor geheel *Java* een zelfden regenval aan te nemen.

Over het algemeen komen de zwaarste regens voor in *Midden-Java* zoowel in de residenties aan de Noordkust (in het bijzonder in *Demak*) als in *Zuid-Bagelen* en *Banjoemas* en het nabij gelegen gedeelte van de zuidkust der *Preanger Regentschappen*. Te *Tjilatjap* bijv. zijn er onder de 16 waarnemingsjaren 5 waarin het maximum van 200 m.M. werd overschreden, waaronder er 4 zijn met meer dan 230 m.M. en twee met 260 m.M.

Bijzonder laag daarentegen is het maximum voor de binnenlanden der *Preanger*.

Te *Sindanglaia* b.v. werd in 16 jaren het bedrag van 100 m.M. slechts eenmaal overschreden, het maximum was 109 m.M. Eveneens te *Bandoeng* waar het maximum 111 m.M. bedroeg. Te *Djatinangor*, gelegen 18 K.M. oostelijk van *Bandoeng*, werd gedurende het tijdvak nimmer een regenval van meer dan 97 m.M. waargenomen.

§ 2. Regenval in 24 uren op een terrein van willekeurige grootte.

Ter bepaling van de wijze, waarop de grootste regenval per etmaal met de toename van de grootte van het stroomgebied afneemt (reductie-coefficient γ_2 van *Lauterburg*, welke in deze § voortaan eenvoudigheidshalve als γ zal worden aangeduid) is gebruik gemaakt van de regen waarnemingen, die van af 1889 in *Zuid-Bagelen* zijn verricht onder leiding van de ingenieurs S. J. G. van Overveldt en H. P. Mensinga.

De keus is op deze landstreek gevallen, omdat in geene andere op *Java* de waarnemingsstations dichter bij elkander geplaatst en talrijker zijn.

Hun aantal bedraagt 44; zij sluiten een terrein in van 1990 K. M². oppervlakte, waarvan de ligging is aangegeven op de kaart schaal 1: 200.000 (Plaat IV). Hierbij wordt aangeteekend, dat het aantal stations in October 1889 slechts 17 bedroeg en tot November 1892 geleidelijk is uitgebreid, terwijl in October 1893 één station is uitgevallen.

Het waarnemingsterrein is door natuurlijke grenzen ingesloten, namelijk ten westen door het *Karang-bolong*-gebergte, ten noorden door het grensgebergte tusschen *Noord-Banjoemas* en *Bagelen* en door een westelijken uitlooper van den *Soembing*, ten oosten door een zuidelijken uitlooper van dien vulkaan en het grensgebergte tusschen *Bagelen* en *Djokjakarta*.

Wel zijn ook waarnemingen verricht in de aangrenzende residentie *Banjoemas* en in het noordelijk tot het stroomgebied der *Serajoe* behoorend gedeelte van *Bagelen*, maar deze waarnemingen zijn door mij buiten beschouwing gelaten, omdat zij betrekking hebben op een gebied, waarin de stations verder uit elkander liggen en dat uit een meteorologisch en hydografisch oogpunt niet geacht kan worden met het overige een geheel te vormen.

Het beschouwde terrein is door verbinding der stations in driehoeken verdeeld op de wijze, als op de kaart is aangegeven.

Hierbij werd er naar gestreefd de driehoeken zoo mogelijk niet te veel van gelijkzijdige te doen verschillen. Van deze voorwaarde is soms afgeweken, ten einde bij toevoeging van een nieuw station het driehoeksnet niet meer dan noodig is te moeten wijzigen. Ook is met het oog daarop op de kaart aan een nieuw station wel eens een plaats gegeven, die een weinig van de juiste ligging afwijkt.

Er is nu aangenomen, dat de gemiddelde regenval in eenig driehoekig gebied gelijk is aan het gemiddelde van de regenvallen in de 3 hoekpunten. Deze aanname is alleen bij een gelijkzijdigen driehoek geheel rationeel. Bij een ongeveer gelijkbeenigen driehoek met zeer stompen tophoek zal de regenval in dat toppunt van veel meer invloed zijn op de totale hoeveelheid regen dan de regenval in elk der hoekpunten aan de bazis.

Toch is de bedoelde eenvoudige veronderstelling aangehouden, omdat het niet recht duidelijk is, wat er voor in de plaats zou moeten worden gesteld en omdat elke wijziging het te verrichten cijferwerk zeer in omvang zou hebben doen toenemen.

De hoeveelheid regen binnen elken driehoek werd dus gevonden door de oppervlakte in K.M². te vermenigvuldigen met den gemiddelden regenval in m.M. en het product werd door 10 gedeeld, zoodat zij werd uitgedrukt in tienduizendtallen kub. Meters. Hierbij wordt opgemerkt, dat het geheel onnoodig was voor alle circa 2000 dagen, waarover de waarnemingen loopen, dergelijke berekeningen uit te voeren. Een voorloopig onderzoek had geleerd, dat de regenval zelfs over een zeer uitgestrekt terrein meer dan 100 m.M. kan bedragen. Hieruit volgt, dat alle dagen, waarop op geen enkel station meer dan 100 m.M. werd afgelezen, reeds dadelijk buiten beschouwing konden worden gelaten. Van het aldus sterk gereduceerde aantal waarnemingsdagen konden voorts alle dagen worden weggelaten, waarop voor geen enkelen driehoek een gemiddelde van meer dan 100 m.M. kon worden aangewezen. Nadat aldus alleen de dagen, die geacht werden voor een grooter of een kleiner gebied een maximum of een daarvan niet veel afwijkend cijfer te kunnen opleveren, waren overgebleven, werden de verschillende driehoeken uitgaande van eenige centra tot

figuren van zoo weinig mogelijk grillige gedaante samengevoegd en aldus ten slotte de totale op het geheele gebied op verschillende dagen gevallen hoeveelheid water verkregen.

Een eigenaardig feit, hetwelk toen aan het licht kwam is, dat hoewel de gemiddelde maandelijksche regenval in December, Januari en Februari niet veel kleiner is dan die in November (welke maand hier het maximum levert) er in eerstgenoemde 3 maanden nimmer zeer zware regens, althans niet over groote uitgestrektheid, voorkomen. Van de 11 dagen, die voor één of meer der kwadranten, waarin het terrein bij de berekening werd verdeeld, een maximum of een niet meer dan 20% daar beneden blijvend bedrag leverden, vielen er 5 in October, 2 in November, 3 in Maart en 1 in April.

De grootste gemiddelde regenval over het geheele terrein bedroeg 97 m.M. en kwam voor op 20 Maart 1894, daarop volgen 4 April en 25 October 1892 met 92 m.M.

Met het zoeken van den aldus bekend geworden grootsten regenval op grootere of kleinere terreinen zou kunnen worden volstaan, indien mocht worden aangenomen dat aldus de grootste regenval, die redelijker wijze geacht mag worden te zullen voorkomen, was gevonden en indien het geheele gebied, wat den regenval betreft, geacht mocht worden in dezelfde omstandigheden te verkeeren. Het zou gewaagd zijn bij waarnemingen, die slechts over 5 jaren loopen, het eerste aan te nemen en de regenval is niet over het geheele terrein even groot.

Voor de 1155 K. M². groote oostelijke helft bedroeg het maximum 85 m.M. op 4 April 1892, voor de 835 K. M². groote westelijke helft 123 m.M. op 20 Maart 1894.

Het werd noodig geacht na te gaan tot welk maximum voor verschillende terreinen de verhouding tusschen den op eenigen dag voorgekomen, op de hiervoren aangegeven wijze berekenden, gemiddelden regenval en den op denzelfden dag op eenig station binnen dat terrein waargenomen grootsten regenval kan stijgen. Derhalve werden voor γ direct verschillende waarden gevonden.

Daarbij mocht men zich niet bepalen tot de dagen, waarop voor eenig terrein de allergrootste totale regenval werd geconstateerd.

Immers het kan zijn, dat er op dien dag op een enkel station binnen het terrein een bijzonder groote regenval voorkwam, zoodat voor γ een betrekkelijk lage waarde werd gevonden. Een andere dag, waarop de totale regenval een weinig kleiner was kan een hoogere waarde voor dien coefficient opleveren, indien daarop niet op eenig station een bijzonder groote regenval voorkwam.

Te ver mocht hierin niet worden gegaan, omdat men afdalende tot zeer matige regenvallen wel hooge waarden voor γ zou kunnen vinden, maar men tot overdreven uitkomsten zou geraken, indien men den aldus gevonden coefficient op de hoogste plaatselijk geconstateerde regenvallen ging toepassen. Ik ben daarom voor elk terrein afgedaald tot dagen, die 80% van het waargenomen maximum van den totalen regenval leverden. Deze grens is, het moet worden toegegeven, vrij willekeurig getrokken.

Uit de medegedeelde cijfers volgt, dat voor verschillende terreinen tot een gemiddelden regenval beduidend lager dan 100 m.M. werd afgedaald, zoodat het zaak was na te gaan of niet eenige der oorspronkelijk verworpen waarnemingsdagen in de berekening behoorden te worden betrokken. Deze maatregel is van zeer geringen invloed op het eindresultaat geweest.

Met de tot heden medegedeelde berekeningen kon nog niet worden volstaan. Immers de verschillende driehoeken zijn slechts op ééne wijze samengevoegd geworden; andere combinaties zouden wellicht hoogere waarden van γ kunnen opleveren.

Dit behoorde dus te worden onderzocht en leverde inderdaad de verwachte resultaten.

De voor sommige dagen gevonden reeds vrij hooge waarden van γ konden worden verhoogd door weglating van driehoeken met geringen regenval. Hierdoor werd het terrein kleiner, het maximum voor eenig station bleef constant, maar de gemiddelde regenval nam sterk toe.

De terreinen, waarvoor de hoogste waarden werden gevonden, hebben meermalen een vrij grillige gedaante maar vormden toch — daarvoor werd natuurlijk gezorgd — steeds een aaneengesloten geheel zonder er binnen gelegen open vakken.

De 4e. April 1892 heeft vele maximum-waarden voor γ opgeleverd.

Toen bedroeg, zooals reeds is meegedeeld de gemiddelde regenval 92 m.M. maar nergens kwam een hoogere regenval voor dan 194 m.M. zoodat de waarde van γ werd 92 : 194 = 0.47, zijnde de hoogste waarde, die voor het geheele terrein gevonden is.

Nu wensch ik uit te gaan van de veronderstelling, dat de hoogste gevonden waarden van γ mogen worden toegepast op den grootsten plaatselijken regenval, die geacht wordt te zullen voorkomen.

Moet deze worden gesteld op bijv. 250 m.M., dan zal de maximum regenval voor het geheele terrein van 1990 K.M². bedragen:

$$0.47 \times 250 = 117 \text{ m.M.}$$

Ik stel mij voor, dat *Lauterburg* op eene soortgelijke wijze te werk is gegaan. Uit den allergrootsten waargenomen plaatselijken regenval alleen kunnen de waarden van γ_2 niet worden bepaald, want die grootste regenval komt uit den aard der zaak slechts eenmaal voor en het zou zeer toevallig zijn, als op dienzelfden dag ook de grootste verbreiding van den regen voorkwam.

Lauterburg zal ook niet alleen zijn uitgegaan van het door hem aangenomen maximum van 250 m. M.

Immers in § 25 van zijn opstel in de „Allgemeine Bauzeitung", deelt hij mede, dat tot het jaar 1881 in het Zwitsersche heuvelland nimmer een regenval van meer dan 150 m. M. per etmaal was waargenomen, doch dat

sedert dien tijd eenmaal te *St. Gallen* een regenval van 250 m. M. werd geconstateerd.

Wel komen in het Zwitsersche hoogland en aan de zuidzijde der *Alpen* zulke en zelfs nog iets grootere regenvallen minder zeldzaam voor (hetgeen blijkt uit een in 1876 uitgegeven werkje van genoemden schrijver, getiteld: „Versuch zur Aufstellung einer allgemeinen Ueber„sicht der aus der Grösse und Beschaffenheit der Fluss„gebiete abgeleiteten schweizerischen Stromabflussmen„gen"), maar *Lauterburg* schijnt dit terrein minder op het oog te hebben gehad, daar hij in zijne verhandeling van 1887 steeds 250 m. M. als het maximum aanmerkt.

De verschillende op de aangegeven wijze gevonden waarden van γ werden vereenigd in een grafische voorstelling, waarbij vervolgens alle andere dan de hoogstgelegen punten moesten worden weggelaten.

De lijn, die door vereeniging der overblijvende punten verkregen is, is voorgesteld in fig. 1 Plaat V.

Er moest nu een kromme lijn worden geconstrueerd zoo na mogelijk aan de gebroken lijn sluitende en in geen enkel punt beduidend daar beneden gelegen. Uit de figuur blijkt — hetgeen à priori te verwachten was — dat de helling van de lijn voor grootere oppervlakten steeds kleiner wordt, zoodat de kromme geacht mag worden een horizontale asymptoot te bezitten. Die asymptoot kan niet de x-as zijn, omdat bij het grooter worden van het gebied de grootste gemiddelde regenval niet nadert tot nul, maar in elk geval minstens gelijk is aan $^1/_{30}$ van de hoeveelheid regen, die in een zeer regenachtige maand gemiddeld op de verschillende stations valt. Hij is zelfs voor een uitgestrekt gebied belangrijk grooter.

Op geheel *Java*, dat eene oppervlakte heeft van meer dan 120000 K.M.². valt in de Januari op de verschillende stations gemiddeld ongeveer 349 m.M. regen, dus gemiddeld 11 m. M. per dag. Op den 5en Januari 1893 (welke dag slechts na oppervlakkige beschouwing van een aantal jaargangen der regenwaarnemingen gekozen is en dus wel niet het uiterste maximum zal aanwijzen) viel er gemiddeld 25 m. M.

In *Zuid-Bagelen* is de gemiddelde regenval het grootst in November; hij bedraagt dan 406 m.M. dus per dag 13.5 m.M.

Hieruit volgt, dat, indien een terrein zoo groot als geheel *Java* in de omstandigheden van *Zuid-Bagelen* verkeerde, daarop in maximum per dag minstens zou kunnen vallen $25 \times \frac{13,5}{11} = 30.5$ m.M. zijnde 12.2 % van de in *Zuid-Bagelen* waargenomen maximum-hoeveelheid van 250 m.M. Voor een oneindig groot terrein wordt deze verhouding nog iets lager, maar, indien de hierna te bespreken formule voor de kromme wordt aangenomen, dan bedraagt het verschil slechts een paar percenten, zoodat de grenswaarde van γ_2 zou zijn 0.102. Daar echter, zooals reeds is opgemerkt, de regenval over geheel *Java* in maximum nog wel iets grooter kan zijn dan 25 m.M. heb ik ook het cijfer 0.102 iets verhoogd en aangenomen, dat de asymptoot gelegen is op 0.12.

Er wordt nu verondersteld, dat de gezochte kromme een hyperbool is, waarvan de algemeene vergelijking voor den boven de asymptoot gelegen tak is:

$$(x - a - y \text{ Cot } \phi)\ (y - 0.12) = p^2 \sin \phi.$$

Hierin is a het stuk, hetwelk de 2de asymptoot van de x-as afsnijdt, ϕ de hoek, welken die 2de asymptoot met de x-as maakt en p een derde constante. Deze 3 constanten werden bepaald door 3 punten van de kromme aan te nemen, waarbij in de eerste plaats het punt ($x = o$, $y = 1.00$) in aanmerking kwam.

Na eenig tasten werd de vergelijking:

$$(x + 3960 - 1720\ y)\ (y - 0.12) = 1970.$$

gevonden.

Hieruit kan x eenvoudiger in y worden uitgedrukt dan omgekeerd; men vindt:

$$x = \frac{1970}{y - 0.12} - 3960 + 1720\ y.$$

Met behulp van deze vergelijking is de in de figuur voorkomende getrokken lijn geconstrueerd.

Van 300 tot 1600 K. M.² is de aansluiting met de gebroken lijn zeer voldoende; verder op ligt de kromme meer en meer daar boven.

Het is ook aan te nemen, dat de gebroken lijn nabij haar einde te laag ligt, aangezien er slechts één terrein van 1990 K.M.² beschouwd is, waaruit tal van terreinen van mindere uitgestrektheid zijn afgezonderd geworden.

Het is dus veel waarschijnlijker, dat het werkelijk maximum nagenoeg bereikt is bij de kleinere terreinen, dan bij het terrein van 1990 K.M.² of daaromtrent.

Ter vergelijking is in de figuur ook aangegeven de lijn voortvloeiende uit de door *Lauterburg* aangegeven formule voor den reductie-coefficient:

$$\gamma_2 = \frac{114}{115 + 0.05\ F} + 0.007.$$

Het blijkt, dat de door mij gevonden waarde van γ_2 voor terreinen kleiner dan 2800 K.M.² lager, voor grootere terreinen hooger is dan die volgens de formule van *Lauterburg* verkregen.

Het komt mij voor, dat deze formule in dat geval inderdaad te lage waarden geeft.

Voor een oneindig groot terrein geeft zij $\gamma = 0.007$, zoodat de asymptoot zou liggen op 0.007 en voor een terrein van 120000 K.M.² $\gamma = 0.026$.

Op *Java* zou dus, het plaatselijk maximum stellende op

300 m.M., per dag niet meer dan gemiddeld 8 m.M. kunnen vallen, terwijl, zooals is vermeld, dit bedrag in werkelijkheid minstens 25 m.M. is (1).

§ 3. Plaatselijke regenval gedurende tijdvakken, kleiner dan 24 uren.

Voor de bepaling van de grootste regenvallen in kortere perioden dan van 24 uren kan alleen worden gebruik gemaakt van de waarnemingen op het observatorium te *Batavia*.

De *uur*-waarnemingen aldaar verricht geven volgens de jaarverslagen voor verschillende jaren de grootste regenvallen, die in onderstaanden staat zijn vermeld, waarin ook de grootste regenvallen in 48 uren zijn opgenomen.

(1) Nadat het voorgaande was geschreven, maakte ik kennis met eene nota van den ingenieur H. P. MENSINGA, waaruit blijkt, dat deze in het belang van het opmaken van ontwerpen voor de verbetering van den waterafvoer in *Zuid-Bagelen* ook de waarden van den coefficient γ_1 heeft bepaald. De heer MENSINGA gebruikte daartij dezezfde regenwaarnemingen als mij ten dienste stonden, maar volgde in zooverre een geheel andere methode, dat hij het terrein niet in driehoeken heeft verdeeld, maar op de kaart voor verschillende datums zoo goed mogelijk lijnen van gelijken regenval heeft getrokken en de daardoor ingesloten oppervlakten planimetrisch heeft bepaald. Ten slotte kwam hij nagenoeg tot dezelfde uitkomsten als ik; de door hem gevonden waarde van γ_1 is veelal 0.015 hooger dan de mijne.

Deze staat eischt eenige toelichting.

Tot en met het jaar 1885 hebben de in de jaarverslagen gepubliceerde cijfers de vroeger vermelde reductie van 9% ondergaan. Van af 1 Januari 1886 ondergingen, zooals wordt medegedeeld op bl. 8 van de voorrede van deel X, de uitkomsten der waarnemingen die reductie reeds voor dat zij in de verslagen werden opgenomen.

Tot en met het jaar 1875 zijn op Zondagen geen uurwaarnemingen verricht.

De perioden van 24 uren zijn door mij niet geteld van af een bepaald uur, bijv. van middernacht of van 8 uur 's morgens, maar zoo gekozen, dat de regenval zoo groot mogelijk is. Het is toch duidelijk, dat de afvoer der rivieren afhangt van de op *deze* wijze verkregen bedragen.

Als gevolg van de nu gevolgde rekenwijze behoort het maximum-bedrag voor elk jaar grooter te zijn dan of gelijk aan de in § 1 opgegeven hoeveelheid. Dit is inderdaad nagenoeg steeds het geval, maar voor de jaren 1879, 1881, 1890 en 1891 zijn de nu gegeven cijfers *lager* dan die, welke vroeger zijn medegedeeld. Dit verschil, hetwelk voor 1879 en 1891 slechts 1 m.M. bedraagt, maar voor 1881 belangrijk is, kan alleen worden verklaard uit een verschil in aanwijzing tusschen 2 niet aan elkander gelijke en op kleinen afstand van elkander geplaatste regenmeters. Bovendien is de eene regenmeter opgesteld op het platte dak van het observatorium, de andere op den beganen grond.

Grootste hoeveelheden regen te BATAVIA in m. M.

AANTAL UREN.	48.	24.	23.	22.	21.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
1866	217	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	168	144	105	97	63
1867	155	139	138	138	135	135	129	129	129	129	129	129	129	129	128	129	129	129	129	129	121	115	113	104	89
1868	94	74	73	73	72	70	69	69	64	61	55	51	51	51	51	51	50	47	46	38	38	33	33	33	33
1869	88	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	68	67	65	62	45
1870	152	137	137	137	137	137	137	137	137	136	133	127	127	115	115	115	114	112	101	99	90	88	86	76	65
1871	156	113	113	113	113	113	113	113	113	113	110	109	103	101	101	100	96	91	85	82	82	81	76	55	44
1872	179	109	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	103	97	97	94	89	89	88	69
1873	131	83	77	75	75	75	74	73	72	68	68	67	66	64	55	55	54	54	54	54	54	51	48	44	40
1874	118	104	101	83	83	83	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	78	76	73	73	72	69	64	60	44
1875	145	127	127	127	127	127	127	127	126	125	125	125	125	125	125	125	125	125	124	123	123	120	116	89	58
1876	210	180	180	180	180	180	180	180	180	179	179	179	179	178	178	177	174	164	164	163	162	141	125	90	52
1877	210	182	178	172	168	161	159	158	158	156	156	156	156	155	152	150	143	134	122	112	108	100	80	72	48
1878	102	87	87	87	87	87	87	87	87	86	84	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	82	81	67	50
1879	94	80	80	79	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	74	66
1880	94	93	93	93	93	93	93	93	92	91	91	90	90	90	88	86	74	69	68	68	65	64	61	56	47
1881	111	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	88	86	83	82	82	82	80	65	34
1882	218	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	187	187	187	187	187	186	185	176	141	104	64
1883	222	196	196	185	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	183	182	181	169	159	131	118	90	46
1884	90	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	74	64
1885	163	160	160	154	146	139	137	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	134	134	128	110	59
1886	190	168	168	168	168	168	168	167	167	166	164	159	150	147	140	136	127	118	107	98	89	81	77	67	36
1887	125	93	87	80	79	60	60	60	60	60	60	59	57	57	56	56	56	56	56	55	50	50	50	50	46
1888	125	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	100	100	99	97	66	44
1889	74	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	55
1890	80	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	65	63	62	41
1891	159	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	79	79	79	79	79	79	79	79	78	61
1892	303	289	288	288	288	288	286	285	285	282	278	278	277	276	272	270	247	229	221	215	170	153	129	99	51
	89	87	79	74	72	71	71	71	71	71	71	71	71	61	71	71	71	71	71	71	70	65	56	51	45
1893	134	125	125	125	125	125	125	125	125	124	123	120	117	117	117	117	117	117	117	117	115	110	110	95	61
1894	146	103	102	102	99	99	99	99	99	99	90	96	96	95	87	86	83	81	81	81	81	81	79	77	66
Maximum.....	222	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	187	187	187	187	187	186	185	176	141	110	89
Gem. der 5 hoogst.	215	185	184	181	180	180	180	180	180	179	179	178	177	176	174	173	171	168	168	165	162	145	126	102	71
Percenten van de hoeveelh. in 24 uren.	116	100	99	98	97	97	97	97	97	97	97	96	96	96	94	94	92	91	91	89	88	78	68	55	38

De eerste der 2 rijen cijfers voor 1892 opgegeven heeft betrekking op den reeds vroeger vermelden geheel buitengewonen regenval van 18-19 Januari van dat jaar; de tweede rij bevat de hoogste bedragen, die voor 1892 worden gevonden, indien de regen van 18-19 Januari buiten beschouwing wordt gelaten. Dit laatste is geschied bij de vaststelling der maxima-bedragen voor de geheele periode 1866-1894.

Bij de beschouwing der meegedeelde cijfers trekt een belangrijk feit de aandacht. De veronderstelling, dat de grootste regenval in een etmaal gelijkmatig over de 24 uren verdeeld zou zijn, blijkt hoegenaamd niet met de de werkelijkheid overeen te komen; die regenval blijkt nagenoeg geheel in weinige uren geconcentreerd te zijn.

Ten einde dit verschijnsel nader te doen uitkomen, is onder aan den staat voor elk aantal uren het gemiddelde der 5 hoogste cijfers vermeld en verder opgegeven hoeveel percent de op die wijze gevonden gemiddelde regenval voor elk aantal uren bedraagt van de hoeveelheid voor 24 uren.

Dan blijkt in het kort, dat zelfs bij bijzonder groote regenvallen in een etmaal meer dan 95% der totale hoeveelheid valt binnen de 12 uren, meer dan 90% binnen 7 uren, meer dan 3/4 binnen 4 uren, meer dan 2/3 binnen 3 uren, meer dan de helft binnen 2 uren en meer dan 1/3 binnen het uur. Zelfs is de grootste regenval in 2 × 24 uren slechts het 3-voud van dien in één uur.

Dat dit alles in zekere mate het geval zou zijn, zal door ieder die eenigen tijd in *Indie* heeft doorgebracht, worden voorzien; dat het verschijnsel zelfs bij den grootsten regenval zóó sprekend is, zal menigeen verrassen.

Nog wordt aangeteekend, dat de bovenstaande uitspraken niet letterlijk juist zijn, in zooverre dat de voor elk jaar opgegeven 24 maxima-cijfers niet steeds ontleend zijn aan den regen op een enkelen datum. Het ligt toch voor de hand, dat gedurende eenig jaar bijv. de grootste regenval in één uur en die in 2 uren op geheel verschillende datums kunnen zijn voorgekomen.

De grootste hoeveelheden regen, binnen een zeker aantal uren gevallen, zijn reeds vermeerderd geworden door de grenzen van het tijdvak een geheel aantal uren te verplaatsen. Met behulp van de uitkomsten verkregen met den sedert 1 Januari 1879 op het Observatorium in werking zijnden zelfregistreerenden regenmeter, welke uitkomsten door den Directeur dier inrichting welwillend tot mijne beschikking werden gesteld, kon hierin nog verder worden gegaan door ook de uurgrenzen te verschuiven. Tevens werd daarbij nagegaan de grootste regenval in 30 en in 15 minuten. Het kwam niet noodig voor tot nog kortere perioden af te dalen. Een regen van korteren duur moge een goot doen overloopen, maar zal zelfs in een klein riviertje geen buitengewoon hooge bandjir veroorzaken. De uitkomsten van het onderzoek zijn in onderstaande staatje samengevat.

In	24	uren	197	m.M.	In	11	uren	192	m.M.
„	23	„	197	„	„	10	„	187	„
„	22	„	197	„	„	9	„	187	„
„	21	„	197	„	„	8	„	187	„
„	20	„	197	„	„	7	„	187	„
„	19	„	197	„	„	6	„	186	„
„	18	„	197	„	„	5	„	185	„
„	17	„	197	„	„	4	„	180	„
„	16	„	197	„	„	3	„	158	„
„	15	„	197	„	„	2	„	120	„
„	14	„	197	„	„	1	uur	89	„
„	13	„	197	„	„	30	min.	61	„
„	12	„	197	„	„	15	„	38	„

De regenval van 18-19 Januari 1892 is weder buiten beschouwing gelaten. Voor menig aantal uren is het maximum niet hooger geworden, dan vroeger is opgegeven. Dit was te verwachten, omdat door de verschuiving der uurgrenzen het maximum voor *n* uren nooit grooter kan worden, dan aanvankelijk voor n + 1 uren was gevonden.

Het vroeger opgegeven maximum van 89 m.M. in één uur is, nu een op 18 Januari 1892 waargenomen maximum van 94 m.M. verwaarloosd is geworden, niet overtroffen.

Wellicht zou het overschreden zijn geworden, indien toen het op 10 Januari 1867 voorkwam, de zelfregistreerende regenmeter reeds in werking was geweest.

Regenvallen van bijna 70 m.M. per uur zijn volgens de uurwaarnemingen herhaalde malen voorgekomen. Het is dus niet bevreemdend, dat onder de met den zelfregistreerenden regenmeter verkregen uitkomsten herhaalde malen regenvallen van 70 tot 80 m.M. werden aangetroffen.

Als een maximum, hetwelk te *Batavia* in 29 jaren met zekerheid éénmaal en misschien een paar malen een klein weinig is overtroffen, zou m.i. kunnen worden aangenomen 90 m.M. per uur.

Hieruit volgt, dat de door *Lauterburg* aangenomen regenval van 2.1 m.M. per minuut gedurende één uur zelfs voor *Batavia* veel te hoog moet worden genoemd of in elk geval, indien hij mocht kunnen voorkomen, zulk een buitengewoon karakter draagt, dat er geen rekening mede behoeft te worden gehouden (1).

Als maximum in 24 uren kan voor *Batavia* worden aangenomen 200 m.M.

Op plaat VI fig. 1 is van den grootsten regenval te

(1) De hier vermelde maxima kunnen in buitengewone gevallen op *Java* worden overschreden, zooals gebleken is uit een waarneming op den 14den Maart 1896 te *Demak* verricht door den ingenieur der B.O.W. J. C. Heijning. In den namiddag van dien dag viel er van 3 u. 50 min. tot 4 u. 20, d.i. in één half uur 75,5 m.M. regen. Van 4 u. 20 min. tot 4 u. 24 min. regende het niet, maar tusschen 4 u. 24 min. en 4 u. 44 min. werd weder een regenval van 44.5 m.M. geconstateerd. Er viel dus in een tijdvak van 54 minuten 120 m.M. regen.

Batavia een grafische voorstelling gegeven, waarvan later zal worden gebruik gemaakt.

De in deze figuur voorkomende vloeiende lijn komt behoudens afronding overeen met de *getrokken* lijn op plaat VII van de aflevering 1894-95 van het Afdeelingstijdschrift, behoorende bij de Notulen van de vergadering van 10 Mei 1895, waarin het hier behandelde onderwerp ter sprake is gebracht.

De in deze § voorkomende beschouwingen gelden slechts voor *Batavia*.

Voor streken, waar volgens de in § 1 meegedeelde staten een hooger of lager maximum in 24 uren dan 200 m. M. behoort te worden aangenomen, kunnen de verkregen uitkomsten evenredig worden vermeerderd of verminderd.

Het is onzeker of de bedoelde evenredigheid in werkelijkheid bestaat.

Dat in het algemeen op plaatsen, waar de regenval in 24 uren grooter of kleiner is dan 200 m. M. ook het maximum in enkele uren hooger of lager zal zijn dan te *Batavia*, is naar mij voorkomt niet twijfelachtig, maar ik vermoed, dat de verandering van den regenval in 24 uren niet uitsluitend aan de afwijkende intensiteit maar ten deele ook aan den afwijkenden duur der buien zal zijn toe te schrijven. Bij gebrek aan gegevens zal evenwel de bedoelde evenredigheid behooren te worden aangenomen, terwijl ter verbetering van de dan vermoedelijk begane fout het maximum in 24 uren iets minder afwijkend van de 200 m. M. zal kunnen worden aangenomen, dan op zich zelf beschouwd rationeel zou zijn.

De in deze paragraaf voorkomende tabel van grootste regenvallen in 1 tot 24 uren gedurende 29 jaren te *Batavia* waargenomen geeft eenig antwoord op de vraag welke reductie het voor den regenval aan te nemen maximum mag ondergaan, indien wordt toegelaten, dat de daaruit berekende bandjir éénmaal 's jaars of éénmaal in een zeker aantal jaren wordt overschreden.

Zoo zou men uit die tabel kunnen afleiden, dat een regenval van 150 m. M. d. i. 75% van het maximum in 24 uren, in de 29 jaren 8 malen is overschreden, een regenval van 100 m. M. d. i. 50% van het maximum 17 malen. Deze getallen zijn echter niet geheel juist, omdat, aangezien er voor elk jaar slechts één regenval is opgegeven, er zware regens kunnen zijn voorgekomen, die niet zijn vermeld.

Het raadplegen van de volledige uur-waarnemingen leerde, dat van het aan te nemen maximum van 200 m. M. in de 29 jaren werd overschreden:

een	bedrag	van	95%	3	malen
„	„	„	85%	6	„
„	„	„	75%	8	„
„	„	„	65%	12	„
„	„	„	55%	25	„
„	„	„	45%	38	„

Door grafische interpolatie werd afgeleid, dat werd overschreden:

een	bedrag	van	97%	1.9	malen
„	„	„	95%	2.4	„
„	„	„	93%	2.9	„
„	„	„	91%	3.6	„
„	„	„	88%	4.8	„
„	„	„	84%	5.8	„
„	„	„	79%	7.2	„
„	„	„	72%	9.7	„
„	„	„	63%	14.5	„
„	„	„	48%	29	„

De in de laatste kolom voorkomende getallen komen overeen met ééne overschrijding in de 15, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3 en 2 jaren en éénmaal 's jaars.

Voor den regenval van 90 m.M. in één uur werd gevonden, dat gedurende de 29 jaren werd overschreden:

een	bedrag	van	95%	$1^1/_6$	malen
„	„	„	85%	$1^1/_6$	„
„	„	„	75%	$3^1/_3$	„
„	„	„	65%	17	„
„	„	„	55%	$28^1/_6$	„
„	„	„	45%	$64^2/_8$	„

De breuken zijn een gevolg daarvan, dat het aantal tot Ult 1875 voorgekomen overschrijdingen met 1/6 is vermeerderd, omdat tot dien datum des Zondags geen uurwaarnemingen zijn verricht.

Voorts zijn de opgegeven getallen *te laag*, omdat zij zijn afgeleid uit de *uur*-waarnemingen en de verschuiving der uurgrenzen het aantal overschrijdingen iets zou hebben verhoogd.

Door grafische interpolatie is uit de vermelde getallen afgeleid, dat werd overschreden:

een	bedrag	van	85%	1.9	malen
„	„	„	82%	2.4	„
„	„	„	79%	2.9	„
„	„	„	77%	3.6	„
„	„	„	75%	4.8	„
„	„	„	73%	5.8	„
„	„	„	71%	7.2	„
„	„	„	69%	9.7	„
„	„	„	66%	14.5	„
„	„	„	55%	29	„

Vat men de twee reeksen van uitkomsten te zamen en neemt men daarbij in aanmerking, dat de eerste reeks uitkomsten, (maatgevend voor groote terreinen) te ongunstig is, omdat een hevige plaatselijke regen niet altijd samengaat met een grooten regenval over een uitgestrekt terrein en dat de tweede reeks uitkomsten om de reeds

vermelde reden te gunstig is, dan mag men de gemiddelden der beide reeksen als ongeveer juist aanmerken.

Dan komt men na eenige afronding tot het resultaat, dat van den maximum regenval wordt overschreden:

een bedrag	van	90%	éénmaal	in	de	14	jaren
„	„	„ 85%	„	„	„	9	„
„	„	„ 80%	„	„	„	5	„
„	„	„ 75%	„	„	„	4	„
„	„	„ 70%	„	„	„	3	„
„	„	„ 65%	„	„	„	2	„
„	„	„ 50%	„	's jaars.			

Het zal in menig geval aanbeveling verdienen met deze uitkomsten rekening te houden. Kan bijv. worden toegelaten, dat een terrein door de onvoldoende afmetingen van een duiker éénmaal in de 4 jaren onder water wordt gezet, dan kan het vermogen van den duiker tot 75% worden teruggebracht. Wordt zulk een overstrooming éénmaal 's jaars geoorloofd geacht, dan kan de reductie zelfs 50% bedragen.

§ 4. Regenval op een terrein van willekeurige grootte gedurende verschillende tijdvakken.

Bij de beschouwingen over de hoeveelheid regen, die in tijdvakken kleiner dan 24 uren op terreinen van verschillende uitgestrektheid kan vallen, zal weder ten deele van den regenval te *Batavia* worden uitgegaan.

Voor plaatsen, waar het maximum in 24 uren hooger of lager is dan 200 m.M. zullen de te verkrijgen uitkomsten in verband met de beschouwingen in de voorgaande paragraaf eene evenredige vermeerdering of vermindering moeten ondergaan.

Voor de geheel juiste bepaling van de cijfers, welke in deze § verkregen moeten worden, zou het noodig zijn te beschikken over de uitkomsten van langdurige waarnemingen gelijktijdig met tal van zelfregistreerende regenmeters verricht. Deze waarnemingen ontbreken. Uitgaande van enkele feiten zullen de te leveren cijfers met behulp van eenige veronderstellingen door redeneering moeten worden afgeleid.

Men meene evenwel niet, dat dit gebrek niet eigen zou zijn aan de cijfers van *Lauterburg*.

Alle door hem voor het eerste geval gevonden waarden zijn afgeleid uit de formule $\gamma_1 = \frac{32}{31 + F.}$, en berusten dus, zooals blijkt uit de „Waterbouwkunde" uitsluitend op deze twee gegevens:

de maximum-regenval op een terrein van 1 K. M.^{2} bedraagt 2,1 m.M. per minuut.

die op een terrein van 25 K.M.^{2} 1,2 m. M. per minuut.

Zijn nu deze gegevens als wel bewezen feiten te beschouwen?

Ware dit zoo, dan zou A. Frühling (de bewerker van de hoofdstukken waterleidingen enz. van de „Wasserbau" van *Franszius & Sonne*) in zijn later te bespreken verhandeling daar wel melding van hebben gemaakt en zijne beschouwingen niet uitsluitend hebben gegrond op later verrichte waarnemingen.

Het reeds aangehaalde artikel van *Lauterburg* in de „Allgemeine Bauzeitung" van 1887 raadplegende, vindt men in al. 25 slechts vermeld, dat: „solche Niederschläge (waarmede bedoeld zijn regens van 1.2 m.M. per minuut) sich indessen wohl selten verbreiten über Landflächen von mehr als einer Quadratstunde oder höchstens 25 K. M^2," verder dat: „bereits einmal in momentaner Schlagregen von 2.1 m. M. per Minute sich eingestellt hat."

Uit al. 26 zou men afleiden, dat voor dien sterksten waargenomen regenval van 2 1 m.M. per minuut geheel willekeurig een uitgestrektheid van 1 K.M.^{2} is aangenomen.

Met behulp van de in § 2 ontwikkelde formule kan voor een terrein van willekeurige grootte de maximumregenval per etmaal berekend worden. Het komt er dus nu op aan de meest ongunstige wijze vast te stellen, waarop die regenval voor elk terrein over de 24 uren verdeeld kan zijn.

Voor een enkel station dus voor een terrein van zeer geringe uitgestrektheid, is die verdeeling in § 3 bekend gesteld.

Het is niet twijfelachtig, dat die verdeeling bij het grooter worden van het terrein minder ongelijkmatig zal worden, maar het is m.i. eveneens zeker, dat zelfs bij een uitermate groot terrein de verdeeling niet geheel gelijkmatig zal zijn. Ik neem aan, dat zij bij het grooter worden van het terrein meer en meer nadert tot die, welke voor één station als de normale is te beschouwen. Die normale verdeeling wordt gevonden door na te gaan, hoe op een bepaald station gedurende een lange reeks van waarnemingen de gemiddelde verdeeling van den regen over het etmaal is geweest.

Voor *Batavia* vindt men daaromtrent gegevens op bladzijde 249 van deel XIII van het jaarboek van het meteorologisch observatorium. Daaruit blijkt, dat die verdeeling niet in alle maanden des jaars dezelfde is

Bijzonder ongelijkmatig is zij in Juli (welke maand om gemakkelijk te vermoeden redenen buiten beschouwing is gelaten) en in October en November.

Uit de verdeeling in laatstgenoemde maand is afgeleid hoeveel percenten van de hoeveelheid in 24 uren er gemiddeld vallen in 1 uur, in 2 uren enz. tot 23 uren toe.

De verkregen uitkomsten zijn grafisch weergegeven door de onderste lijn in fig. 2 van Plaat VI, die dus aanwijst hoe de regenval op een oneindig groot terrein op de meest ongelijkmatige wijze over het etmaal is verdeeld.

Daaruit wordt bijv. afgeleid, dat de grootste hoeveelheid, die in 30 minuten kan vallen, ongeveer 6% is van het maximum in 24 uren.

De bovenste lijn in dezelfde figuur geeft de verdeeling aan voor een terrein van de oppervlakte nul en komt geheel overeen met de lijn in fig. 1 van dezelfde plaat.

De lijnen voor terreinen van willekeurige grootte zullen tusschen de gevonden grenslijnen gelegen zijn en allen gaan door de snijpunten dier grenslijnen. Het zal blijken, dat van elk dier tusschen gelegen lijnen nog één punt kan worden aangewezen.

Het reeds aangehaalde artikel van A. FRÜHLING in „der Civil Ingenieur" van 1894, afl. 6 en 7 handelt over de bepaling van den maximum-afvoer van stadsriolen. De schrijver deelt daarin mede, dat op grond van hoofdzakelijk te *Breslau* verrichte waarnemingen moet worden aangenomen, dat een regenval van 177 s.l. h.a. (177 liters per sec. per Hectare) op ongeveer 3 K.M. afstand van het centrum tot de helft der vermelde intensiteit verminderd is

Uit de door hem gegeven figuur is af te leiden, dat een regenval van 177 s.l. h.a. hoogstens 25 minuten kan aanhouden, doch bij de samenstelling dier figuur zijn enkele buitengewoon langdurige buien weggelaten en in verband met hetgeen over den regenval te *Berlijn* wordt meegedeeld mag de max. duur van zulk een regenval op 30 minuten worden gesteld.

Dit resultaat wordt nu bij gebrek aan betere gegevens ook voor *Indië* geldig verklaard, met dien verstande, dat òf de intensiteit van 177 s.l.h.a. = 1.06 m.M. per minuut, òf de duur van 30 mim. gewijzigd moet worden. Een regenval van 1.06 m.M. per minuut kan namelijk, zooals uit fig. 1 Plaat VI — waaruit blijkt, dat in 2 uren 129 m.M. regen kan vallen —, is af te leiden, te Batavia 2 uren aanhouden, terwijl een regenbui van 30 minuten daar een intensiteit van 60 : 30 = 2.0 m.M. per minuut kan hebben.

Aangezien n. h. v. in de eerste plaats de duur en de uitgestrektheid der buien met elkander zullen samenhangen, schijnt het rationeel den duur van 30 minuten aan te houden en de intensiteit te wijzigen.

Er wordt dus aangenomen, dat de intensiteit van een regenbui van 2 m.M. per minuut, welke 30 minuten kan aanhouden, over 3 K.M. afstand tot 1 m.M. vermindert.

De intensiteit op tusschen gelegen punten is niet bekend. FRÜHLING voorziet in deze leemte door aan te nemen, dat de intensiteit zou afnemen volgens een parabool, zooals in figuur 3 Plaat VI door een stippellijn is voorgesteld.

Het komt mij voor, dat er tegen zulk een aanname wel wat is aan te voeren. Vooreerst zou de intensiteit van den regen, naarmate men het centrum van de but nadert, in steeds klimmende mate toenemen, om daarna geheel plotseling weder zeer snel af te nemen.

Waarschijnlijker is het, dunkt mij, dat de toename, als men het centrum zeer nabij komt steeds langzamer gaat, zoodat de intensiteit over een kleine oppervlakte constant is. In dat geval zal de kromme lijn, waar zij de Y-as ontmoet, geen vertikale maar een horizontale raaklijn moeten hebben.

Voorts zou de parabool voor x = 12 K.M. de X-as snijden, hetgeen wil zeggen, dat de regen zich niet verder dan tot 12 K.M. van het centrum zou kunnen uitstrekken. Dit komt niet waarschijnlijk voor; de kromme lijn zal steeds boven de X-as moeten blijven en daartoe zelfs niet asymptotisch naderen. Immers in § 2 is betoogd, dat de regenval in 24 uren op een oneindig groot terrein kan bedragen 12% van dien op één station, dus $0.12 \times 200 = 24$ m.M. De regenval in 30 minuten op dat terrein kan bedragen 6% van 24 m.M. = 1.44 m.M. Voor het gemak der berekening wordt nu aangenomen, dat de intensiteit van den regen op oneindig grooten afstand van het centrum bedraagt 1 m.M. per half uur; een kleine wijziging in dit cijfer is van weinig invloed. De kromme lijn moet dus voldoen aan de voorwaarden, dat zij gaat door A en daar een horizontale raaklijn heeft, dat zij gaat door B en dat zij asymptotisch raakt aan de horizontale lijn op 1 m.M. afstand boven de X-as getrokken.

Aan deze eischen wordt voldaan door de lijn, die in de figuur *getrokken* is aangegeven en tot vergelijking heeft:

$$y = 1 + \frac{59}{\sqrt{1 + 0.35\,x^2}} \quad (1)$$

De hoeveelheid regen, die in 30 minuten kan vallen op het terrein, waarvan de straal is x, is gelijk aan den inhoud van het omwentelingslichaam, hetwelk verkregen wordt door de figuur om de Y-as te laten draaien.

Voor dien inhoud wordt door integratie gevonden:

$$I = \pi\left(x^2 + \frac{2360}{7}\sqrt{1 + 0.35\,x^2} - \frac{2360}{7}\right)$$

De gemiddelde hoogte van den regenval op het terrein waarvan de oppervlakte is $\pi\,x^2$, is derhalve:

$$h_m = 1 + \frac{337.1}{x^2}\left(\sqrt{1 + 0.35\,x^2} - 1\right)$$

of na invoering van de oppervlakte van het terrein $F = \pi\,x^2$:

$$h_m = 1 + \frac{337.1\,\pi}{F.}\left(\sqrt{1 + \frac{0.35}{\pi}\,F} - 1\right) =$$

$$1 + \frac{1059}{F.}\left(\sqrt{1 + 0.1115\,F} - 1\right).$$

De uit deze formule voor terreinen van verschillende grootten voortvloeiende waarden zijn in fig. 2 Plaat V voorgesteld.

(1) De bedoelde lijn heeft groote overeenkomst met een *conchoïde*, maar de punten, die hierbij verkregen zouden worden door op de door een vast punt der Y-as getrokken snijlijnen ter weerszijden van het snijpunt met de X-as een constanten afstand uit te zetten, zijn geprojecteerd geworden op de door dat snijpunt gaande loodlijn. Door deze wijziging is de formule der kromme veel vereenvoudigd.

De aldus gevonden regenval gedurende korten tijd op een groot terrein is zeker niet geheel juist, want al neemt de regenval van uit het centrum binnen zekere grenzen werkelijk volgens de aangenomen wet af, er kan zich elders tegelijkertijd een ander centrum van regenval bevinden. Doch bij de berekening van den afvoer komen, zooals laten zal blijken, regenvallen gedurende korten tijd op uitgestrekte terreinen niet in aanmerking. De gemaakte opmerking verliest daardoor in gewicht.

Deelt men de gevonden hoogten door 60, dan bekomt men de waarde van den reductie-coefficient, waarmede de regenval in het centrum vermenigvuldigd moet worden om dien op het geheele terrein te vinden.

Voor dezen coefficient gaf *Lauterburg*, zooals reeds is opgemerkt, de waarde

$$\gamma_1 = \frac{32}{31 + F.}$$

welke voor terreinen kleiner dan 5 K.M². grooter, voor grootere terreinen kleiner is dan die, welke uit de nieuwe formule voortvloeit. Voor groote terreinen is het verschil zeer aanzienlijk zoo vindt men:

voor F = 20	K.M².	γ = 0.63	en 0.72
F = 75	„	γ = 0.29	„ 0.50
F = 300	„	γ = 0.10	„ 0.30
F = 1000	„	γ = 0.03	„ 0.19

Hieruit volgt evenwel nog niet, dat door mij ten slotte voor afvoeren van groote terreinen hooger waarden zullen worden gevonden dan *Lauterburg* aangeeft, want zooals in § 5 blijkt, wordt bij zulke terreinen de afvoer tengevolge van den korten duur van den regen sterk verminderd.

Men zou nu de figuren 1 en 2 van Plaat V dadelijk in ééne teekening kunnen samenvatten, waarin dan zouden voorkomen 2 lijnen aangevende voor terreinen van allerlei grootten den regenval in 30 minuten en in 24 uren.

Voor tusschengelegen tijdruimten zouden tusschen de 2 bedoelde lijnen andere moeten worden geinterpoleerd.

Van elk der tusschengelegen lijnen. d.w.z. van de lijnen voor tijdvakken grooter dan 30 minuten en kleiner dan 24 uren, is bekend het eindpunt links (omdat door figuur 1 Plaat VI de regenval op één station in elk tijdvak gegeven is) en de horizontale lijn, waaraan de kromme asymptotisch moet raken, (omdat uit fig. 2 Plaat VI de regenval op een oneindig groot terrein in elk tijdvak kan worden afgeleid).

Het is evenwel niet recht duidelijk hoe uitgaande van deze gegevens de lijnen op eenvoudige en logische wijze zouden kunnen worden getrokken; daarom wordt nu teruggekeerd tot figuur 2 Plaat VI.

In 24 uren kan volgens figuur 1 Plaat V op een terrein van 50 K.M.² vallen 0.95 × 200 = 190 m.M. regen en in 30 minuten volgens figuur 2 dier plaat 35.2 m.M. d.i. 18% van de hoeveelheid in 24 uren.

De lijn voor F = 50 K.M². gaat dus in figuur 2 Plaat VI voor t = 30 minuten door het punt P, waarvan de ordinaat is 18. Eveneens is voor F = 300 K.M². de regenval in 24 uren 161 m.M., die in 30 minuten 18.2 m.M. d.i. 11.3% van 161 m.M.; waardoor in dezelfde figuur gevonden wordt het punt Q, waarvan de ordinaat is 11.3. Op gelijke wijze vindt men voor F = 10 K.M². het punt R, waarvan de ordinaat is 24.8. Aldus kan men voor elke waarde van F in de figuur een punt vinden liggende op de loodlijn door P, Q en R.

Al deze punten zullen liggen tusschen de grenzen 6 en 30 en verdeelen het tusschen deze grenzen gelegen gedeelte der loodlijn in een zekere verhouding; het punt P deelt dat stuk juist midden door. Nu wordt aangenomen, dat alle tusschen de grenslijnen F = 0 en F ∞ bevatte loodlijnen evenredig met die voor t = 30 minuten moeten worden verdeeld.

De lijn voor F = 50 zal dus in alle vertikalen juist midden tusschen de grenslijnen moeten liggen en op deze wijze is het mogelijk in figuur 2 Plaat VI voor elke waarde van F de kromme lijn te trekken. In die figuur zijn de krommen voor F = 10, F = 50 en F = 300 K.M². met stippellijnen weergegeven.

Of de veronderstelling met behulp waarvan deze lijnen, de punten P. Q en R gegeven zijnde, getrokken zijn, juist is, zal door het ontbreken van waarnemingen wel nimmer kunnen worden geconstateerd.

Maar het komt voor, dat de afwijking van de werkelijkheid niet anders dan gering kan zijn, zoodat de daardoor ontstane fout in de eind-uitkomsten niet van veel beteekenis kan wezen.

Zoodra in figuur 2 Plaat VI alle verlangde F-lijnen getrokken zijn, kan daarmede binnen de aangenomen grenzen de grootste regenval op elk terrein en gedurende elk tijdvak worden berekend.

Wenscht men bijv. te weten hoeveel regen er in 4 uren vallen kan op een terrein van 300 K.M²., dan ontleent men aan figuur 2 Plaat VI, dat die hoeveelheid bedraagt 51.8% van het maximum in 24 uren. Dit laatste bedraagt volgens figuur 1 Plaat V 80.5% van 200 m.M. d.i. 161 m.M. De gevraagde hoeveelheid is dus 0.518 × 161 m.M. = 83 m.M.

Deze berekening is tamelijk omslachtig en eene geheel volledige teekening volgens figuur 2 Plaat VI mag daarom niet als een praktisch bruikbaar eindresultaat worden beschouwd. Het is noodig eene grafische voorstelling te geven, waaruit de grootste regenval op eenig terrein en gedurende eenig tijdvak direct kan worden afgelezen en het is doelmatig dien regenval daarbij niet uit te drukken in een aantal m.M. totale regenhoogte, maar in het aantal kub. M. water, hetwelk per sec. en per K.M². kan vallen.

Zooeven werd voor de regenhoogte in 4 uren gevonden 83 m.M., dus voor de totale hoeveelheid regen per K.M². 0.083 × 1.000.000 = 83.000 M³, dus per secunde 83000 : 14400 = 5.8 M³.

Op deze wijze zijn de gegevens verkregen gebezigd voor de samenstelling van Plaat VII, welke geene verdere toelichting behoeft.

In deze figuur is als grootste oppervlakte aangenomen 10000 en niet 5000 K.M². De reden hiervan is, dat al wenscht men, gelijk ik mij van den beginne af aan heb voorgesteld, den grootsten afvoer te berekenen van stroomgebieden van niet meer dan 5000 K.M². oppervlakte, men toch, zooals naderhand zal blijken, den grootsten regenval moet kennen op terreinen van grootere uitgestrektheid. De lijn van figuur 1 Plaat V is dus op eene niet overgelegde teekening verlengd geworden tot voor een terrein van 10000 K.M².

Verder is op Plaat VII de grootste regenval aangegeven gedurende perioden niet slechts tot 24 maar tot 48 uren.

Daartoe is de lijn F = 0 voorbij het punt T = 24 uren doorgetrokken geworden op zulk een wijze, dat het verlengde voldoet aan de volgende voorwaarden: het moet voor T = 24 uren dezelfde raaklijn hebben als het reeds tevoren in teekening gebracht gedeelte, het moet gaan door het punt waarvan de abscis is T = 48 uren en de ordinaat $\frac{0.225 \times 1000000}{2 \times 24 \times 3600} = 1.3$ M³, (aangezien de grootste regenval in 48 uren 225 m.M. bedraagt), het moet asymptotisch raken aan de nullijn. Deze laatste voorwaarde mag bij benadering worden ingevoerd, omdat gedurende een oneindig langen tijd de regenval per etmaal ongeveer bedraagt 5 m.M. (de jaarlijksche regenval te *Batavia* is ongeveer 1.8 M.), hetgeen overeenkomt met een hoeveelheid per K.M². en per sec. die in de figuur door een ordinaat van slechts ongeveer $^1/_2$ m.M. lengte wordt voorgesteld. De getrokken lijn voldoet aan alle deze eischen. Was de regenval voor 25 tot 47 uren berekend geworden, hetgeen ter besparing van arbeid is nagelaten, dan zou men ongetwijfeld gekomen zijn tot een lijn, die slechts uiterst weinig van de in teekening gebrachte zou hebben hebben afgeweken.

De verdere F-lijnen raken asymptotisch aan dezelfde horizontale lijn als de lijn F = 0, omdat gedurende een oneindig langen tijd de maximum-regenval voor terreinen van verschillende grootten dezelfde is. Van elk dezer lijnen zou nog één punt bepaald kunnen zijn door uit de waarnemingen in *Zuid-Bagelen* ook den maximum-regenval in 48 uren te bepalen voor terreinen van verschillende grootten. Deze zeer omvangrijke arbeid is achterwege gelaten, omdat uit de figuur zelve met vrij groote juistheid kan worden afgeleid welke uitkomsten zouden zijn verkregen. Er is eenvoudig aangenomen dat alle ordinaten van af T = 24 tot T = 48 uren door de F-lijnen evenredig worden verdeeld.

De grootste regenval, die in een zeker aantal uren op een terrein van zekere grootte kan voorkomen, is nu bekend. De vraag is nu of men de verkregen uitkomst direct mag toepassen om den grootsten regenval op een gegeven stroomgebied van vaak onregelmatige gedaante te vinden. Een bevestigend antwoord op deze vraag sluit in, dat wordt aangenomen, dat de grenzen van het terrein, waarop een zekere regenval in maximum kan voorkomen, volkomen samenvallen met de grenzen van het stroomgebied. Immers de verkregen uitkomsten geven ook de uiterste grootte aan van het terrein, waarover een zekere regenval zich kan uitstrekken; op elken buiten dat terrein gelegen vierk. K.M. moet de regenval kleiner zijn.

Met het oog op de toevalligheid van zulk een volkomen samenvallen stelt de Inspecteur der Oostenrijksche staatsspoorwegen CARL PASCHER in zijne reeds in de inleiding van dit opstel vermelde verhandeling in het „Zeitschrift „des oesterreichischen Ingenieur und Architecten Vereins" jaargang 1892, bl. 321 voor ter bepaling van den grootsten regenval per K.M². de grootte van het stroomgebied te vermenigvuldigen met 1.5.

De grootste regenval gedurende 1 uur op een stroomgebied van 50 K.M². zou dan zie de grafische voorstelling) niet bedragen 14.9 M³, maar slechts 13.3 M³ per K.M². en per secunde. Een dergelijke reductie, die zooals reeds gebleken is, volstrekt niet overeenkomt met een vermindering van den regenval in reden 3 tot 2, komt in beginsel juist voor, maar de coefficient $n = 1.5$ schijnt geheel willekeurig gekozen te zijn en het is niet rationeel voor dien coefficient een constante waarde aan te nemen. Immers het ligt voor de hand, dat de waarde van n bij een nagenoeg cirkelvormig stroomgebied kleiner zal zijn dan bij een van lang uitgerekte gedaante.

De ingenieur MENSINGA heeft volgens de reeds vermelde nota voor verschillende stroomgebieden de waarde van n voor den regenval in 24 uren bepaald. Hij paste daartoe de op een buitengewoon regenrijken dag verkregen lijnen van gelijken hevigen regenval op de meest ongunstige wijze in elk stroomgebied in; berekende planimetrisch de hoeveelheid regen q, die per sec. gemiddeld op dat stroomgebied zou zijn gevallen, indien die inpassing werkelijk mocht zijn ingetreden en bepaalde daarna door middel van de gevonden waarden van γ de grootte van het terrein, waarop die regenval q bij mogelijkheid kan voorkomen. De verhouding tusschen die grootte en de oppervlakte van het stroomgebied is n.

Deze methode kan alleen worden toegepast, indien men uitgebreide regenwaarnemingen tot zijne beschikking heeft; het komt daarom gewenscht voor haar te vervangen door eene, die meer algemeen, zij het ook minder nauwkeurig is.

Beschouwt men de door den ingenieur MENSINGA getrokken lijnen van gelijken, hevigen regenval dan blijkt, dat zij in den regel een nagenoeg cirkelvormige of elliptische gedaante hebben en dat in het laatste geval de groote as zelden meer dan anderhalf maal de lengte van de kleine as heeft. Een enkele maal is de vorm van het regengebied nog meer uitgerekt, maar wilde men zulk een regen als maatgevend voor een stroomgebied van dezelfde gedaante beschouwen, dan zou men moeten aannemen,

dat niet alleen de centra van het regengebiel en het stroomgebied samenvallen, maar hunne assen nagenoeg volmaakt dezelfde richting hebben. Dit geval onderstelt zulk een toevallig samentreffen van ongunstige omstandigheden, dat daarmede geen rekening zal worden gehouden.

Er wordt nog aangeteekend, dat in het door den ingënieur Mensinga beschouwde terrein de loop der lijnen van gelijken regenval niet bleek duidelijk geïnfluenceerd te zijn door den loop der waterscheidingen.

Er wordt verder aangenomen, dat de meegedeelde beschouwingen, die feitelijk alleen betrekking hebben op de lijnen van gelijken regenval in 24 uren, ook toepasselijk zijn op regens van korten duur.

Derhalve wordt aangenomen, dat de oppervlakte, die geacht moet worden maatgevend te zijn voor den regenval per K.M². van eenig stroomgebied, verkregen wordt door om dat stroomgebied een ellips te teekenen, die daarmede zoo na mogelijk aansluit, maar waarvan de groote as niet grooter is dan hoogstens 1.5 maal de kleine as. Enkele uitspringende hoeken van het stroomgebied, die zonder deszelfs oppervlakte merkbaar te vergrooten de afmetingen van den ellips belangrijk doen toenemen, kunnen hierbij worden weggelaten.

De figuren 4 en 5 op Plaat VI geven 2 voorbeelden van de hier ontwikkelde rekenwijze. Het eerste heeft betrekking op een stroomgebied van zeer compacte gedaante, dat van de *Tjimanok* op een punt op eenigen afstand beneden *Garoet;* het tweede daarentegen op een zeer lang uitgerekt stroomgebied, dat van de *Angkeh*-rivier.

De oppervlakte der twee stroomgebieden is 861 en 271 K.M², die der omgeschreven ellipsen 1098 en 1212 K.M², De waarde van n is dus voor die twee gevallen 1.28 en 4.47.

In sommige gevallen is het mogelijk de oppervlakte der omsluitende figuur te verkleinen door haar te doen bestaan niet uit eene ellips, maar uit 2 halve ellipsen met een gemeenschappelijke as aan elkander sluitende, weder onder de voorwaarde, dat de groote as der aldus gevormde figuur niet grooter is dan $1^1/_2$ maal de kleine as. Een voorbeeld hiervan levert het stroomgebied der *Wien*-rivier (Plaat VI fig. 6) waarbij op die wijze $n = 1.44$ wordt, terwijl men zich houdende aan de elliptische gedaante zou hebben gevonden $n = 1.68$. Het komt gewenscht voor in zulk een geval de lagere waarde van n aan te nemen, omdat de figuren door de lijnen van gelijken regenval ingesloten meermalen aan eene zijde meer afgeplat zijn dan aan de andere.

§ 5. Berekening van den afvoer.

Van de hoeveelheid regen q, die volgens de voorgaande paragraaf per K.M². en per sec. op een stroomgebied van F K.M². oppervlakte kan vallen komt slechts een gedeelte tot dadelijken afvoer.

Dit gedeelte bedraagt voor het geheele stroomgebied:

$$Q = \varkappa . q . F.$$

Het overige verdampt of zakt in den bodem en komt eerst veel later en op zekeren afstand-misschien wel buiten de grenzen van het stroomgebied — weder te voorschijn.

Voor de waarde van den coefficient $\varkappa$, die afhankelijk is van de helling, de begroeiing en de geaardheid van den bodem wordt bij toepassing van de formule van *Lauterburg* in *Indië* veelal aangenomen 0.41, 0.52 of 0.62; meestal de gemiddelde waarde 0.52.

Er zijn geen gegevens beschikbaar, die vrijheid zouden geven om van dezen eenmaal aangenomen regel af te wijken.

Alleen wordt hier aangeteekend, dat de bepaling van de waarde van dezen coefficient na de reeds aangehaalde voordracht van C. Pascher, vermeld in het Z. d. O. I. u. A. V. tot eene discussie aanleiding heeft gegeven.

De meening werd daarbij geuit, dat die waarde bij zeer zware regens tot 1.0 zou kunnen naderen.

Volgens Pascher spreekt de ervaring dit tegen en zou deze hebben geleerd, dat zelfs dan de waarde $\varkappa = 0.60$ nog meestal te hoog, nimmer te laag is, behalve soms bij stroomgebieden, kleiner dan 40 K.M², in welk geval een waarde 0.70 toch nog steeds voldoende is.

De grootste afvoer, die aan den wortel van het stroomgebied voorkomt, is niet steeds $Q = \varkappa\ q\ F$.

Immers het is duidelijk, dat indien op een groot stroomgebied een hevige regen valt, waarvan de duur, zooals is gebleken korter is, naarmate de intensiteit grooter is, de regen zal zijn opgehouden, lang voordat het van de meest verwijderde deelen van het stroomgebied afgevoerde water aan den wortel van het gebied is aangekomen.

Niet alle deelen van het stroomgebied werken dan gelijktijdig tot den afvoer aan den wortel mede. Stel den duur van den regen $= t$ en den tijd, dien het water noodig heeft om het stroomgebied in zijn volle lengte te doorloopen, $= T$, dan is Q slechts dan gelijk $\varkappa\ q\ F$, indien t gelijk aan of grooter dan T is.

Is t kleiner dan T, dan is volgens eene door den ingenieur P. Klunzinger opgestelde theorie (uiteengezet in de „Bevloeiingen" van den ingenieur J. E. de Meijier bl. 78)

$$\text{max. } Q = \varkappa\ q\ F \left(\frac{3\ t}{2\ T} - \frac{t^3}{2\ T^3}\right).$$

De coefficient $\frac{3\ t}{2\ T} - \frac{t^3}{2\ T^3}$ zal verder ter bekorting worden aangeduid door de letter k. Zijne grootte voor verschillende waarden van $\frac{t}{T}$ volgt uit onderstaand tafeltje:

$\frac{t}{T}$	k
1.00	1.000
0.96	0.998
0.92	0.991
0.88	0.979
0.84	0.964
0.80	0.944
0.76	0.920
0.72	0.893
0.68	0.863
0.64	0.829
0.60	0.792
0.56	0.752
0.52	0.710

Hierbij wordt aangeteekend, dat in de formule van KLUNZINGER de coefficient $\mathcal{L}$ niet voorkomt, omdat werd[3] aangenomen, dat het vooraf zoo lang zou hebben geregend, dat een nagenoeg volkomen verzadiging van den bodem is ingetreden.

De formule van KLUNZINGER is gegrond op eenige bij de *Wien*-rivier geconstateerde feiten, welke samenhangen met de gedaante van het stroomgebied. Zij zou dus voor andere stroomgebieden misschien eenige wijziging moeten ondergaan maar het komt voor, dat het slechts tot veel arbeid maar niet tot een veel meer vertrouwbaar resultaat zou leiden, indien men voor elk bepaald stroomgebied van welks eigenaardigheden men in *Indië* gewoonlijk maar zeer weinig afweet, de formule trachtte te wijzigen.

In een in 1894 verschenen werk getiteld „Project der „K. K. Oesterr. Regierung für die Regulirung der „*March*, von WEBER VON EBENHOF" wordt de formule van KLUNZINGER ook toegepast en daar genoemd „*wohl „begründet und praktisch erprobt*".

Die formule zal dus ongewijzigd worden aangehouden.

Voorloopig blijft zij evenwel buiten toepassing en zullen alleen regens worden beschouwd, waarvan de duur gelijk is aan T. Ook dan is de vaststelling van dien tijd T van het grootste gewicht, daar bijv. bij een terrein van 50 K.M². de grootste regenval afwisselt tusschen 23.1 en 1.2 M³, indien t varieert van 15 minuten tot 48 uren.

Er kan natuurlijk niet aan worden gedacht daartoe in elk bijzonder geval waarnemingen te doen; men zal moeten afgaan op elders verkregen resultaten, welke, voor zoover mij bekend is, alleen met betrekking tot de *Wien*-rivier gepubliceerd zijn.

Naar uitkomsten van in *Indië* verrichte waarnemingen behoeft in elk geval niet te worden omgezien, daar aangaande het juiste tijdstip van den aanvang en aangaande den juisten duur van den regen gewoonlijk maar zeer weinig bekend is. Bij het raadplegen van de reeds vermelde publicaties stuit men op een groote moeilijkheid.

KLUNZINGER stelt den tijd T voor de *Wien*-rivier op 4 uren.

PASCHER geeft daarvoor 10 uren.

Van waar dit enorme onderscheid? De verklaring is te zoeken in het volgende:

KLUNZINGER heeft nagegaan welke in verschillende vakken der rivier de snelheid is bij den hoogsten mogelijken waterstand en daaruit berekend welken tijd een waterdeeltje onder die omstandigheden noodig heeft om de geheele lengte van het rivierbed te doorloopen.

De bedoelde snelheid treedt echter niet dadelijk in; zoolang de waterstand niet nagenoeg hare grootste hoogte heeft bereikt, is zij kleiner en wordt een hoeveelheid water teruggehouden tot vulling van het rivierbed en van als reservoirs dienende terrein-oneffenheden.

Dientengevolge verloopt er bij de *Wien*-rivier tusschen het oogenblik, waarop de regen begint en dat, waarop de rivier haren hoogsten stand bereikt, een tijdvak veel langer dan 4 uren.

PASCHER heeft den duur van dat tijdvak uit waarnemingen afgeleid en daarvoor gevonden 10 uren. Dit cijfer, en niet dat van KLUNZINGER, moet n.h.v. worden aangehouden.

Hoe groot zal nu die duur zijn bij een andere rivier? Ten einde te trachten deze vraag te beantwoorden moet worden nagegaan waarvan de bedoelde tijd afhangt.

De T van KLUNZINGER is natuurlijk omgekeerd evenredig met de grootste snelheid v en het is duidelijk, dat ook de tijd, die voor de vulling van het rivierbed noodig is, kleiner is naarmate de snelheid grooter is. Immers om het ledige rivierbed over een lengte l te vullen tot zulk een hoogte, dat de gemiddelde inhoud van het dwarsprofil I is geworden, moet een hoeveelheid water worden teruggehouden gelijk aan $l \times I$. Dit zal sneller kunnen geschieden, naarmate gemiddeld per sec. meer water wordt aangevoerd, dus naarmate de gemiddelde waarde van $v \times$ I grooter is. De verhouding tusschen deze beide grootheden is, (aannemende, dat de waarde van I bij den hoogsten stand maatgevend is voor de gemiddelde waarde tijdens de vulling) $\frac{l}{v}$ en hoewel deze verhouding niet juist evenredig zal zijn aan den bedoelden tijd, daar deze ook van andere factoren afhangt, wordt dit bij benadering aangenomen. Derhalve wordt verondersteld, dat ook de tijd T, genomen in de beteekenis welke PASCHER daaraan hecht, omgekeerd evenredig is met v en recht evenredig met l.

Nu is in het algemeen:

$$v = c \sqrt{R\, i}.$$

Hierin beschouwen we c als onveranderlijk. In werkelijkheid hangt c af van de geaardheid van het rivierbed, waaromtrent in den regel weinig bijzonderheden bekend zijn en verandert c ook met de grootte van R. Het invoeren dezer afhankelijkheid zou tot onhandelbare formules leiden.

We stellen dus eenvoudig:

$$v^2 = c\ R\ i.$$

Indien alle dwarsprofillen als gelijkvormig worden beschouwd, is R evenredig met $\sqrt{I}$. We stellen dus:

$$v^2 = c.\ i\ \sqrt{I}$$

$$v^4 = c.\ i^2 \times I = c.\ i^2 \times \frac{Q}{v}$$

$$v^5 = c.\ i^2 \times Q = c.\ i^2\ F\ q$$

waarin q de maximum afvoer per K.M². van het F.K.M². groote terrein.

In de voorgaande formules stelt c in het algemeen den constanten factor voor, maar vertegenwoordigt — het behoeft nauwelijks te worden opgemerkt — niet altijd de zelfde waarde.

Strikt genomen zal de tijd, waarin de maximum-vulling wordt bereikt, niet zoozeer afhangen van de snelheid aan het beneden einde van het rivierbed op het oogenblik, dat de bedoelde maximum-vulling is bereikt, als wel van een zekere gemiddelde waarde van v. Daarom zal voor i een gemiddelde waarde worden ingevoerd, maar voor Q is genomen de afvoer op het bedoelde punt en op het bedoelde oogenblik, veronderstellende dat deze waarde van Q als een maat voor den gemiddelden afvoer mag worden beschouwd.

Als i zal niet het gemiddelde verhang over de geheele lengte van het rivierbed worden aangenomen. In het hoogste gedeelte van het lengte-profil is het verhang gewoonlijk onevenredig groot en het komt voor, dat men de waarheid meer nabij zal komen door bij de vaststelling van de maatgevende waarde van i dit hoogste gedeelte buiten rekening te laten.

De bepaling van de waarde van de constante in de formule

$$v = c\ \sqrt[5]{i^2\ F.\ q}$$

kan plaats hebben door het door PASCHER aangehaalde geval der *Wien*-rivier als voorbeeld te nemen.

De tijd T was daar 10 uren en de lengte van het rivierbed 28 K.M. dus $v = \frac{28000}{36000} = 0.778$ M.

Het verval is, indien men het eerste $^1/_{10}$ gedeelte van het rivierbed buiten beschouwing laat, 230 M. over 25.2 K.M, dus $i = 0.0091$.

F. is gelijk 215 en voor q wordt aangenomen de *regenval* per K.M². en per sec. bij een regenintensiteit van 15 m.M. per uur.

Dus is $q = \frac{0.015 \times 1000000}{3600} = 4.17.$

Het is geoorloofd hier den *regenval* in plaats van den *afvoer* te bezigen, indien dit slechts bij de toepassing der formule steeds gedaan wordt; dit sluit alleen in, dat voor den coefficient $\varkappa$ een constante waarde wordt aangenomen.

Men vindt nu $c = 1.31$ en heeft dus: $v = 1.31\ \sqrt[5]{i^2\ F\ q}$.

Deze formule is zonder logarithmen moeilijk te behandelen, omdat tafels van 5de machten slechts in weinige vademecums worden aangetroffen en dan nog alleen betrekking hebben op getallen niet grooter dan 100.

Daarom is een grafische voorstelling samengesteld, (Plaat VI) waaruit indien i en F. $\times$ q gegeven zijn, de waarde van v direct kan worden afgelezen.

Een schijnbaar bezwaar doet zich hierbij voor.

Om op de aangegeven wijze v te bepalen moet q bekend zijn. Maar de bepaling van v heeft juist ten doel T en vervolgens q te berekenen. Het blijkt echter, dat een weing belangrijke verandering in de waarde van q, die voor de bepaling van v wordt aangenomen, slechts een zeer geringen invloed heeft op de waarde, die ten slotte voor q wordt gevonden. Men neemt dus eerst bij schatting een waarde voor q aan (op welke wijze zal later blijken) berekent dan v en vervolgens q en herhaalt daarna de bereking uitgaande van de gevonden waarde van q. Het blijkt nagenoeg altijd onnoodig te zijn nog een derde berekening in te stellen.

Het is bijna overbodig op te merken, dat men bij bovenbedoelde berekeningen voor de bepaling van $T = \frac{l}{v}$ voor l in rekening moet brengen de volle lengte van het rivierbed en niet de met bijv. $^1/_{10}$ verminderde lengte en dat men om, nadat T bekend is, met behulp van de grafische voorstelling Plaat VII de waarde van q te bepalen voor de oppervlakte niet F. maar n F in rekening moet brengen.

Bij deze berekningen is $t = T$ genomen. Er zal nu worden nagegaan of men door voor t een andere waarde aan te nemen niet een grooteren afvoer kan verkrijgen.

De berekening behoeft niet te worden ingesteld voor regens, waarvan de duur grooter is dan T, want k wordt nooit grooter dan 1 en aangezien de intensiteit van den regen kleiner wordt, als de duur toeneemt, zou men dan een kleinere waarde voor q en dus ook voor Q vinden.

De vraag is dus alleen of men door t kleiner dan T te nemen een hoogere waarde voor Q zou kunnen vinden en het is gemakkelijk in te zien, dat het antwoord op deze vraag *altijd* bevestigend moet luiden.

Immers dan is:

$$Q = \varkappa\ q.\ F.\ \left(\frac{3\ t}{2\ T} - \frac{t^3}{2\ T^3}\right).$$

dus:

$$\frac{dQ}{dt} = \varkappa\ F. \left\{\frac{dq}{dt}\left(\frac{3\ t}{2\ T} - \frac{t^3}{2\ T^3}\right) + q\left(\frac{3}{2\ T} - \frac{3\ t^2}{2\ T^3}\right)\right.$$

voor $t = T$, wordt dit:

$$\frac{dQ}{dt} = \varkappa\ F.\ \frac{dq}{dt}.$$

Nu is $\frac{d\,q}{d\,t}$ tengevolge van het verband, dat er bestaat tusschen de intensiteit en den duur van den regen steeds negatief. Dit is dus ook het geval met $\frac{d\,Q}{d\,t}$ indien $t =$ T is. Derhalve zal men door t een weinig kleiner dan T te nemen, altijd een grootere waarde voor Q vinden.

Deze vermeerdering is aan grenzen gebonden; bij een zekere waarde van $\frac{t}{T}$ bereikt zij haar maximum; neemt men $\frac{t}{T}$ nog kleiner, dan neemt $k\,q$ weder af, hetgeen duidelijk is, daar indien $\frac{t}{T}$ tot nul nadert, dit ook het geval is met k, maar q dan niet tegelijkertijd tot oneindig nadert.

Nemen we de *Wien*-rivier weder als voorbeeld.

Daarbij is, gelijk reeds is opgegeven, F = 215 n F = 310 en T = 10 uren. Men vindt hieruit door middel van plaat VII $q = 3.60$.

Voor verschillende waarden van t verkrijgt men de volgende uitkomsten.

t/T	t	q	k	$k\,q$.
1.00	600 min.	3.60	1.000	3.60
0.96	576	3.71	0.998	3.70
0.92	552	3.82	0.991	3.79
0.88	528	3.93	0.979	3.85
0.84	504	4.04	0.964	3.89
0.80	480	4.15	0.944	3.92
0.76	456	4.21	0.920	3.93
0.74	444	4·27	0.907	3.93
0.72	432	4.40	0.893	3.93
0.70	420	4.46	0.878	3.92
0.68	408	4.53	0.863	3.91
0.64	384	4.67	0.829	3.87

De hoogste waarde van $k.\,q.$ wordt dus in dit geval verkregen voor $\frac{t}{T} = 0.74$ en de verhooging bedraagt

$$\frac{3.93 - 3.60}{3.60} \times 100\% = 8.8\%.$$

Het kan verwondering baren, dat voor T = 10 uren hier voor den grootsten regenval per K.M². slechts gevonden is 3 6 M³, dus minder dan het voor eenzelfde stroomgebied in *Europa* aangenomen bedrag van 4.17 M³. Er moet in aanmerking worden genomen, dat PASCHER daarbij voor den regenval zekerheidshalve heeft aangenomen 15 m.M. per uur, hoewel alle ten dienste staande waarnemingen geen hooger maximum dan 12 m.M. aanwezen. De mogelijkheid van een overschrijding van den te berekenen afvoer moet in het bijzonder geval der *Wien*-rivier zoo te zeggen geheel worden uitgesloten.

Was in plaats van 15 aangenomen 12 m.M, dan was het bedrag van 4.17 M³ gedaald tot 3.34 M³, dus minder dan 3.60 M³, welk laatste cijfer voor verschillende streken van *Indië*, waar het dagelijks maximum op meer dan 200 m.M. moet worden gesteld, nog verhoogd moet worden.

Waren alle stroomgebieden gelijkvormig en hadden alle hetzelfde verhang, dan zou steeds bij een bepaalde waarde van T een bepaalde waarde van n F en dus ook een bepaalde waarde van de verhooging, waarvoor zooeven 8.8% gevonden is, behooren.

Dan zou $v = c\,\sqrt[5]{F\,q}$ zijn en l evenredig met $\sqrt{F}$. dus in het algemeen gelijk c $\sqrt{F}$.

Derhalve

$$T = \frac{l}{v} = c\,\frac{\sqrt{F}}{\sqrt[5]{F\,q}} = c\,\sqrt[10]{\frac{F\,3}{q^2}}$$

De waarde van c kan worden bepaald door weder de *Wien* rivier als voorbeeld te nemen en dus te stellen T = 600 (in minuten).

$$F = 215 \text{ en } q = 4.17,$$

Men vindt dan $c = 160$ en dus $T = 160\,\sqrt[10]{\frac{F^3}{q^2}}$

Berekent men hiervan uitgaande voor verschillende waarden van T de percentsgewijze grootste verhooging van $k.\,q$, dan blijkt het dat deze over het algemeen toeneemt met T en tegelijkertijd de waarde van $\frac{t}{T}$, waarbij dat maximum verkregen wordt, kleiner wordt.

Men verkrijgt na afronding door middel eener grafische voorstelling de volgende uitkomsten.

T	max. verhooging van $k\,q$
< 40 minuten	2%
40 — 115 „	3%
115 — 190 „	4%
190 — 270 „	5%
270 — 360 „	6%
360 — 450 „	7%
450 — 540 „	8%
540 — 630 „	9%
630 — 720 „	10%
720 — 810 „	11%
810 — 895 „	12%
895 — 980 „	13%
980 — 1070 „	14%
1070 — 1155 „	15%
1155 — 1240 „	16%
1240 — 1330 „	17%
1330 — 1420 „	18%
1420 — 1510 „	19%
1510 — 1595 „	20%
1595 — 1680 „	21%
1680 — 1770 „	22%
1770 — 1860 „	23%
1860 — 1950 „	24%
1950 — 2035 „	25%
2035 — 2120 „	26%
2120 — 2210 „	27%
2210 — 2295 „	28%
2295 — 2380 „	29%
2380 — 2465 „	30%
2465 — 2550 „	31%
2550 — 2640 „	32%
2640 — 2725 „	33%
2725 — 2815 „	34%

Behoorde bij elke waarde van n F steeds de hier aangenomen waarde van T, dan zou men van de vrij omslachtige toepassing van de formule van KLUNZINGER geheel kunnen afzien en eenvoudig de uit de grafische voorstelling gevonden waarde van q met een zeker aantal

percenten — te bepalen met behulp van het voorgaande tafeltje — hebben te verhoogen.

Daar niet alle stroomgebieden gevormd zijn als dat der *Wien*-rivier, zal men op die wijze veelal eene fout begaan, die evenwel niet belangrijk zal zijn, indien niet de lengte van den rivierloop bijzonder groot of bijzonder klein is met betrekking tot de oppervlakte van het stroomgebied of de waarde van i zeer veel afwijkt van 0.0091.

In aanmerking moet worden genomen, dat bij de vaststelling van tal van faktoren, die op de uitkomst der afvoerberekening van invloed zijn, zooals n, q, l, v en $\mathcal{L}$ eene niet te vermijden onzekerheid bestaat en het daarom onnoodig mag worden genoemd de berekening zelve met angstvallige nauwgezetheid te verrichten.

Daarom zal naar het voorkomt in de meeste gevallen kunnen worden volstaan met de eenvoudige toepassing van het gegeven tafeltje.

Het ligt voor de hand, dat men wenscht te weten of de uitkomsten, waartoe alle voorafgaande uitvoerige beschouwingen ten slotte leiden, hooger of lager zijn dan die, welke door de toepassing der eenvoudige formules van *Lauterburg* worden verkregen.

Een algemeen geldende vergelijking is niet mogelijk, omdat de afvoer nu niet meer, zooals bij *Lauterburg* onafhankelijk is van den vorm en de helling van het stroomgebied.

Daarom moet in dat opzicht een bepaald geval als uitgangspunt worden genomen, waartoe bij gebrek aan andere gegevens weder de *Wien*-rivier gekozen wordt.

De hiervolgende vergelijkende staat heeft dus betrekking op stroomgebieden wat horizontalen, zoowel als wat vertikalen vorm betreft, gelijkvormig met dat der *Wien*-rivier, zoodat de waarde van T eenvoudig bepaald wordt door de formule $T = 160 \sqrt[10]{\frac{F^3}{q^2}}$

F.	n F = 1.44 F.	T = $160 \sqrt[10]{\frac{F^3}{q^2}}$	q.	verhoog. q.	eindwaarde. q.	q. $\mathcal{L}$ $\mathcal{L}$ = 0.52	Id. volgens *Lauterburg*.
0.1	0.14	40	29.6	2%	30.2	15.7	—
0.5	0.72	70	22.45	3%	23.1	12.0	—
1	1.4	90	19.9	3%	20 5	10.7	18.0
5	7.2	150	14.15	4%	14.7	7.6	16.0
10	14	195	11.85	5%	12.4	6.4	14.0
20	29	250	9.0	5%	9.5	4.94	11.4
50	72	360	6.25	6%	6.6	3.43	7.2
75	108	420	5 25	7%	5.6	2.91	5.5
100	144	465	4.75	8%	5.1	2.65	4.45
150	216	540	4.0	8%	4.32	2.25	3.20
200	288	605	3.6	9%	3.91	2.03	2.52
250	360	655	3.3	10%	3.63	1.89	2.00
300	432	705	3.05	10%	3.36	1.75	1.76
350	504	755	2.85	11%	3.16	1.64	1.53
400	576	795	2.65	11%	2.94	1.53	1.35
450	648	835	2.45	12%	2.74	1.42	1.27
500	720	875	2.3	12%	2.58	1.34	1.24
750	1080	1030	1.85	14%	2.11	1.10	1.14
1000	1440	1165	1.55	16%	1.80	0.94	1.05
1500	2160	1385	1.2	18%	1.42	0.74	0.92
2000	2880	1565	1.0	20%	1.20	0.62	0.85
3000	4320	1890	0.7	24%	0.87	4.45	0.75
4000	5760	2185	0.54	27%	0.69	0.36	0.68
5000	7200	2395	0.48	30%	0.62	0.32	0.62

De vergelijking der laatste 2 kolommen doet zien, dat de overeenstemming heel wat te wenschen overlaat. Voor kleine terreinen zijn de cijfers van *Lauterburg* aanmerkelijk hooger, voor terreinen van 300 tot 500 K.M². zijn zij lager (hetgeen in meerdere mate het geval zou zijn, indien door mij evenals door *Lauterburg* was uitgegaan van een regenval van 250 in plaats van 200 m.M.) voor groote terreinen zijn zij wederom hooger.

Deze verschillen konden à priori min of meer worden vermoed. Dat de cijfers van *Lauterburg* voor kleine terreinen te hoog of in elk geval betrekkelijk hoog zouden zijn, was te verwachten, omdat zij gegrond zijn op een regenval van 126 m.M. in één uur, die zooals is gebleken, zelfs te *Batavia* niet voorkomt.

Dat die cijfers voor matig groote terreinen betrekkelijk laag zouden blijken te zijn, is eveneens niet bevreemdend, omdat daarbij is uitgegaan van de veronderstelling, dat een regenval van 250 m.M. over het etmaal gelijkmatig is verdeeld, terwijl die verdeeling gebleken is in werkelijkheid zeer ongelijkmatig te zijn.

Voor de grootste door mij beschouwde terreinen zouden hoogere cijfers gevonden zijn. indien ik had aangenomen, dat bij een regenduur van nagenoeg 2 etmalen reeds eenigermate de toestand was ingetreden, die volgens de veronderstelling van *Lauterburg* gedurende het 4de etmaal zou voorkomen, namelijk die, waarbij tengevolge van de verzadiging van den bodem, alle vallende regen wordt afgevoerd.

Dat er gedurende den regen eene toeneming van de grootte van coefficient $\mathcal{L}$ plaats heeft is niet onwaarschijnlijk, maar dat die zou plaats hebben geheel overeenkomstig de veronderstellingen van *Lauterburg*, is niet te verwachten.

Immers volgens die veronderstelling zou van een regenval van 200 m.M. in één etmaal, indien we gemakshalve $\mathcal{L}$ op 0.50 stellen, in den bodem worden teruggehouden 100 m.M.

Viel diezelfde hoeveetheid regen gelijkmatig over 4 etmalen verdeeld, dan zou worden teruggehouden: gedurende het 1ste, 2de en 3e etmaal telkens 0.50 × 50 m.M. = 25 m.M. en gedurende het 4e etmaal niets, dus in het geheel 75 m.M. Men komt dus tot het ongerijmde resultaat, dat bij eenzelfden regenval de bodem in 4 etmalen minder water zou kunnen opnemen dan in één etmaal.

Hieruit volgt, dat de vermeerdering van de waarde van coefficient $\mathcal{L}$ vermoedelijk een andere en meer samengestelde wet volgt, dan *Lauterburg* aannam. Verdere beschouwingen over dit onderwerp zouden niet veel meer dan fantasien zijn, daar de gegevens, waarop zij zouden moeten berusten, ontbreken. Zij worden daarom achterwege gelaten.

De stroomgebieden op *Java*, waarvoor de berekening van den grootsten afvoer van praktisch belang is, zijn meestal betrekkelijk klein. Het levert dus geen ernstig bezwaar op, indien de door mij voor terreinen grooter dan 1500 K.M². gevonden waarden iets te laag mochten zijn.

Nog valt op te merken, dat de reeks cijfers volgens *Lauterburg*, voorkomende in de laatste kolom van den voorgaanden staat, onmogelijk in alle opzichten juist kan zijn, daar zij gegrond is op 3 formules, waarvan de uitkomsten niet gelijkmatig in elkander overgaan.

De eerste en tweede formule geven gelijke waarden, indien F ongeveer 425 K.M.^{2} is, maar de vermindering voor 1 K.M.^{2} van den afvoer per K.M.^{2} bedraagt bij deze waarde van F volgens de eerste formule 0.028 M^3 en volgens de tweede 0.004 M^3. Grafisch voorgesteld zal zich dus in de kromme lijn bij het punt van overgang der 2 formules een sterke knik voordoen, daar de helling van het eene deel 7 maal zoo groot zal zijn als die van het andere. En dergelijke knik doet zich ook voor bij den overgang van de 2^e in de 3^e formule maar in minder sterke mate, daar de helling van het eene deel der kromme ongeveer 2 maal zoo groot is als die van het andere.

Bij de gewijzigde formules is natuurlijk van dergelijke knikken geen sprake.

De aandacht is er reeds op gevestigd, dat de volgens den voorafgaanden staat voor zeer kleine terreinen door mij gevonden afvoer aanmerkelijk lager is dan die volgens *Lauterburg*. Hierin zal geen bezwaar worden gezien, indien men overeenkomstig eene algemeen verspreide opvatting meent, dat de cijfers van *Lauterburg* voor zeer kleine terreinen veel te hoog zijn. Maar er zijn voorbeelden, waarin voor zeer kleine terreinen de volgens *Lauterburg* berekende afvoer werkelijk werd bereikt. Zoo werd in Januari 1895 in de *Alor-Bengala* een affluent der kali *Genteng* nabij *Kesessi* (regenstation N°. 183) door den Ingenieur P. J. BERTEL een afvoer geconstateerd van 6.2 M^3, afkomstig van een stroomgebied van 0.33 K.M^2. De door mij ontwikkelde formules zijn met deze ervaring niet in strijd, want zij kunnen leiden tot een even grooten afvoer als die volgens *Lauterburg* en zelfs tot een nog grooteren, indien slechts de omstandigheden zeer gunstig, of juister uitgedrukt zeer ongunstig zijn, d. w. z. indien de vorm van het stroomgebied compact, de lengte-ontwikkeling der rivier gering, de grootste plaatselijke regenval hoog en bovenal de helling van het terrein sterk is

Nemen we bijv. aan dat bij het in fig. 7 Plaat VI voorgestelde stroomgebied de oppervlakte van de omgeschreven ellips is n F = 1 K.M^2, dan is F = 0.8 K.M.^{2} en l = 1420 M., verder dat het verval van het rivierbed is i = 0.09 (hetgeen in het gebergte wel kan voorkomen) en de grootste regenval per etmaal 250 m.M., dan vindt men voor den grootsten afvoer per sec. en per K.M^2, ook al neemt men ε niet hooger dan 0.52, 23.8 M^3.

§ 6. Toepassing.

Pekalen.

Als eerste voorbeeld zal worden genomen de *Pekalen*-rivier, waarbij de gang der berekening geheel zal worden meegedeeld en dus tevens het in de voorgaande paragraaf behandelde zal worden samengevat.

Een kaart van het stroomgebied ter plaatse van den nieuwen stuwdam is op schaal 1: 200000 gegeven in fig. 8 van Plaat VI, welke teekening is ontleend aan de verhandeling van den ingenieur A. G. LAMMINGA opgenomen in den jaargang 1894-95 van het Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, 2de aflevering.

De oppervlakte van het stroomgebied is F = 169 K. M.^{2}, die van de omsluitende figuur n F = 422 K.M^2. De totale lengte van het rivierbed bedraagt 39.2 K.M. het totale verval ongeveer 2750 M — 100 M = 2650 M. Laat men het hoogste $^1/_{10}$ gedeelte van het rivierbed buiten beschouwing, dan vindt men voor de resteerende 35.3 K.M. lengte een verval van ongeveer 1700 M, dus is i genomen $\frac{1700}{35300} = 0.0480$.

Voor de bepaling van den maximum-regenval per etmaal, welke in rekening moet worden gebracht, is het zaak niet alleen te letten op de waarnemingen verricht op binnen het stroomgebied gelegen stations, maar op die, welke betrekking hebben op op kleinen afstand daar buiten gelegen plaatsen. Op de kaart is de ligging der stations met de daar waargenomen grootste regenvallen aangegeven.

Hieruit wordt het volgende afgeleid,

Voor het maximum aan het beneden-einde van het stroomgebied wordt aangenomen, dat van *Djoerang-djero* ad 146 m.M. Daarop volgt *Wedoessan* met 165 m.M. Verder gaande bestaat er geen reden waarom te *Kertosoeko* niet een even zware regenval zou kunnen voorkomen als te *Pandan-laras*, beide stations liggen ongeveer op gelijke hoogte op de berghelling en niet ver van elkaar. Als volgend cijfer wordt dus in rekening gebracht 244 m.M. en voor het hoogste gedeelte van het stroomgebied wordt aangenomen het cijfer van *Kedaton* bedragende 236 m.M.

Als gemiddeld maximum wordt nu aangenomen $\frac{1}{4}$ (146 + 165 + 244 + 236) = 198 m.M, stel 200 m.M.

Als eerste benadering nemen we nu volgens den in de voorgaande § opgenomen vergelijkenden staat voor een terrein n F = 422 K.M.^{2} voor q de waarde 3 aan.

Dan is F $\times$ q = 169 $\times$ 3 = 507.

Verder is i = 0.048 en dus volgens de grafische voorstelling op Plaat VIII v = 1.35.

Hieruit volgt:

$$\text{T (in minnten)} = \frac{l}{60\,v} = \frac{39200}{81} = 484.$$

Volgens Plaat VII wordt hieruit afgeleid: q = 3.8.

Uitgaande van deze waarde van q wordt nu de berekening herhaald en achtereenvolgens gevonden:

$$\begin{aligned} F \times q &= 169 \times 3.8 = 642. \\ v &= 1.42 \\ T &= 460 \\ q &= 3.95. \end{aligned}$$

Het nogmaals, uitgaande van deze laatste waarde her-

halen der berekening geeft geen uit de grafische voorstellingen met zekerheid te constateeren afwijking in de uitkomst, zoodat de waarde $q = 3.95$ wordt aangehouden.

Daar $T = 460$ minuten is, bedraagt de verhooging van q volgens de formule van KLUNZINGER blijkens het meegedeelde tafeltje 8%, dus wordt $q = 4.27$.

Indien er aanleiding had bestaan om voor den grootsten regenval in 24 uren in plaats van 200 m.M. een andere waarde bijv. 225 m.M. aan te nemen, dan zou de gevonden waarde van q met $\frac{225}{200}$ vermenigvuldigd moeten zijn geworden.

Voor den totalen afvoer wordt nu gevonden:

$$Q = \varkappa F q = 0.52 \times 169 \times 4.27 = 375 \text{ M}^3,$$

Bij toepassing van de gewone formule van *Lauterburg* wordt gevonden:

$$Q = 492 \text{ M}^3.$$

Welke grootste afvoer is nu in werkelijkheid voorgekomen?

Uit de reeds aangehaalde Verhandeling blijkt, dat er geregelde waarnemingen zijn verricht van 1882 tot heden, dat op 26 November 1889 een afvoer is waargenomen van ± 550 M³, terwijl bij de in hoogte daarop volgende bandjir de afvoer niet meer dan 318 M³ is geweest.

Bandjirs van omstreeks 300 M³ zijn meermalen geconstateerd, maar aan de bandjir van 550 M³ is door den ontwerper der *Pekalen*-werken zulk een geheel buitengewoon karakter toegekend, dat hij gemeend heeft daarmede geen rekening te moeten houden en bij het opmaken der ontwerpen met de noodige speelruimte (de muren reiken tot minstens 0.50 M. boven den aangenomen hoogsten waterstand) is uitgegaan van een bandjir van 325 M³.

De hier ontwikkelde rekenwijze zou dus in dit geval een praktisch zeer goed bruikbaar resultaat hebben opgeleverd.

De buitengewone bandjir van November 1889 behoeft niet uitsluitend aan een geheel ongekend hoogen en verbreiden regenval te worden toegeschreven. Het is denkbaar, dat een zeer zware regenbui zich van het boveneinde van het stroomgebied naar het worteleinde heeft verplaatst met zoodanige snelheid, dat het op het geheele gebied gevallen water ongeveer juist gelijktijdig aan het benedeneinde aankwam. Dergelijke mogelijkheden onttrekken zich aan elke berekening, omdat niet is uit te maken hoever in dit opzicht moet worden gegaan.

Ook kan na een tijdelijke belemmering in de afstrooming, bijv. tengevolge van een afstorting van grond in het rivierbed, de afvoer gedurende korten tijd zeer worden vermeerderd.

Als een bewijs, dat het niet noodig is bij de vaststelling van het in rekening te brengen verhang met groote zorgvuldigheid te werk te gaan wordt aangeteekend, dat indien i slechts half zoo groot was genomen, dus gelijk 0.0240 in plaats van 0.0480, de waarde van Q verminderd zou zijn van 375 tot 311 M³.

Achtereenvolgens zullen nu de gegevens voor en de uitkomsten van de berekeningen worden meegedeeld voor een aantal rivieren, waarin gedurende verscheidene jaren afvoerbepalingen hebben plaats gehad.

Pendil.

De *Pendil* is een op den *Lamongan* ontspringend riviertje, hetwelk de *Pekalen*-hoofdleiding kruist.

F (ter plaatse dier kruising) = 23 K.M², n F = 75 K.M², l = 13.8 K.M. i = 0.0661.

Bij dit en alle volgende voorbeelden is ter bepaling van i weder het bovenste $^1/_{10}$ gedeelte van het rivierbed buiten beschouwing gelaten.

Als waarde van $\varkappa$ wordt steeds aangenomen 0.52.

Als grootste regenval wordt aangenomen hetzelfde cijfer als voor de *Pekalen* met weglating van het zeer hoog gelegen station *Kedaton*. Het gemiddeld bedrag wordt dan h = 185 m.M.

Men vindt Q = 105 M³, de formule van *Lauterburg* geeft 248 M³.

Op 17 December 1894 kwam in deze rivier een buitengewoon hooge waterstand voor waarbij het water steeg tot 1.90 M. boven den bij het ontwerpen van het aquaduct der *Pekalen*-leiding aangenomen hoogsten stand.

De afvoer op kleinen afstand beneden het aquaduct bedroeg toen, berekend uit het verhang en de profilen 109 M³.

Sampean.

F (te *Sitoebando*) = 1196 K.M², n F = 1850 K.M², l = 60.3 K.M. i = 0.0224.

Als grootste regenval aan het worteleinde wordt gevonden 196 m.M. te *Sitoebondo*; in de ten noorden daarvan gelegen vlakte zijn nog grootere regenvallen waargenomen, welke niet in rekening worden gebracht.

Van de op de noordelijke en noordwestelijke hellingen van het *Idjen*-gebergte gelegen stations levert *Kajoemas* (station N°. 376) als maximum 190 m.M.

Van de stations in het midden van het stroomgebied levert *Tangarang* (N°. 368) als maximum 121 m.M.

Het station *Maësan* (N°. 370) nagenoeg op de waterscheiding tusschen de *Sampean* en de *Bedadoeng* geeft als maximum 215 m.M.

Stations op de hellingen van het *Ranoe*-, het *Yang*- en het *Raoeng*-gebergte ontbreken.

Het gemiddelde der opgegeven cijfers (het station *Tangarang*, omdat het gelegen is in het centrum van het stroomgebied 2 maal in rekening brengend) is 169, stel 170 m.M. zoodat dit bedrag als maximum-regenhoogte wordt

aangehouden. Men vindt dan voor Q 949 M³. De formule van *Lauterburg* geeft 1189 M³.

De grootste afvoer sedert 1877 is waargenomen in 1 87 en wordt gesteld op 2075 M³; daarop volgt een afvoer van 1788 M³ in 1878 voorgekomen.

Deze afvoeren zijn evenwel niet als de werkelijke debieten der *Sampean* te beschouwen; zij waren het gevolg van doorbraken bij brug *Wedoeri* op eenigen afstand bovenstrooms, waar het rivierprofil een zeer eigenaardige, sterke, fleschvormige vernauwing ondergaat. Daar boven ontstond een sterke opstuwing en het als in een reservoir opgehouden water werd na de doorbraak plotseling afgevoerd. Had er geen doorbraak plaats, dan werkte de eigenaardige toestand er juist toe mede om het maximumdebiet te verlagen.

Als werkelijke maximum-afvoer sedert 1890 schijnt een bedrag van ± 500 M³ te moeten worden aangemerkt, waarop volgen afvoeren van 450, 400, 390, 380, 375 en 360 M³. Deze cijfers zijn niet verkregen door directe meting, maar meerendeels door het verlengen eener tot afvoeren van 370 M³. door waarnemingen bepaalde debietkromme.

Pategoean-rivier.

De *Pategoean*-rivier is een op het *Ardjoeno*-gebergte ontspringend riviertje, hetwelk oorspronkelijk niet ver van *Gempol* in de *Porrong*-rivier viel.

F (te *Winong*) 45 K.M². n F = 110 K.M². l = 17.6 K.M, i = 0.1374.

Van de stations gelegen beoosten de lijn die de toppen van den *Ardjoeno* en den *Penanggoengan* verbindt geeft *Kasri* als maximum 147 m.M.; van die bewesten genoemde lijn geeft *Trawas* als maximum 167 m.M, zoodat als gemiddeld maximum wordt aangenomen 157 m.M.

Voor Q wordt gevonden 204 M³, terwijl de formule van *Lauterburg* geeft 370 M³. Er zijn waarnemingen verricht van 1885-1895, maar bij de hoogste standen hebben geen drijvingen plaats gehad, zoodat de grootste tot 1892 werkelijk gemeten afvoer 56 M³. bedroeg. In Februari 1887 was een zeer hooge stand voorgekomen, waarbij de afvoer door het verlengen eener debietkromme bepaald is op 123 M³. Op grond van latere gegevens meende de ingenieur C. W. WEIJS den toen voorgekomen afvoer op niet meer dan 80 M³. te moeten stellen.

In Maart 1894 werd op een iets lager gelegen punt, waar het stroomgebied een oppervlakte heeft van 61 K.M², met vrij groote zekerheid een afvoer van 144 M³. geconstateurd en in Januari 1895 kwam een nog 13 cM. hoogere waterstand voor dan in 1886 was waargenomen.

Op grond van een en ander mag n.h.v. als grootste afvoer bij *Winong* worden aangenomen 130 M³.dus aanmerkelijk minder dan de berekening aangeeft.

Wellicht is de waarde van den afvoer-coefficient α = 0.52 te hoog genomen; de aanwezigheid van talrijke bronnen zou dit doen vermoeden, terwijl het ook mogelijk is, dat de regenval in het hooge gebergte veel geringer is dan in de lagere deelen van het stroomgebied.

Kedoeng-Larangan.

De *Kedoeng-Larangan* is een op het *Ardjoeno*-gebergte ontspringend riviertje, dat benoorden *Bangil* in de *Porrong*-rivier valt.

F (te *Bekatjak*) = 145 K.M², n F 330 K.M², l = 27, 4 K.M. i = 0.0822. Als maximum-regenval wordt aangenomen die op het op kleinen afstand buiten het stroomgebied gelegen *Kasri*, bedragende 147 m.M.

Voor Q wordt gevonden 313 M³, terwijl de formule van *Lauterburg* geeft 477 M³. De grootste sedert 1885 op een iets lager gelegen punt voorgekomen afvoer wordt op hoogstens 330 M³ gesteld.

Djogonalan.

De *Djogonalan* is een linker zijrivier der *Kedoeng-Larangan*.

F (te *Tanggoel*) = 31 K.M², n F = 210 K.M², l = 22.8 K.M, i = 0.1107. Als maximum-regenval wordt weder aangenomen 147 m.M. Men vindt dan Q = 77 M³.

De formule van *Lauterburg* geeft 291 M³.

De grootste afvoer sedert 1885 waargenomen wordt gesteld op 60 M³.

Kambeng.

De *Kambeng* is een weinig bewesten de *Pategoean*-rivier loopend riviertje,

F (bij de dessa *Kambeng*) = 10.5 K.M², n F 25 K.M², l = 10.2 K.M, i = 0.1011, maximum-regenval h = 147 m.M. Men vindt Q = 57 M³.

De formule van *Lauterburg* geeft 147 M³.

De grootste met vrij groote zekerheid geconstateerde afvoer kwam voor in Mei 1890 en wordt gesteld op 51 M³. De gegevens, volgens welke in 1887 een afvoer van 120 M³. zou zijn voorgekomen, werden door den ingenieur C. W. WEIJS geheel onvertrouwbaar geacht.

Wat hiervan zij, de onevenredigheid, die er bestaat tusschen de grootten der stroomgebieden van de *Kambeng* en de *Djogonalan* en de waargenomen grootste afvoeren, wordt door de gewijzigde formules vrij voldoende verklaard tengevolge van de bijzonder langgerekte gedaante van laatstbedoeld stroomgebied.

Volgens de formule van *Lauterburg* zou de verhouding der grootste afvoeren zijn als 1 tot 1.98, volgens de waarnemingen (het cijfer 51 voor de *Kambeng* aanhoudende) als 1 tot 1.18, volgens de gewijzigde wijze van berekening als 1 tot 1.35,

Pemali.

F (te *Notok*) = 887 K.M², n F = 1270 K.M². l = 62,2 K.M. Brengt men de volle lengte van het rivierbed in rekening, dan vindt men i = 0.0219. Met

hoeveel dit bedrag verminderd wordt indien $^1/_{10}$ deel wordt weggelaten, is bij gebrek aan een tranche-kaart niet na te gaan. Daarom wordt aangenomen, dat het verhang daardoor dezelfde reductie ondergaat, als gemiddeld het geval is gebleken te zijn bij de *Pekalen-*, *Pendil-*, *Pategoean-*, *Kedoeng-Larangan* *Kambeng-* en *Sampean-*rivieren.

Bij deze rivieren wordt de waarde van i gereduceerd tot respectievelijk 71, 65, 81, 70, 77, 65 en 49% of gemiddeld tot ongeveer 70%. Deze reductie wordt voor alle volgende gevallen, waarin zij niet rechtstreeks uit de kaart kan worden afgeleid, aangenomen.

Dan wordt i voor de *Pemali* 0.0156 en vindt met ten slotte voor Q 977 M³, indien voor de regenhoogte geen ander bedrag dan 200 m.M. wordt aangenomen.

De regenwaarnemingen binnen het stroomgebied der *Pemali* kunnen in dit opzicht zeer weinig inlichtingen geven, omdat zij verricht zijn aan het beneden-einde van het te beschouwen deel van het stroomgebied of nog meer benedenwaarts.

Waarnemingen in het bovengebied der *Pemali* ontbreken geheel en in de plaats daarvan worden gesteld de waarnemingen in het nabijgelegen en oogenschijnlijk niet in veel verschillende omstandigheden verkeerende bovenstroomgebied der *Tjomal*. Daar binnen zijn gelegen 3 waarnemingsstations: *Moga*, *Randoedongkal* en *Watoekoempoel* (N°. 189, 188 en 187), die maxima leveren van 232, 191 en 255 m.M. d.i. gemiddeld 226 m.M.

Voor het maximum aan het beneden einde wordt niet genomen het cijfer voor *Notok* of *Proepoek* (N°. 178 en 179) maar dat voor het nabijgelegen *Djatibarang* (N°. 177), waar 156 m.M. is waargenomen.

Brengt men nu voor de bepaling van een gemiddelde 2 maal in rekening het cijfer voor het bovenstroomgebied en eenmaal dat voor het worteleinde dan verkrijgt men ten slotte de waarde:

$$\tfrac{1}{3}\,(226 + 226 + 156) = 203 \text{ m.M.}$$

Het cijfer van 200 m.M. zal daarom worden aangehouden, dus ook de waarde Q = 977 M³.

De gewone formule van *Lauterburg* geeft 956 M³. De grootste van 1891 tot 1895 waargenomen afvoer is 963 M³, de daarop in hoogte naastvolgende bandjir voerde 740 M³. af, daarop volgde er een van 710 M³. en vervolgens meerderen van 600 tot 700 M³, zoodat aan die van 963 M³. niet zulk een geheel buitengewoon karakter mag worden toegekend, als bij de hoogste bandjir in de *Pekalen*-rivier het geval was.

Progo.

F (bij de prise d'eau der *Progo*-leiding te *Badran*) = 482 K.M², n F = 660 K.M², l = 42.5 K.M. i = 0.0470.

Van de 2 binnen het stroomgebied gelegen stations levert *Temanggoeng* het maximum van 141 m.M.

Het binnen een ander stroomgebied, maar niet door een hooggebergte van het *Progo*-gebied gescheiden station *Kesroek* op de N. O. helling van den *Goenoeng-Prahoe* levert als maximum 150 m.M.

De stations in de nabijheid vam *Ambarawa* worden, omdat zij door een hooge waterscheiding van het stroomgebied der *Progo* zijn afgescheiden, niet in rekening gebracht. Als maximum wordt aangenomen het gemiddelde der twee genoemde bedragen, dus 145 m.M.

Men vindt Q = 727 M³.

De formule van *Lauterburg* geeft 603 M³.

De grootste afvoeren van 1889-95 waargenomen zijn 346, 324 en 305 M³.

Tangsi.

De *Tangsi* is een in het zuiden der residentie *Kedoe* gelegen rechter zijrivier der *Progo*.

F (te *Krassak*) = 60 K.M², n F = 160 K.M², l = 21.4 K.M, i = 0.0965.

Waarnemingsstations binnen het stroomgebied ontbreken geheel.

Van de in de nabijheid eveneens op de zuidelijke en meer zuidwestelijke hellingen van den *Soembing* gelegen stations 150, 131 en 161 levert *Kepil* als maximum 201 m.M, zoodat als regenhoogte h = 200 m.M. wordt aangehouden.

Men vindt dan Q = 260 M³, de formule van *Lauterburg* geeft 384 M³; de hoogste sedert 1891 waargenomen afvoeren zijn 247, 167 en 148 M³.

Serang.

F (te *Sedadi*) = 845 K.M², n F = 1850 K.M², l = 92.4 K.M, i = 0.0234.

Regenwaarnemingen binnen het stroomgebied ontbreken; daarom wordt voor h dezelfde waarde aangenemen als bij de *Toentang*, dus 200 m.M. Men vindt Q = 932 M³.

De grootste afvoeren voorgekomen in de westmoessons 1892-95 zijn geweest: 550, 507, 492, 471 en 435 M³.

Vroeger zijn veel hoogere afvoeren voorgekomen. Bij het ontwerpen van den stuwdam te *Sedadi*, werd op grond van verschillende gegevens een maximum-afvoer van 1500 M³. aangenomen. In Maart 1885 werd dit bedrag nog ver overschreden; de afvoer heeft toen waarschijnlijk nagenoeg 2000 M³. bedragen.

Toentang.

F (te *Glapan*) = 620 K.M³, n F = 1440 K.M², l = 73 K.M, i = 0.0297.

De maximum-regenval wordt aldus berekend. De nabij het beneden einde van het stroomgebied gelegen stations *Glapan*, *Mlilir* en *Goeboek*, geven 260 m.M. Misschien is dit laatste bedrag als abnormaal hoog te beschouwen, doch het is een feit, dat zoowel in 1893 als in 1894 in *Demak* talrijke soortgelijke regenhoogten werden waargenomen.

Salatiga geeft 161 m.M. de dicht bij elkander gelegen stations *Tlogo* en *Getas* geven 180 m.M.; het wel buiten het stroomgebied, maar toch op de oostelijke hellingen van den *Oengaran* gelegen station van dezen naam geeft 269 m.M. welke regenval daar blijkbaar niet als een geheel en al buitengewoon verschijnsel is te beschouwen.

Het gemiddelde van de 5 genoemde bedragen is 199 m.M, zoodat voor h de waarde 200 m.M. wordt aangehouden.

Men vindt Q = 682 M³, de formule van *Lauterburg* geeft 737 M³.

De grootste afvoeren van af 1891 geconstateerd zijn 1080, 848, 793 en 650 M³.

Het is waarschijnlijk, dat de cijfers 848 en 650 iets te laag zijn, omdat zij berusten op waarnemingen, die slechts 3 malen daags op vaste uren werden verricht. Met den westmoesson 1892-93 is men begonnen de hoogste standen, onverschillig op welk uur zij intraden, te noteeren. De afvoer van 1080 M³. is voor zoover bekend is, ook in vroeger jaren nimmer overtroffen. Bij den naast hoogst bekenden rivierstand, voorgekomen in 1886, bedroeg de afvoer ± 920 M³.

Sragi te Gintoeng.

De *Sragi* is een rivier in het westen der residentie *Pekalongan*.

F = 134 K.M², n F = 190 K.M, l = 25.4 K.M, i = 0.0260.

Deze laatste waarde kon hier niet dan zeer benaderenderwijze worden bepaald. *Gambiro* op eenigen afstand van het benedeneinde van het beschouwde stroomgebied geeft als maximum-regenval 267 m.M. Van de binnen het stroomgebied gelegen stations geeft *Panoembangan* als maximum 167 m.M. Als maximum wordt aangenomen het gemiddelde van deze 2 waarden, dus h = 217 m.M.

Het is misschien overdadig den regenval van 267 m.M. ten volle in rekening te brengen, maar er moet in aanmerking worden genomen, dat de waarnemingen op de meer zuidelijk gelegen stations over zeer weinige jaren loopen, zoodat daar hoogst waarschijnlijk op den duur zwaardere regenvallen zullen worden geconstateerd.

Men vindt Q = 415 M³. De formule van *Lauterburg* geeft 473 M³. De grootste afvoer sedert 1891 waargenomen bedroeg 258 M³. De in grootte daarop volgende bandjir verschilde hiervan slechts weinig.

In aanmerking moet worden genomen, dat bovenstrooms van *Gintoeng* de onbeteugelde aftappingen *Koewassan*-leiding en *Kali-Gossek* een niet onbeteekenende hoeveelheid water aan de *Sragi* onttrekken, bij hevige bandjir 20 à 30 M³.

Sragi te Gambiro.

F = 185 K.M², n F = 270 K.M², l = 32.6 K.M². i = 0.0215, h = 217 m.M.

Q = 456 M³. De formule van *Lauterburg* geeft 498 M³. De grootste sedert 1887 waargenomen afvoer bedroeg 307 M³; de meting van dezen en andere daar nabijkomende afvoeren was echter tamelijk onzeker, omdat de rivier bij zeer hooge waterstanden buiten hare oevers treedt.

Genteng.

De *Genteng* is een rechter zijrivier der *Tjomal*.

F (te *Kesessi*) = 178 K.M.², n F = 430 K.M², l = 29.7 K.M. i = 0.0374.

De regenwaarnemingen in het stroomgebied der *Genteng* loopen slechts over een zeer kort tijdvak, zoodat daaruit geen gevolgtrekking kan worden gemaakt. Daarom zal voor de *Genteng* het gemiddelde worden genomen van de maxima voor de stroomgebieden der *Sragi* en der *Tjomal*, waar het stroomgebied der *Genteng* tusschen in gelegen is. Het maximum voor de *Sragi* is, gelijk zooeven is medegedeeld 217 m.M., dat voor de *Tjomal* wordt zooals onder het hoofd *Pemali* is vermeld, gesteld op 226 m.M. Dus wordt nu als gemiddelde aangenomen h = 222 m.M.

Men vindt Q = 488 M³, de formule van *Lauterburg* geeft 496 M³.

In werkelijkheid zijn *zeer veel* grooter afvoeren voorgekomen. De hoogst bekende waterstand werd waargenomen in Februari 1893, de afvoer wordt berekend toen 1100 tot 1280 M³. te hebben bedragen. Dit geval was van geheel buitengewonen aard, doch waterstanden, waarbij de afvoer op ongeveer 800 M³. moet worden gesteld, zijn herhaalde malen voorgekomen.

Het is niet wel aan te nemen, dat de regenval zooveel grooter is, dan bij de berekening is verondersteld, dat hieruit de ontzaggelijke afvoeren zouden moeten worden verklaard. Veel waarschijnlijker is het, dat men hier te doen heeft met een geval min of meer overeenkomende met dat, hetwelk zich bij de *Sampean*-rivier heeft voorgedaan; het rivierbed kan door aardstortingen tijdelijk verstopt zijn geworden.

Tjomal.

F (te *Pajong*) = 543 K.M², n F = 1010 K.M², l = 58.9 K.M, i = 0.0404.

Ter bepaling van den maximum-regenval wordt nu behalve de stations *Watoe-koempoel*, *Randoe-dongkal* en *Moga*, ook het station *Pajong* in rekening gebracht, dan wordt h = 212 m.M.

Men vindt Q = 858 M³, de formule van *Lauterburg* geeft 663 M³.

De grootste afvoer van 1886-91 voorgekomen bedraagt waarschijnlijk ongeveer 1500 M³. Daarop volgen afvoeren van 1080, 960, 800, 780 en 750 M³. Afvoeren van meer dan 500 M³. komen gemiddeld 6 malen per jaar voor.

Waloeh.

De *Waloeh* is een rivier in het oosten der residentie *Tegal*.

F (te *Soengapan*) = 109 K.M², n F = 300 K.M². l = 35.8 K.M. i = 0.0078.

Als maximum-regenval wordt aangenomen het gemiddelde van de maxima te *Soengapan*, *Randoe-dongkal* en *Moga*, dus $h = 214$ m.M.

Men vindt $Q = 166$ M³, de formule van *Lauterburg* geeft 453 M³.

De van 1890 tot heden verrichte waarnemingen zijn niet geheel volledig.

De grootste afvoer heeft volgens berekening — niet volgens directe meting — ongeveer 700 M³. bedragen. Bovendien is nog een afvoer van ongeveer 700 M³. voorgekomen. De daarop volgende afvoeren waren belangrijk kleiner.

Er moet in aanmerking worden genomen, dat er in het bovengebied der *Tjomal* bij *Bandjar-anjar* en bij *Medjagoeng* twee tot heden onbeteugelde aftappingen bestaan, die te samen ten hoogste bijna 100 M³. water uit de *Tjomal* in de *Waloeh* voeren.

Tjatjaban.

De *Tjatjaban* is een riviertje in de residentie *Tegal* op eenigen afstand beoosten van de hoofdplaats.

F (te *Djatilaba*) = 81 K.M², n F = 110 K.M², $l =$ 15.8 K.M. $i = 0.0261$.

Regenwaarnemingen, binnen het stroomgebied ontbreken; voor h wordt dezelfde waarde aangenomen als voor de *Waloeh*, dus 214 m.M.

Men vindt $Q = 340$ M³, de formule van *Lauterburg* geeft 421 M³.

De hoogste 3 waargenomen afvoeren zijn 592, 588 en 515 M³, daarop volgen verscheidene afvoeren van tusschen 300 en 400 M³.

Babakan.

De *Babakan* en de *Kaboejoetan* zijn rivieren in het westen der afdeeling *Brebes* van de residentie *Tegal*.

F (te *Tjisadap*) = 74 K.M², n F = 126 K.M², $l =$ 20 K.M, $i = 0.0424$.

Regenwaarnemingen in het bovengebied zijn niet gedaan, nabij het worteleinde werd als maximum te *Bandjar* waargenomen 180 m.M.

Nemen we voor het bovengebied hetzelfde cijfer als voor de *Pemali* namelijk 226 m.M. dan wordt bij een overeenkomstige rekenwijze als gemiddelde gevonden 214 m.M.

Dan wordt $Q = 284 \times \frac{214}{200} = 304$ M³.

De gewone formule van *Lauterburg* geeft 410 M³, terwijl de 2 grootste in 1889-91 en 1893-95 waargenomen afvoeren bedragen 448 en 337 M³.

Daarop volgen verscheidene afvoeren van tusschen 250 en 300 M³.

Kaboejoetan.

F (te *Nambo*) = 76 K.M², n F = 103 K.M², $l =$ 19.8 K.M. $i = 0.223$.

Voor den grootsten regenval wordt dezelfde waarde aangenomen als bij *Waloeh*, *Ramboet* en *Babakan*, dus $h =$ 214 m.M. Men vindt $Q = 273$ M³, de formule van *Lauterburg* geeft 413 M³,

De grootste sedert 1889 waaargenomen afvoeren zijn 525, 430, 395 en 380 M³.

Djengkellok.

De *Djengkellok* is een rechter zijrivier der *Losari*; zij ligt gedeeltelijk op de grens der residenties *Cheribon* en *Tegal*.

F (te *Tjibendoeng*) = 150 K.M², n F = 200 K.M², $l =$ 304 K.M, $i = 0.0242$.

Voor h wordt weder dezelfde waarde aangenomen als voor *Babakan* en *Kaboejoetan*, dus $h = 214$ m.M.

Men vindt $Q = 407$ M³. De formule van *Lauterburg* geeft 480 M³.

De 4 hoogste van 1891 tot '95 waargenomen afvoeren zijn 658, 646, 428 en 370 M³.

Tjimanoek.

F (te *Doetamati*) = 3320 K.M², n F = 5470 K.M², $l =$ 161 K.M, $i = 0.0122$.

Als grootste regenval wordt aangenomen:

voor het benedendeel het gemiddelde der maxima van *Doetamati* (station N°. 64) en *Tedja* (station N°. 67), dus 184 m.M.

voor het middendeel het gemiddelde der maxima van *Margapala* (station N°. 70) en *Daoelaut* (station N°. 72), dus 118 m.M.

voor het bovendeel het maximum van *Waspada* (station N°. 74), dus 171 m.M. Voor het geheele stroomgebied wordt aangenomen het gemiddelde dezer 3 waarden, dus $h = 158$ m.M.

Men vindt $Q = 1025$ M³, de formule van *Lauterburg* geeft 2412 M³.

De grootste sedert 1889 waargenomen afvoer is bijna 900 M³.

Een afvoer van omstreeks 850 M³. of meer kwam gedurende dat tijdvak 4 malen voor.

Hieronder volgt een overzicht van de verkregen uitkomsten, waarbij de stroomgebieden gerangschikt zijn naar volgorde van de grootte.

RIVIER.	Oppervlakte stroomg. K.M².	Waargenomen maximum afvoer.	Maximum volgens *Lauterburg*.	Verschil	%.	Maximum volgens gewijzigde berekening.	Verschil.	%.
Kambeng	10.5	51	147	+ 96	+ 188	57	+ 6	+ 12
Pendil	23	109	248	+ 139	+ 128	105	— 4	— 4
Djogonalan	31	60	291	+ 231	+ 385	77	+ 17	+ 28
Pategoean	54	130	370	+ 240	+ 185	204	+ 74	+ 57
Tangsi	60	247	384	+ 137	+ 55	260	+ 13	+ 5
Babakan	74	448	410	— 38	— 8	304	— 144	— 32
Kaboejoetan	76	525	413	— 112	— 21	273	— 252	— 48
Tjatjaban	81	592	421	— 171	— 29	340	— 252	— 44
Waloeh	109	700	453	— 247	— 35	166	— 534	— 76
Sragi	134	283	473	+ 190	+ 67	415	+ 132	+ 47
Kedoeng-Larangan	145	330	477	+ 147	+ 45	313	— 17	— 5
Djengkellok	150	658	480	— 178	— 27	407	— 251	— 38
Pekalen	169	318	492	+ 174	+ 55	375	+ 57	+ 18
Genteng	178	1190	496	— 694	— 58	488	— 702	— 59
Sragi	185	332	498	+ 166	+ 50	456	+ 124	+ 37
Progo	482	346	603	+ 257	+ 74	727	+ 381	+ 110
Tjomal	543	1500	663	— 837	— 56	858	— 642	— 43
Toentang	620	1080	737	— 343	— 32	682	— 398	— 37
Serang	845	2000	932	— 1068	— 53	668	— 1332	— 67
Pemali	887	963	956	— 7	— 1	977	+ 14	+ 2
Sampean	1196	500	1189	+ 689	+ 138	949	+ 449	+ 90
Tjimanoek	3320	900	2412	+ 1512	+ 168	1025	+ 125	+ 14
Rekenkunstig gemiddelde					84%			40%
afgebraïsch id.					+ 55%			— 2%

De percentages geven aan hoeveel de berekende afvoer grooter of kleiner is dan de werkelijk voorgekomen grootste afvoer; het verschil is uitgedrukt in percenten van dien werkelijken grootsten afvoer.

Het rekenkunstig gemiddelde, d.w.z. het gemiddelde, dat gevonden wordt zonder op de teekens te letten, is maatgevend voor de bruikbaarheid der verkregen uitkomsten. Het algebraisch gemiddelde is dit niet, want het kan toevalligerwijze zeer klein zijn, terwijl de afzonderlijke rivieren enorme afwijkingen vertoonen.

Het wordt alleen medegedeeld, omdat een positief gemiddelde te verkiezen is boven een negatief, daar ten eerste een iets te groot berekenen van de afvoeren veiligheidshalve te verkiezen is boven eene te lage berekening, ten tweede een positieve afwijking na voortgezette waarnemingen, waarbij hier en daar hoogere maxima zullen worden gevonden, kleiner zal worden, terwijl een negatieve afwijking onder die omstandigheden zal toenemen.

In dit opzicht zijn dus de door *Lauterburg* gevonden cijfers boven de mijne te verkiezen.

De zaak krijgt echter een ander aanzien, indien men een splitsing maakt tusschen de 12 in de residenties *Tegal*, *Pekalongan* en *Semarang* gelegen rivieren aan den en de 10 overige rivieren (*Kambeng*, *Pendil*, *Djogonalan*, *Pategoean*, *Tangsi Kedoeng-Larangan*, *Pekalen*, *Progo*, *Sampean*, *Tjimanoek*) aan den anderen kant.

Men vindt dan voor de percentsgewijze afwijkingen de de volgende waarden:

	volgens *Lauterburg*	volgens de gew. berek.
voor de 10 rivieren		
rekenkunstig gemidd..	142%	34%
algebraisch id. ..	+ 142%	+ 33%
voor de 12 rivieren		
rekenkunstig gemidd..	37%	44%
algebraisch id. ..	— 17%	— 30%

Eene beschouwing dezer cijfers leert, dat de nieuwe rekenwijze voor de 10 rivieren zeker verreweg de voorkeur verdient boven die van *Lauterburg*, wiens formules hier over het algemeen veel te hooge uitkomsten geven. Die afwijking is nu tot bescheidene afmetingen teruggebracht en zal bij voortgezette waarnemingen nog kleiner worden.

Met de 12 rivieren in *Tegal*, *Pekalongan* en *Semarang*, doet zich een ander geval voor.

Hier zijn de cijfers van *Lauterburg* nagenoeg immer te laag; de mijne zijn nog lager en wijken dus nog meer van de werkelijkheid af.

Waaraan dit is toe te schrijven is mij niet bekend. Dat de voor de 12 rivieren waargenomen grootste afvoeren meerendeels als geheel en al buitengewoon zouden moeten worden beschouwd en dus, evenals de in de *Pekalen* en de *Sampean* waargenomen maxima, buiten rekening zouden moeten worden gelaten, schijnt over het algemeen niet waarschijnlijk. Bovendien ondergaat het buitengewoon karakter van zulk een afvoer, als hij beurtelings in alle rivieren optreedt, een bedenkelijke beperking.

Het is mogelijk, dat de grootten der stroomgebieden op de topografische kaart, waarvan geen détailbladen zijn uitgegeven, niet juist zijn gemeten.

Zoo zou een verplaatsing van de grens tusschen de *Sragi* en de *Genteng* de uitkomsten der berekening meer met de werkelijkheid in overeenstemming kunnen brengen, maar in menig geval, wanneer aan elkander grenzende rivieren beiden een onvoorzien grooten afvoer vertoonen, zou de verschuiving der grens het verschijnsel niet kunnen verklaren.

Het kan ook zijn, dat de regenval, die in rekening zou moeten worden gebracht, grooter is dan die, welken de waarnemingen, die meerendeels slechts in de lage streken zijn verricht, aangeven, doch dan is het zonderling, dat de grootste afvoer der *Pemali wel* met de uitkomsten der berekeningen in overeenstemming is.

Het is ook mogelijk, dat de bodem hier over het algemeen veel minder poreus is dan in andere streken van *Java* en dat dientengevolge ook in verband met hier werkelijk voorkomende buitengewoon groote maandelijksche regenvallen, de bodem soms zeer weinig water meer kan opnemen en dus de afvoercoefficient $\varkappa = 0.52$ hier veel te laag is aangenomen. Andere omstandigheden, zooals het meer of minder ontwoud zijn van het gebergte, zijn hierop wellicht ook van invloed.

Bijzonder groot is de afwijking tusschen de uitkomst mijner berekening en werkelijkheid bij de *Waloeh*.

De formule van *Lauterburg* gaf hier reeds een veel te lage uitkomst en dit cijfer werd door mij nog in buitengewone mate verlaagd in verband met de zeer uitgerekte gedaante van het stroomgebied en de geringe hoogte van het gebergte.

Uit dit voorbeeld zou men kunnen afleiden, dat het beginsel, waarop die verlaging berust, geheel onjuist is. Toch kan dit niet worden toegegeven en de weinige overeenkomst tusschen het resultaat der berekening en de werkelijkheid zal wel aan andere oorzaken zijn toe te schrijven.

De aandacht wordt er op gevestigd, dat het in rekening brengen van de languitgerekte gedaante van het stroomgebied een zeer bevredigende verklaring gaf van den betrekkelijk kleinen maximum-afvoer der *Djogonalan*.

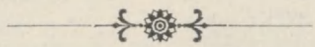
Alles te zamen genomen blijven er nog zeer vele feiten over, waarvoor geen bevredigende verklaring kan worden gevonden en mag ik, aan het einde van mijnen arbeid gekomen, hierin niet meer zien, dan eene geenszins op geheel bevredigende wijze geslaagde poging om tot de oplossing van het vraagstuk te geraken.

BATAVIA, Januari 1896.

Het lid van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,

A. P. MELCHIOR.

WATERVOORZIENING DOOR TOEPASSING VAN WATERRAMMEN TE POELOE WEH.



INLEIDING:

Het jaar 1893 is voor onze vestiging op *Atjeh* zeer belangrijk geweest, wijl in dit jaar tot eene ingrijpende verandering van onze Atjeh-politiek, de toepassing van het systeem van Generaal DEIJKERHOFF, werd overgegaan.

Doch naast deze gebeurtenis op oorlogs- en politiek gebied had er ook eene plaats op het gebied van den handel, die voor de toekomst van evenzeer groote beteekenis kan worden. In de maand Februari van dat jaar werd een détachement militairen van ongeveer honderd man overgebracht naar het plaatsje *Sabang* en *Poeloe Weh* en in een tijdelijk kampement ondergebracht, om zoo noodig bescherming te verleenen bij den bouw der belangrijke werken, die aan de *Sabangbaai* zouden worden uitgevoerd

Toen korten tijd daarna de Civiele en Militaire Gouverneur van Atjeh, omringd door een grooten staf van ambtenaren en officieren van land- en zeemacht, op *Poeloe Weh* verscheen en op plechtige wijze de Nederlandsche vlag deed hijschen, was onze vestiging op het eiland een voldongen feit geworden.

Poeloe Weh ligt juist in de route der schepen, die zich uit den Indischen Oceaan naar Straat *Malakka* begeven, zoodat zij zelfs nu eens ten Noorden, dan weer ten Zuiden van het eiland passeeren. Het bezit in de *Sabangbaai* een natuurlijke haven, zoo ruim en zoo veilig, als voor menige andere zeeplaats slechts met groote moeite en kosten kon worden verkregen. En al is *Weh* op het oogenblik, wat zijn achterland betreft, in het nadeel bij *Penang*, dat een levendigen handel op de kuststreken aan wêerszijden van Straat *Malakka* drijft en hiervan voor een groot deel zijn bestaan te danken heeft, zoo hopen wij toch allen nog eens te beleven, dat op Groot-Atjeh een toestand van vrede zal heerschen en dan zal deze vruchtbare landstreek, met de rijkdommen, welke volgens geruchte in de bergen verscholen zijn, een achterland vormen, dat voorzeker bij *Malakka* niet ver zal behoeven achter te staan.

Op dit oogenblik zijn reeds steigers en steenkolenloodsen voor de levering van Ombilien- en Cardiffkolen gebouwd, terwijl de leverantie daarvan reeds is aangevangen. Ter bescherming van de daartoe benoodigde gebouwen en tot instandhouding en uitoefening van ons gezag werd eene versterking gebouwd en een etablissement voor de civiele ambtenaren opgericht.

De ligging dezer gebouwen en werken blijkt uit Plaat I, figuur 1.

Langs het Noordelijk strand van de *Sabangbaai* strekt zich een twee à drichonderd meter breede strook vlak terrein uit-waarvan een deel is afgestaan voor de gebouwen van de steenkolen-leverantie. Ten Noorden van deze vlakte verheft het terrein zich vrij steil tot 30 à 40 Meter hoogte en vormt hier een uitgestrekt plateau. Op den rand hiervan, het plateau bestrijkende en de vlakte langs het strand beheerschende, is onze versterking gebouwd en, zooals op *Atjeh* gebruikelijk is, in de onmiddellijke nabijheid daarvan het civiel etablissement.

De keuze van dit emplacement voor onze militaire en civiele vestiging bood uit een hygiënisch en defensief oogpunt zulke groote voordeelen aan, dat over een bezwaar moest worden heengestapt, dat zich daarbij deed gelden nl. de moeilijkheid, welke aan de watervoorziening verbonden zou zijn. Op het plateau werd geen water gevonden en de naastbij gelegen prise-d'eau van voldoende vermogen en goede kwaliteit van water was op ongeveer 1800 Meter verwijderd en ongeveer 25 Meter lager dan het gekozen emplacement gelegen.

Het water moest dus door middel van een lange leiding worden aangevoerd. Het moest bovendien door mechanische middelen opgevoerd worden. Vooral het eerste was een groot bezwaar, daar het kwalijk gezinden gemakkelijk zou vallen den aanvoer van het water af te snijden; doch hierin moest als onvermijdelijk worden berust. Men zou zorgen in de versterking altijd een hoeveelheid water in voorraad te hebben, waarmede men zich in geval van nood gedurende eenige dagen zou kunnen behelpen. Daar een langdurige insluiting zoo goed als onmogelijk kon worden geacht, kon hiermede worden volstaan.

Hoe het tweede bezwaar werd opgelost zal uit het volgende blijken.

Algemeene inrichting.

Wanneer wij de waterleiding, die daartoe werd ontworpen en uitgevoerd van de bron naar de plaatsen van verbruik volgen, treffen wij achtereenvolgens aan: de prise-d'eau, de hoofdaanvoerleiding, het vóórreservoir, de installatie voor het opvoeren van het water (bestaande uit valpijpen, waterrammen en perspijpen), het hoogreservoir en de distributieleiding (zie plaat, IX, fig. 1, 2 en 3.)

De *prise-d'eau* bestaat uit een groep van bronnen van de Kroëng *Kroëng Pantjoe*, die door het bekleeden der van het bekken, waarin zij opwellen en het metselen van een stuw met overloop, is veranderd in een soort bronreservoir, waarvan de waterspiegel gelegen is op + 14.50 (gemiddelde hoogte van den zeespiegel). De bronnen hebben in gewone tijden te zamen een debiet van 700 à 750 Liter per minuut. Bij lang aanhoudende droogte neemt het belangrijk af, doch blijft altijd grooter, dan de door de hoofdleiding afgevoerde hoeveelheid, die slechts 240 Liter per minuut bedraagt. Het meerdere stroomt over den overloop weg langs de oude bedding van het riviertje.

De *hoofdaanvoerleiding* bestaat uit gegoten ijzeren buizen van 10 cM. middellijn, welke in- en uitwendig door een ingebrande teerlaag zijn beschermd. Zij heeft een lengte van 1508 Meter en eindigt in

het *vóórreservoir*, een plaatijzeren bak, 1.80 M. lang en 0.90 M. breed en hoog, die dient om te voorkomen, dat de stootende beweging van het water in de valpijpen bij het in werking zijn van de rammen, op de hoofdleiding zou worden overgebracht. De overlooppijp van dit reservoir is gelegen op + 8.50 M., dus 6 M. lager dan de waterspiegel in de prise d'eau. Berekent men voor dit verval volgens de formule van DARCY voor nieuwe buizen het debiet van de hoofdleiding, dan zal men daarvoor vinden 4.375 Liter per seconde, terwijl het in werkelijkheid 4 Liter bedraagt. Mocht het debiet door roest of afzetting in de buizen nog met een derde verminderen, dan blijft altijd nog water genoeg beschikbaar voor de werking der waterrammen.

De *installatie voor het opvoeren van het water* is geheel dubbel. Elk der twee deelen bestaat uit een valpijp, een waterram en een persleiding, welke nagenoeg geheel overeenkomen (Pl. IX fig. 2/3).

De valpijp is een 36 M. lange buis van getrokken ijzer, wijd $2^1/_2''$, welke het water uit het vóórreservoir naar den waterram voert.

De waterrammen zijn geplaatst op een gemetseld voetstuk en overdekt met een plaatijzeren kast, om ze af te sluiten voor voorbijgangers.

Een deel van het door de valpijp aangevoerde water wordt door den waterram gedrukt in de persleiding en aldus opgevoerd naar het hoogreservoir. Die persleiding is lang 301.5 Meter en bestaat uit getrokken ijzeren buizen van $1^1/_2''$.

De waterspiegel in het vóórreservoir staat, zooals wij reeds vermeldden op + 8.50 M., de sluitklepppen van de rammen zijn geplaatst op + 2.50 M., zoodat tusschen beide een verval bestaat van 6 Meter.

Het water stroomt uit de persleiding op + 43.20 M., dus op 40.70 M, boven den waterram en op 34.70 M. boven den waterspiegel in het vóórreservoir.

Het *hoogreservoir* is een plaatijzeren bak, op eene stelling van balken en kolommen geplaatst, teneinde voldoende drukhoogte te krijgen voor de *distributieleiding*, die het water van dit reservoir naar de plaatsen van verbruik voert.

Beschrijving van den waterram.

In de figuren 4, 5, 6 en 7 van Plaat IX vinden wij afbeeldingen van den waterram, zooals hij uit Europa is ontvangen, terwijl in figuur 8 de waterram is geteekend, zooals één der rammen tijdens de beproeving is gewijzigd.

Hij bestaat uit de volgende onderdeelen: het voetstuk, den windketel, de persklep en de sluitklep met houder.

Het *voetstuk* is een lichaam van gegoten ijzer. Het heeft vier pooten, waarmede het met behulp van dookbouten op het metselwerk bevestigd kan worden. Op het cirkelvormige bovenvlak wordt de windketel bevestigd, waartoe in den rand van dat gedeelte gaten voor schroefbouten zijn gemaakt. Tusschen windketel en voetstuk wordt bij het aanbrengen een ring van India-rubber als pakking aangebracht. In het voetstuk bevinden zich drie kanalen. Het wijde kanaal AB vormt de voortzetting van de valpijp, die bij A kan worden aangeschroefd. Het staat in verbinding met den windketel door de opening C, die door de persklep P kan worden afgesloten.

Het uiteinde van het kanaal bij B kan worden afgesloten door de sluitklep S. De beide kanalen *a b* komen aan het eene einde uit in het bovenvlak van het voetstuk binnen den windketel en aan het andere einde aan weerszijden van het voetstuk.

Er zijn twee zulke kanalen om de persleiding, die met behulp van een plaat met een van schroefdraad voorziene opening aan één daarvan wordt aangesloten, naar verkiezing naar rechts of naar links te doen loopen.

Het andere kanaal wordt dan door een sluitplaat afgesloten en wordt niet gebruikt. Deze kanalen zijn niet door kleppen afgesloten.

De *persklep P* bestond bij den uit Europa ontvangen ram uit een leeren klep, door middel van een metalen dwarsstukje en een paar schroefjes op het voetstuk bevestigd, terwijl de lip daarvan door een opgelegd stukje metaal was verzwaard en versterkt.

Deze lederen klep heeft niet voldaan, daar zij rimpelde en dan geen goede afsluiting meer vormde, terwijl bovendien de stijfheid van het leer de snelle beweging der kleppen belemmerde en voor het overwinnen daarvan veel arbeid verloren ging.

Voor de beide rammen werd nu eene andere inrichting gemaakt, die wij zien afgebeeld in figuur 8 Pl. IX en die zeer goed heeft voldaan.

Hier bestaat de klep uit een metalen plaatje met een stift aan de onderzijde in het midden.

Die stift dient als geleider voor de klep en loopt te dien einde door een kokertje, dat met drie armen verbonden is aan den cylinder-vormigen metalen rand, die om de opening in het bovenvlak van het voetstuk geplaatst is. De aansluiting van de klep aan dien rand is conisch afgemerkt en daarin geslepen.

Aan den rand is een stalen beugeltje bevestigd, waarin een regelingsschroef is geplaatst, die de beweging van de klep beperkt en gelegenheid geeft hare slagwijdte naar verkiezing te regelen.

De klep opent zich naar boven en is gesloten in den laagsten stand. Zijn valpijp en persleiding met water gevuld, dan staat op de bovenzijde van de klep de waterdruk uit de persleiding, die veel grooter is, dan de aan de onderzijde werkende druk uit de valpijp, zoodat de klep in gesloten toestand in rust blijft staan.

Aan deze inrichting zijn later nog twee wijzigingen aangebracht, die niet in de teekening zijn aangegeven. Zij bestaan in het plaatsen van een contra-moertje op de regelingschroef en het maken van een rand met twee ooren, om de bevestiging op het bovenvlak van het voetstuk met behulp van twee moerboutjes mogelijk te maken, daar de oorspronkelijke bevestiging onvoldoende bleek.

De *windketel* van de uit Europa ontvangen rammen was van gietijzer vervaardigd. Hij had een inhoud van 17.74 Liter. Bij de beproeving is één der windketels gescheurd en daarvoor een nieuwe koperen aangemaakt, zooals in figuur 8 van Plaat IX is afgebeeld. Aangezien de eerste proeven tot minder gunstige resultaten leidden, en vermoed werd, dat dit mede te wijten zoude zijn aan den te kleinen inhoud van den windketel, werd besloten dezen grooter te nemen en voor den nieuwen ketel te brengen op 52 Liter.

De *houder met sluitklep* wordt bij B op het voetstuk bevestigd. Hij bestaat uit een cylindervormigen rand, waarin de sluitklep zich op en neer beweegt en waarvan de bovenrand naar binnen ombuigt en conisch is afgewerkt voor de aansluiting aan die klep. Het kokertje, dat tot geleiding dient voor de stift van de sluitklep is door twee armen H met dit onderste gedeelte verbonden.

Op de buitenzijde is dit kokertje voorzien van een schroefdraad voor de moer M, die hooger of lager gesteld kan worden om de slagwijdte van de klep te regelen en in den goeden stand kan worden vastgezet door de contra-moer M^1. Op die moer M. rust in den laagsten stand van de sluitklep de moer M^2, die op de stift van deze geschroefd is en met een spietje wordt vastgezet. De hoogste stand van de sluitklep is die, waarbij zij aansluit aan het naar binnen gebogen gedeelte van den cylindervormigen rand, zooeven vermeld. Hoe hooger men de moer M. plaatst hoe geringer derhalve de slagwijdte wordt. Door het uittrekken van het spietje en het afschroeven van de moer M^2. kan de sluitklep uit den houder genomen worden.

De sluitklep zelve bestaat uit de zooeven genoemde geleidingsstift met moer M^2. en uit een aan de stift gegoten schotel, die tot afsluiting der opening in den hoogsten stand der klep dient. Men moet hierbij bedenken, dat de buis AB in verbinding staat met het vóórreservoir en dat dus het water in dit reservoir en in de valpijp op de onderzijde van de klep drukt en deze, wanneer de toestel in rust is, gesloten houdt.

Aan den schotel is een kleine, cylindervormige rand *r* verbonden door een zestal ribben, waarvan wij er in de figuur twee in doorsnede en twee in aanzicht zien. Staat de klep in den laagsten stand (zooals zij geteekend is), dan kan het water door de openingen tusschen den schotel en dezen rand en vervolgens over het bovenvlak der klep uit de opening hh. stroomen.

Werking van den waterram.

Denken wij ons den toestel in rust, het voorreservoir, de valpijp en de persleiding gevuld, dan is de persklep gesloten onder den druk van het water in de persleiding, en de samengeperste lucht in den windketel, en de sluitklep onder den druk van het water in de valpijp en het vóórreservoir. Om den toestel in werking te zetten behoeft men nu slechts met de hand de sluitklep een oogenblik neer te drukken en daarna weder los te laten.

Zoodra die klep wordt neergedrukt, zal het water uit de valpijp beginnen te stroomen en wel met een eenparig toenemende snelheid. Bij deze strooming van het water ondervindt de sluitklep een druk op haar ondervlak, die grooter wordt naarmate de snelheid van het water toeneemt, tot op een gegeven oogenblik de snelheid hiervan zoo groot wordt, dat de klep wordt opgelicht en zich plotseling sluit.

Het water heeft nu een zekere snelheid gekregen; bij het plotseling sluiten van de opening, waardoor het een uitweg vond, zal het tengevolge van de traagheid de persklep openstooten, zoodat een weinig water daardoor in den windketel stroomen zal.

Door den grooten tegendruk, welken het echter bij de geopende persklep ondervindt van de kolom water in de persleiding, zal de snelheid spoedig zijn uitgeput en nu valt de persklep weer dicht. Gedurende den tijd, welke voor het dichtvallen van deze klep noodig is en die zeer gering is, in vergelijking met dien, welken zij geopend is geweest, zal een weinig water terugstroomen in de valpijp en zal het water in deze buis dus een kleine teruggaande beweging naar het vóórreservoir krijgen, die tengevolge heeft, dat op het oogenblik, waarop de persklep geheel dicht is, een zuigende werking wordt uitgeoefend op het ondervlak van de sluitklep en deze weder openvalt.

Nu begint weer hetzelfde, het water stroomt weer uit de sluitklep en doet deze dicht slaan, een weinig water dringt in den windketel door de persklep heen, doch spoedig sluit deze zich weer; door de teruggaande beweging, die tengevolge hiervan ontstaat, valt de sluitklep weer open en zoo voort.

Dit beurtelings openen en sluiten der kleppen geschiedt zeer snel, de rammen te *Poeloe Weh* werken met 82 à 84 slagen in de minuut.

Bij de proeven genomen voor het in werking stellen der rammen varieërde de snelheid der slagen onder verschillende omstandigheden van 54 tot 300 slagen per minuut. Hoe kleiner de slagwijdte der kleppen en hoe

korter de valpijp werd genomen, hoe sneller de toestel werkte.

De lucht in den windketel staat onder grooten druk en lost dientengevolge langzamerhand in het water op. Te *Poeloeh Weh* wordt dit nog bevorderd door de omstandigheid, dat het water zeer weinig luchthoudend is.

Het is daarom noodig van tijd tot tijd de lucht aan te vullen. Een der prospectussen gaf aan, dat dit automatisch kon geschieden door aan de bovenzijde van de valpijp nabij den ram een kleine opening te boren. Hierdoor werd dan bij elken slag een weinig lucht in de leiding gezogen en kwam met het water in den windketel, WEISBACH geeft de beschrijving van eene inrichting die op hetzelfde principe berust. Tusschen persklep en sluitklep wordt een klein mondstukje geplaatst, waarin zich een naar binnen opengaand klepje bevindt. Bij de teruggaande beweging van het water in de valpijp, waarbij de druk hiervan tot beneden den atmospherischen druk daalt, wordt dan een weinig lucht naar binnen gezogen.

Te *Poeloe Weh* is in elke persleiding een hoofdkraan en tusschen deze en den ram een met dop gesloten ⊤ stuk geplaatst, terwijl de aanvoerleiding door een stop in het vóórreserooir kan worden afgesloten.

Om den anderen dag worden nu de kranen en stoppen gesloten en de doppen van de ⊤ stukken genomen, zoodat dan de windketels leeg loopen en zich op nieuw met lucht vullen.

Werkingsgraad van het werktuig.

Het arbeidsvermogen van plaats, dat de hoeveelheid water in het vóórreservoir ten opzichte van het werktuig bezit en dat wij kunnen uitdrukken door q H. K. G. M., wanneer q het aantal Liters of K.G. water, welke per minuut aan het werktuig worden toegevoerd, en H het hoogte-verschil tusschen den waterspiegel in het vóórreservoir en de sluitklep voorstelt, wordt door het werktuig omgezet in een bedrag q_1 H_1 K.G.M., dat de veel kleinere opgevoerde hoeveelheid water q_1 bezit, doordat het tot een veel grootere hoogte H_1 boven het werktuig wordt opgevoerd.

Verwaarloozen wij alle schadelijke invloeden als wrijving, stootwerking enz., dan zou volgens de wet van het behoud van arbeidsvermogen $q\ H = q_1\ H_1$ moeten zijn.

In werkelijkheid is $q_1\ H_1$ natuurlijk kleiner dan q H en wordt door

$$n = \frac{q_1\ H_1}{q\ H}$$

de werkingsgraad van het werktuig aangegeven.

WEISBACH geeft voor den werkingsgraad een andere waarde aan, namelijk de waarde

$$\eta = \frac{Q_1\ h_1}{Q\ h}$$

waarin Q_1 de hoeveelheid opgevoerd water en Q die welke uit de sluitklep wegstroomt, h_1 de opvoerhoogte boven het vóórreserooir en h het verval van dit reservoir tot den ram beteekent.

Het verschil komt hierop neer, dat WEISBACH in teller en noemer niet mederekent het arbeidsvermogen van plaats Q_1 h K.G.M., dat de hoeveelheid water Q_1 eerst verliest bij het dalen over de hoogte h en daarna weer herwint bij het opstijgen tot het oorspronkelijk peil. Dit blijkt duidelijk, wanneer wij de waarde n, door ons hierboven aangegeven uitdrukken met gebruikmaking van de notaties van WEISBACH. Wij vinden dan

$$n = \frac{Q_1\ (h_1 + h)}{(Q + Q_1)\ h} = \frac{Q_1\ h_1 + Q_1\ h}{Q\ h + Q_1\ h}$$

De waarde n is de op de prospectussen gebruikelijke en m. i. de meest rationeele.

Ter beoordeeling van den werkingsgraad van een werktuig behoort men toch rekening te houden met de totale hoeveelheid arbeidsvermogen, die daaraan wordt toegevoerd en die daardoor weer wordt opgeleverd.

De verschillende invloeden, welke de werking van den toestel belemmeren en dus een schadelijken invloed uitoefenen op den werkingsgraad zijn o. a. de wrijving in de buizen, het arbeidsvermogen, dat verloren gaat voor het doen bewegen der kleppen, door de stootende werking van het water op de kleppen en het water in valpijp en windketel onderling, het binnendringen van een weinig lucht in de valpijp bij de teruggaande beweging van het water waardoor de sluitklep geopend wordt, enz.

Het nuttig effect is geringer naarmate de verhouding van opvoerhoogte tot valhoogte kleiner wordt. Voorzeker is dit de voornaamste factor, waarvan het afhankelijk is, doch er zijn ook andere omstandigheden daarop van invloed, zooals bijv. de slagwijdte en het gewicht der kleppen, de inhoud van den windketel e. d.

WEISBACH geeft voor de bovenvermelde notaties aan de formule

$$\eta = 1.12 - 0.2 \sqrt{\frac{h_1}{h}}$$

waaruit volgt:

voor $\frac{h_1}{h}$ =	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20
η =	0.920	0.837	0.774	0.720	0.673	0.630	0.555	0.488	0.427	0 345	0.226

Bij groote opvoerhoogten wordt het daarom beter geacht in plaats van één ram er meerdere te plaatsen en het water door den eenen naar den anderen te doen toevoeren.

Toetsen wij de bovenvermelde formule aan de uitkomsten verkregen met de waterrammen te *Poelos Weh*.

Deze verbruiken per minuut een hoeveelheid water $Q + Q_1 = 0.0771$ M³,

waarvan wordt opgevoerd $Q_1 = 0.0067$ M³.

De valhoogte h bedraagt 6 Meter, de opvoerhoogte h_1 boven het voorreservoir 34.7 M.

De werkingsgraad volgens de definitie van WEISBACH bedraagt dus

$$\eta = \frac{34.7 \times 0.0067}{6 \times 0.0704} = 0.55$$

terwijl het volgens de door hem gegeven formule zou moeten bedragen

$$\eta = 1.12 - 0.2 \sqrt{\frac{34.7}{6}} = 0.639.$$

Het is dus 9,1% kleiner, dan de theorie aangeeft.

Dit verschil zal ten deele geweten moeten worden aan de onvolkomenheid van de gebruikte toestellen, voor een ander deel aan de omstandigheid dat te *Poeloe Weh* de persleiding een zeer groote lengte heeft en het water daarin dus veel weerstand ondervindt.

De werkingsgraad volgens de door ons aangegeven definitie bedraagt

$$n = \frac{0.0067 \times 40\ 7}{6 \times 0.0771} = 0.59$$

Afmetingen van den waterram.

Waar zoovele omstandigheden op de werking van den toestel van invloed zijn, is het duidelijk, dateen wiskundige behandeling van die werking van zeer weinig waarde moet zijn of wel uiterst ingewikkeld zal worden.

WEISBACH geeft er een theorie van, waarbij alle neven invloeden verwaarloosd worden, behalve die van het instroomen van lucht in de sluitklep bij de teruggaande beweging van het water; doch ik acht het nutteloos den lezer hiermede te vermoeien; te meer, omdat die theorie ten slotte toch niet de minste gegevens oplevert voor de berekening van de afmetingen van den ram. Deze berusten geheel op ervaring.

In het jaar 1805 gaf EYTETWEIN een verhandeling uit, waarin hij de resultaten mededeelde van een lange reeks van proeven, waarbij evenwel de afmetingen van de werktuigen zeer beperkt waren en de opvoerhoogte slechts gering.

Zoo bedroeg de grootste lengte van de valpijp slechts 13.6 Meter, de grootste opvoerhoogte slechts 14.8 Meter en de grootste verbruikte hoeveelheid water per minuut slechts 31 Liter. Hij leidde uit deze proeven de volgende regels af voor de constructie van den ram.

1°. De wijdte van de valpijp moet, wanneer Q en Q_1 in M³. per minuut gegeven zijn bedragen

$$d = 300 \sqrt{Q + Q_1} \text{ m.M.}$$

2°. De lengte l van de valpijp moet bedragen $l = h_1 + 0.3 \frac{h_1}{h}$ Meter.

3°. De persleiding moet een middellijn hebben $d_1 = \frac{1}{2} d$.

4°. Het oppervlak der uitstroomingsopening moet gelijk zijn aan de doorsnede van de valpijp.

5°. De sluitklep moet zoo licht zijn, als met het oog op de benoodigde sterkte mogelijk is.

6°. De beide kleppen moeten zoo dicht mogelijk bij elkander geplaatst zijn.

7°. De inhoud van den windketel kan voldoende geacht worden, wanneer hij gelijk is aan den inhoud van de persleiding (1).

Wanneer men voor eenige gevallen volgens deze regels de afmetingen van een ram berekent en deze vergelijkt met die van de prospectussen der leveranciers, dan blijkt, dat de laatsten over het algemeen kleiner zijn.

Vergelijken wij de afmetingen, welke de waterrammen te *Poeloe Weh* bezitten met die, welke zij volgens deze regels zouden moeten hebben.

Wij gaan daarbij uit van de verwerkte hoeveelheid water $Q + Q_1 = 0.0771$ M³. waaruit volgt voor de wijdte van de valpijp:

$$d = 300 \sqrt{(Q + Q_1)} = 73.5 \text{ m.M.}$$

terwijl zij bedraagt 63 m M.

Voor de lengte van de valpijp vinden wij

$l = h_1 + 0.3 \frac{h_1}{h} = 36{,}4$ M, terwijl door de proeven is gebleken, dat een lengte van 36 M. het beste voldoet.

Voor de persleiding moet de wijdte bedragen $\frac{1}{2} \times$ de wijdte der valpijp dus $\frac{1}{2} \times 73.6 = 36.8$ m.M. Het prospectus gaf aan 26 m.M.

De kanalen a. b. in het voetstuk van den ram en de eerste of aansluitingsbuis van de perspijp hebben ook deze wijdte, terwijl de verdere leiding, met het oog op de groote lengte daarvan, 375 m.M. wijd werd genomen.

De wijdte van de uitstroomingsopening bedraagt 58 m.M. terwijl de valpijp wijd is 63 m.M.

De sluitklep weegt bij den waterram te *Poeloe Weh* 1.167 K.G. Geheel in strijd met den vijfden regel van EYTELWEIN bleek, dat door het belasten van dezen klep de hoeveelheid opgevoerd water toenam. Bij een belasting van 0.864 maal het eigen gewicht nam het debiet zelfs met ruim 25 % toe.

De afstand der beide kleppen gemeten langs de as van de valpijp bedraagt 25 c.M. De eigenaardige vorm van den windketel is vermoedelijk zoo gekozen om dezen afstand gering te kunnen nemen.

De inhoud van den windketel bij de uit Europa ontvangen rammen bedroeg slechts 17.74 Liter. De nieuwe ketel te *Atjeh* aangemaakt kreeg een inhoud van 52 Liter. Volgens de noot op den 1den regel van EYTELWEIN berekend, zou bij moeten bedragen 44 Liter.

(1) EYTELWEIN neemt aan dat de persleiding vertikaal naar boven voert. Bij een hellende leiding van groote lengte zou men door dezen regel tot overdreven afmetingen komen. Men neme dan den inhoud van een buis even wijd als de persleiding en ter lengte van de opvoerhoogte.

Hoewel met den kleinen windketel iets grooter debiet werd verkregen, komt mij met het oog op het minder hevige stooten bij een grooteren windketel, de grootste inhoud de beste voor.

Resumeerende zien wij dus, dat alle afmetingen vrijwel overeenkomen met die, welke uit de regels van EYTELWEIN volgen.

Alleen voor de valpijp en de uitstroomings-opening is het verschil nog al groot; terwijl een gering gewicht van de sluitklep niet noodig blijkt.

De waterrammen zijn geleverd door de firma PECK & C°. te *Amsterdam* volgens een door haar aangeboden prospectus, hetwelk aangaf, dat dit nummer per minuut verwerkte 125 Liter water. In werkelijkheid blijkt deze hoeveelheid veel minder te zijn nl. slechts 77 Liter.

Er waren twee rammen besteld met het doel één daarvan als reserve te doen dienen. Thans heeft men beide rammen in werking moeten stellen om een voldoende hoeveelheid water naar de versterking op te voeren en is nog een derde ram te *Atjeh* als reserve aangemaakt.

Bij de bestelling werd uitgegaan van de meening, dat de proeven van EYTELWEIN, zoowel wegens de beperkte afmetingen der werktuigen, het geringe debiet en de geringe val- en opvoerhoogte, alsook omdat de werktuigen sedert een veel volmaakter vorm zouden hebben verkregen, van ondergeschikte waarde waren en dat de prospectussen, die vrij wel overeenstemden en op de ervaring behoorden te berusten in dit opzicht meer vertrouwen verdienden. De uitkomst heeft echter het tegendeel bewezen.

Het is noodig, dat de ingenieur op de prospectussen volkomen kan vertrouwen en dat deze hem geen toestellen leveren van een vermogen, zoo belangrijk geringer dan in het prospectus wordt voorgespiegeld. Mijns inziens wordt de goede naam van een leverancier ten zeerste benadeeld, wanneer blijkt, dat hij niet voor de juistheid van zijn opgaven heeft gezorgd.

Opstelling van het vóórreservoir.

Bij het ontwerpen der leiding deed zich de vraag voor, op welke hoogte men met het meeste voordeel het vóórreservoir zou moeten plaatsen.

Het hoogte-verschil tusschen de prise-d'eau en de sluitklep van den ram kon met het oog op het terrein 12 Meter worden genomen. Van dit verval moest een gedeelte worden aangewend, om het water door de lange aanvoerleiding van de prise-d'eau naar het vóórreservoir te voeren, terwijl de rest in den toestel tot werking moest komen. De verdeeling van het verval voor elk dezer doeleinden moest zoodanig geschieden, dat een maximum arbeidsvermogen voor het werktuig beschikbaar kwam.

Noemen wij H het hoogte verschil tusschen de prise-d'eau en de plaats in een zelfwerkend toestel, waar het water tot werking komt, (hier de sluitklep) en H_1 het gedeelte van dit verval, dat besteed wordt voor het aanvoeren van de hoeveelheid water Q door de aanvoerleiding, dan zal het arbeidsvermogen *A* dat voor het werktuig beschikbaar komt, bedragen

$$A = Q\,(H - H_1)$$

Hierin is Q een functie van H_1. Bij een gegeven lengte en wijdte van de aanvoerleiding is de snelheid van het water en dus ook het debiet volgens de formules van DARCY en DUPUIT evenredig met den tweedemachtswortel uit het verval, dus

$$Q = K \sqrt{H_1}$$

wanneer k een constante is.

Substitueeren we deze waarde in die voor het arbeidsvermogen gevonden, dan vinden wij

$$A = k\,H.H_1^{\,1/2} - k\,H_1^{\,3/2}$$

waaruit door differentieeren volgt:

$$\frac{d\,A}{d\,H_1} = \frac{1}{2}\,k\,H.H_1^{\,-1/2} - \frac{3}{2}\,k.\,H_1^{\,1/2}$$

Stellen wij dit differentiaal-quotient gelijk nul dan vinden wij

$$\frac{1}{2}\,k\,H.H.^{\,-1/2} - \frac{3}{2}\,k.\,H_1^{\,1/2} = 0$$

$$H_1 = {}^1/_3\,H$$

A is voor deze waarde een maximum.

Hieruit volgt de volgende regel:

Wanneer het water voor een hydraulisch werktuig wordt aangevoerd door een lange buisleiding, kan de voordeeligste werking verkregen worden, wanneer van het totaal beschikbare verval een derde gedeelte wordt gebezigd voor het overwinnen der wrijvingsweerstanden in de buisleiding en twee derde gedeelten voor de werking van het werktuig.

Deze regel geldt algemeen, zoowel voor oude als voor nieuwe buizen, zoowel voor een waterrad en een turbine als voor den waterram.

Gaat men in de plaats van de formules van DARCY en van DUPUIT uit van die van WEISBACH of van PRONY, dan leidt het gelijk nul stellen van het differentiaal-quotient tot een vierkants-vergelijking, waarvan de bruikbare wortel zeer weinig van de hier gevonden waarden afwijkt.

Volgens den hier afgeleiden regel zou dus de waterspiegel in het vóórreservoir op 8 Meter boven de sluitklep van den ram hebben moeten liggen. Hierop was ook in het project gerekend; doch het bleek bij de beproeving van den ram, dat deze niet solide genoeg was om onder dezen grooten druk te werken. De stooten waren zoo hevig, dat voor het behoud der toestellen gevreesd werd; welke vrees alras gegrond bleek, daar een der windketels scheurde, zoodat hij door den reeds beschreven grooteren windketel vervangen moest worden.

Daar ook bij 6 Meter verval nog een voldoende hoeveelheid water werd opgevoerd en de werking bij dit verval niet te sterk bleek, is toen besloten in afwijking van den

hierboven afgeleiden regel tot een opstelling op die hoogte over te gaan.

Beproeving der rammen.

Nadat de waterleiding met toebehooren geheel was voltooid, met uitzondering van de blijvende opstelling van vóórreservoir en valpijp, werd overgegaan tot het nemen van proeven omtrent de werking van den ram. Ik zou te ver gaan, wanneer ik hier een volledig verslag van deze proeven wilde geven, doch zal trachten een kort overzicht over de resultaten daarvan te leveren.

Bij die proeven werd de valhoogte gewijzigd tusschen 8 en 4 Meter, de lengte van de valpijp van 9 tot 44 Meter, de slagwijdte van de persklep van 1 tot 9 m.M., de slagwijdte van de sluitklep van 1 tot 21 m.M., het gewicht van de sluitklep van 1.167 KG. tot 1.864 maal dat gewicht.

Al bij het begin der proefnemingen bleek, dat de waterram bij 8 M. hoogte niet tegen de hevige stooten bestand was, hoewel de prospectussen aangaven, dat veilig tot een valhoogte van 10 Meter kon worden gegaan. Ook bleken de uit *Europa* ontvangen perskleppen niet te voldoen.

Nadat de nieuwe windketel en de gewijzigde kleppen van *Kota-Radja* waren ontvangen, werden de proeven voortgezet op 6 Meter en 4 Meter. Werd het reservoir lager gesteld, dan verminderde het debiet. Bij 4 Meter werd de werking onregelmatig en hield in den regel niet lang aan, vermoedelijk omdat de verhouding van opvoerhoogte tot valhoogte voor deze onvolkomen toestellen niet boven een zekere grens kan worden opgevoerd.

Het bleek, dat bij een kortere valpijp de slagen sneller en heviger werden, bij 9 Meter stonden rammen, valpijpen en vóórreservoir in zulk een hevige trilling, dat men niet tot kleinere lengte durfde overgaan uit vrees voor beschadiging.

Het blijkt verder, dat een grooter effect wordt verkregen wanneer men, van deze lengte uitgaande, de aanvoerleiding achtereenvolgens langer neemt, totdat een maximum bereikt wordt bij 36 M. lengte en dat bij het nog langer nemen het debiet weder daalt. Groote veranderingen ondergaat het debiet tengevolge dezer wijzigingen niet, hetgeen wel de reden zal, zijn waarom ook de lengten, in de prospectussen aangegeven, zoozeer uiteenliepen en variëerden van 12 tot 40 Meter.

Hoe kleiner de slagwijdte van de persklep werd genomen, hoe grooter het debiet. Dit was bij 9 m.M. het geringst en nam steeds toe tot bij 2 m.M. Dit was echter de onderste grens. Werd zij nog geringer genomen, dan werd de werking onregelmatig en hield niet lang aan.

Daarentegen nam het debiet af, wanneer de slagwijdte van de sluitklep kleiner werd genomen en werd de voordeeligste werking hiervoor gevonden bij 20 m.M. slagwijdte.

Het vermeerderen van het gewicht van de sluitklep had een gunstigen invloed op het debiet, evenwel werden de slagen daarbij heviger, zoodat van dit middel tot verhoogen der werking met het oog op het behoud van het werktuig werd afgezien.

Terwij het debiet der rammen thans bij onbelaste kleppen 400 en 405 L. per uur bedraagt, werd bij overigens gelijke omstandigheden met de maximum toegepaste belasting een debiet van 510 Liter per uur gemeten.

Bij de beproeving bleek ook nog de volgende eigenaardigheid.

Een klein lek in de valpijp heeft tengevolge het onregelmatig werken der sluitklep; men hoort dan een naslag kort op den hoofdslag dezer klep volgen; wordt het lek grooter dan wordt tusschenruimte tusschen naslag en hoofdslag grooter; daarna hoort men twee naslagen en wordt het lek te groot, dan weigert de klep alle werking.

Hetzelfde verschijnsel heeft later een maal tot een storing in het bedrijf aanleiding gegeven.

Oorspronkelijk bevond zich nl. in elke valpijp een hoofdkraan voor het inlaten van lucht in den windketel. Deze zijn echter op den duur niet lekvrij gebleven, zoodat in December jl. één der rammen niet meer en de andere onregelmatig werkte. De kranen zijn toen uitgenomen en vervangen door met behulp van hefboomen beweegbaren stoppen voor de openingen der valpijpen in het vóórreservoir, waarna de rammen weer geregeld werkten.

Besluit.

De waterram bezit vele voordeelen. Ten eerste is het een zeer goedkoop werktuig, de prijzen loopen al naar de gevraagde grootte uiteen van *f* 25.— tot *f* 300.—. Hij neemt verder zeer weinig ruimte in beslag. Men kan hem in de open lucht laten staan en heeft dus geen machinegebouw noodig.

Het is een eenvoudig werktuig in het gebruik, waarvoor geen technisch personeel benoodigd is en dat zeer weinig onderhoud vordert. De kleppen toch zijn de eenige bewegende deelen. Zoo men zorg draagt hiervan steeds eenige in reserve te houden, is het vervangen van een klep, die versleten is of om andere reden niet meer werkt, met weinig kosten en moeite te bewerkstelligen, De rammen te *Poeloe Weh* zijn nu reeds ruim acht maanden in werking en behalve het vervangen van de pakking van een der windketels, het plaatsen van de nieuwe sluitklep, en het hierboven vermelde uitnemen van de kranen uit de valpijp en het vervangen daarvan door stoppen in het vóórreservoir. zijn geen storingen voorgekomen. Zij voeren per dag op 19.2 M^3, terwijl de behoefte, waarop gerekend moest worden, bedroeg 16 M^3.

Het overtollige water wordt gebezigd voor de doorspoeling van goten en riolen, die daardoor steeds in zindelijken staat verkeeren.

De waterram komt mij een zeer bruikbaar werktuig voor, vooral daar, waar val- en opvoerhoogte niet zoo groot zijn als te *Poeloe Weh*, hoewel hij ook dan nog met voordeel kan worden toegepast.

In onze veelal sterk geaccidenteerde Indische terreinen, die dikwijls rijk aan bronnen zijn, zal zich meermalen de gelegenheid tot toepassing voordoen.

BATAVIA, 22 Februari 1896.

W. H. M. SCHADEE.
L. K. I, v. I.

MAXIMUM PEILSCHALEN.

Niet zelden komt het voor dat men bij opname voor bruggen niet wel den hoogst bekenden waterstand in de rivier ter plaatse te weten kan komen, als regel informeert men bij de oudstebewoners in de nabijheid, doch hunne opgaven oopen dikwerf sterk uiteen zoodat zij geen vertrouwen verdienen. Een en ander bracht ondergeteekende op het denkbeeld eene eenvoudige maximum peilschaal samen te stellen waarvan de beschrijving is als volgt:

Het geheel bestaat in een houten kast A uit plankjes van ± 2 cM. dikte vervaardigd. De binnenwerksche maat bedraagt 9.5 cM. diepte en 8.7 cM. breedte.

De hoogte is afhankelijk van den te vermoeden hoogsten waterstand. Aan de voorzijde is een deur, in hoogte gelijk aan de hoogte van de kast aangebracht. In den zijwand tegenover dien waaraan de deur is afgehangen, zijn inkervingen van 0.5 cM. hoogte bij eene breedte van 4.5 cM. gemaakt.

De hoogste waterstand wordt aangegeven door een drijver B welke zich in de kast bevindt. Genoemde drijver heeft den vorm van een parallelopipedum en is van blik of koper vervaardigd.

Aan een der zijden bevindt zich een veerpal, eveneens van blik of koper, welke langs en in de inkerving van den zijwand loopt.

Voorts heeft de drijver aan de drie overige zijden bolvorminge nokken ten einde de wrijving tegen de wanden der kast tot een minimum te brengen.

De lijn van den waterspiegel op den drijver wordt, omdat eenige wrijving, èn door den veerpal èn door de nokken, veroorzaakt, moet worden overwonnen, door indompeling in de kast bepaald.

Op het binnenvlak van de deur is de peilschaal geschilderd; verdeeld in halve en heele decimeters en van een nulpunt voorzien ten einde het toestel in hoogte aan een of ander permanent punt in de nabijheid te kunnen vastleggen en controleeren.

De bodem in de kast is aan de voorzijde 1 cM. los van de deur.

Van boven is de kast afgedekt door een hellend plankje met overstek aan het front en de zijden ter voorkoming van inwatering.

Het sluitwerk van de deur bestaat uit oogplaten en hangslot

De kast wordt door ijzer beslagwerk en schroeven of bouten aan een juk of landhoofd der brug, of waar geen brug is aan een stevig bevestigden paal, verbonden.

De beschreven maximum peilschaal kost, van djatihout, waarbij de drijver van blik of koper vervaardigd is, ongeveer *f* 16 à *f* 20.

In het jaar 1886 werden deze soort peilschalen in de residentie *Djokjakarta* geplaatst, o. a. aan de bruggen *Tjoder* en *Sempor*.

Voorts in 1890 aan de kunstwerken *Sogatie* en *Kedoeng-Tekek* in de afdeeling *Banjoemas*, hebben zij zeer goed voldaan.

TELOK BETONG, 31 Mei 1896.

De opzichter 1e klasse bij de Burgerlijke Openbare Werken.

J, W. F. VAN BRUSSEL.

VRAAG AAN DE LEDEN.

Door een der leden is aan het Bestuur der Afdeeling het volgende meegedeeld:

Het is hem gebleken, dat de dekken van bruggen, waarvan het bovendek uit blokjes gevormd is, na eenigen tijd eene tonrondte aannemen, veel grooter dan die welke er aanvankelijk aan is gegeven.

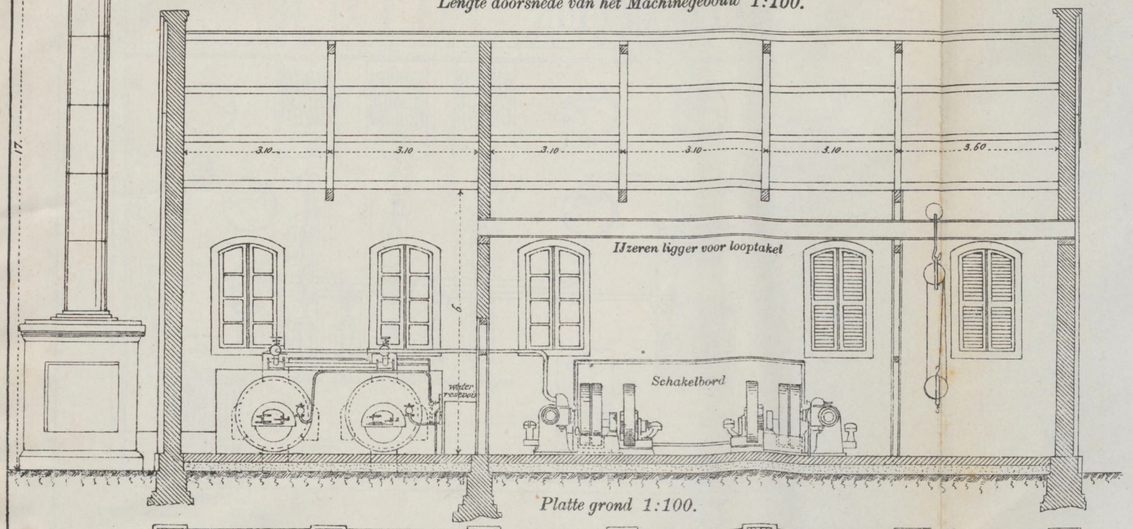
De middenliggers worden daarbij van de draagsteenen opgeheven, zelfs 5 cM. hoog, zoodat alles op de buitenliggers komt te rusten, hetgeen bij de passage van voertuigen tot zeer ongewenschte trillingen aanleiding geeft.

De oorzaak zou naar het oordeel van bovenbedoeld lid gelegen zijn in het door vocht zwellen der blokjes, nadat de tusschenruimten met zand enz. zijn gevuld geworden.

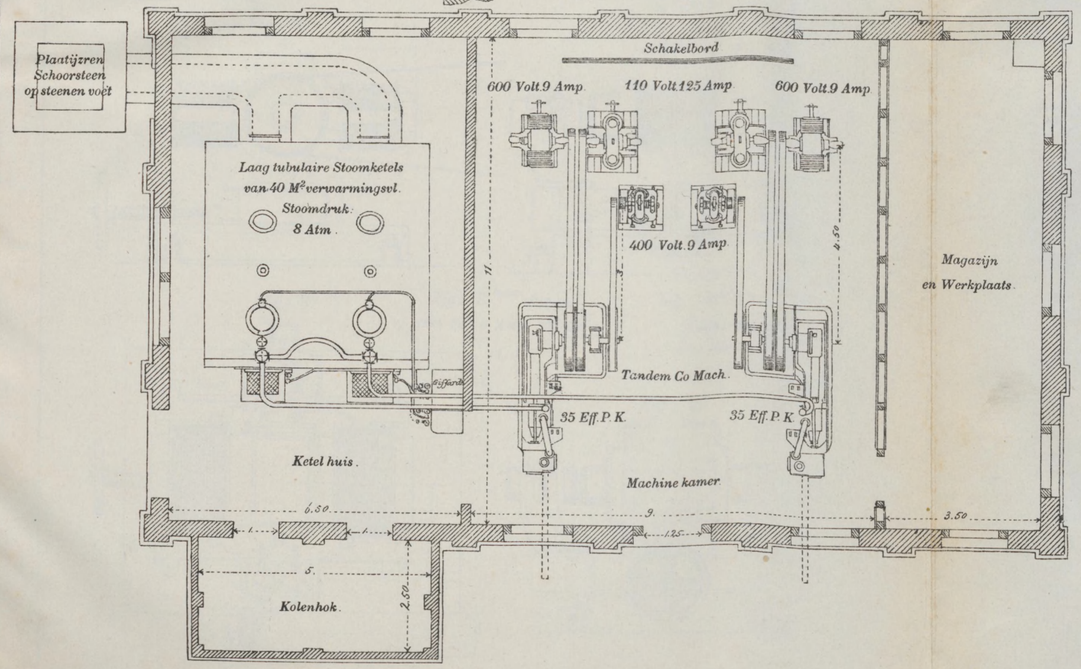
Het Bestuur der Afdeeling noodigt de leden uit om mede te deelen of het zelfde verschijnsel ook door hen is waargenomen, welke naar hun oordeel er de oorzaak van is en door welke middelen het zou kunnen worden voorkomen.

ELECTRISCHE VERLICHTING VAN DE HAVEN TANDJONG PRIOK

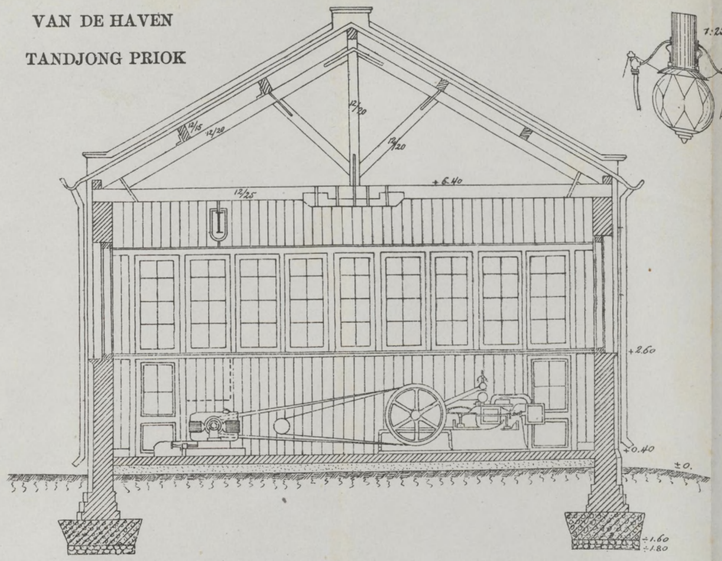
Lengte doorsnede van het Machinegebouw 1:100.



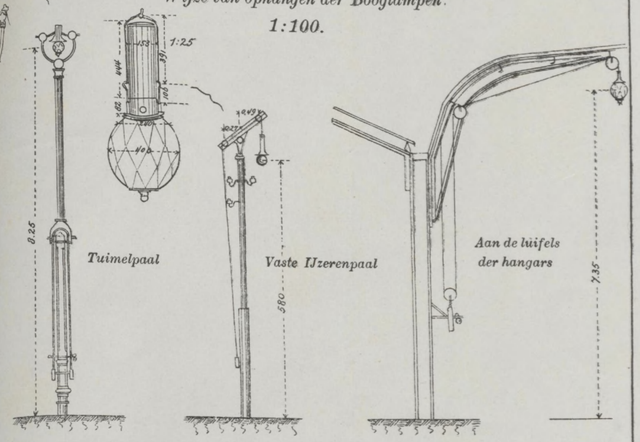
Platte grond 1:100.



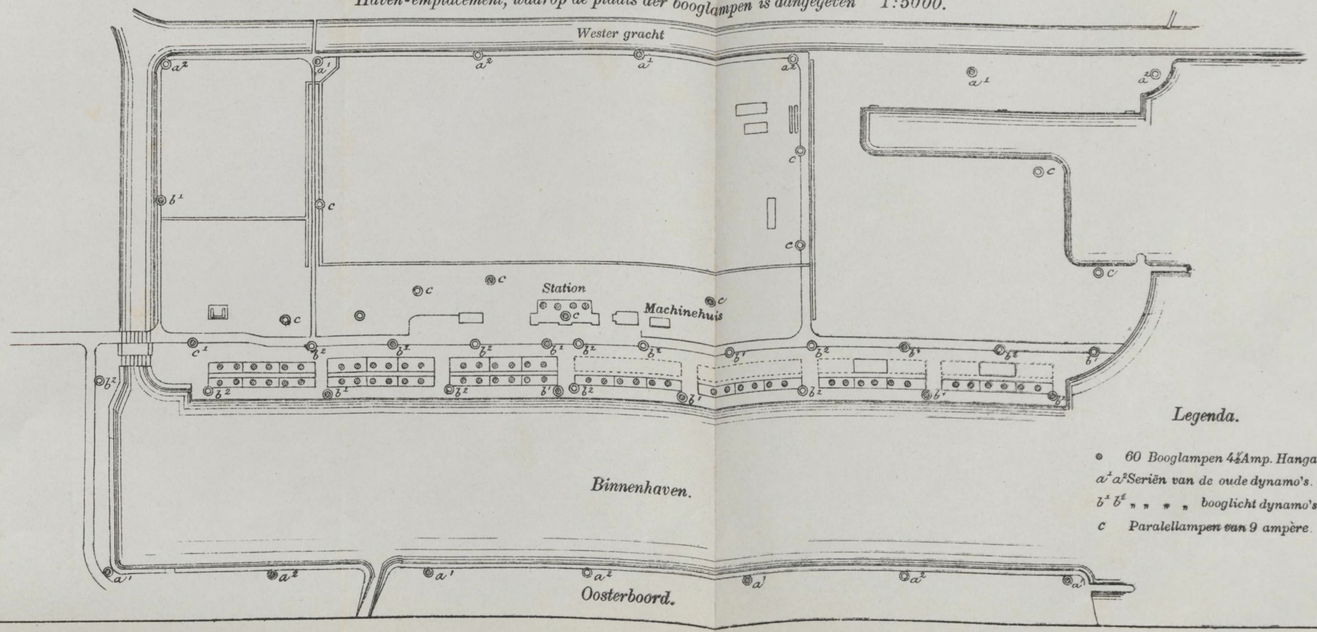
Dwarsdoorsnede 1:100.



Wijze van ophangen der Booglampen. 1:100.



Haven-emplacement, waarop de plaats der booglampen is aangegeven 1:5000.



Legenda.

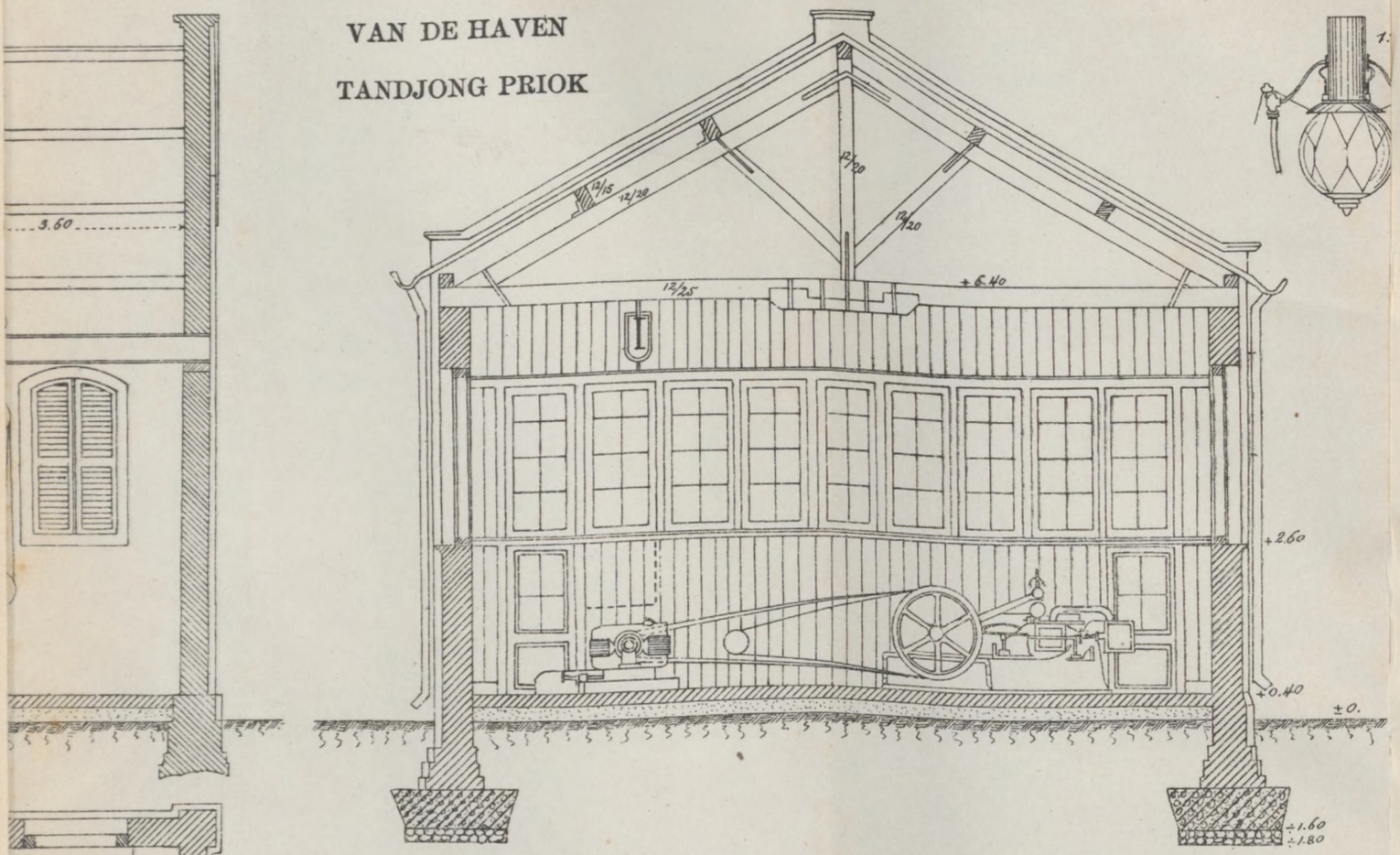
- 60 Booglampen 4½ Amp. Hangars
- $a^1 a^2$ Seriën van de oude dynamo's.
- $b^1 b^2$ „ „ „ „ booglicht dynamo's.
- c Paralellampen van 9 ampère.

ELECTRISCHE VERLICHTING

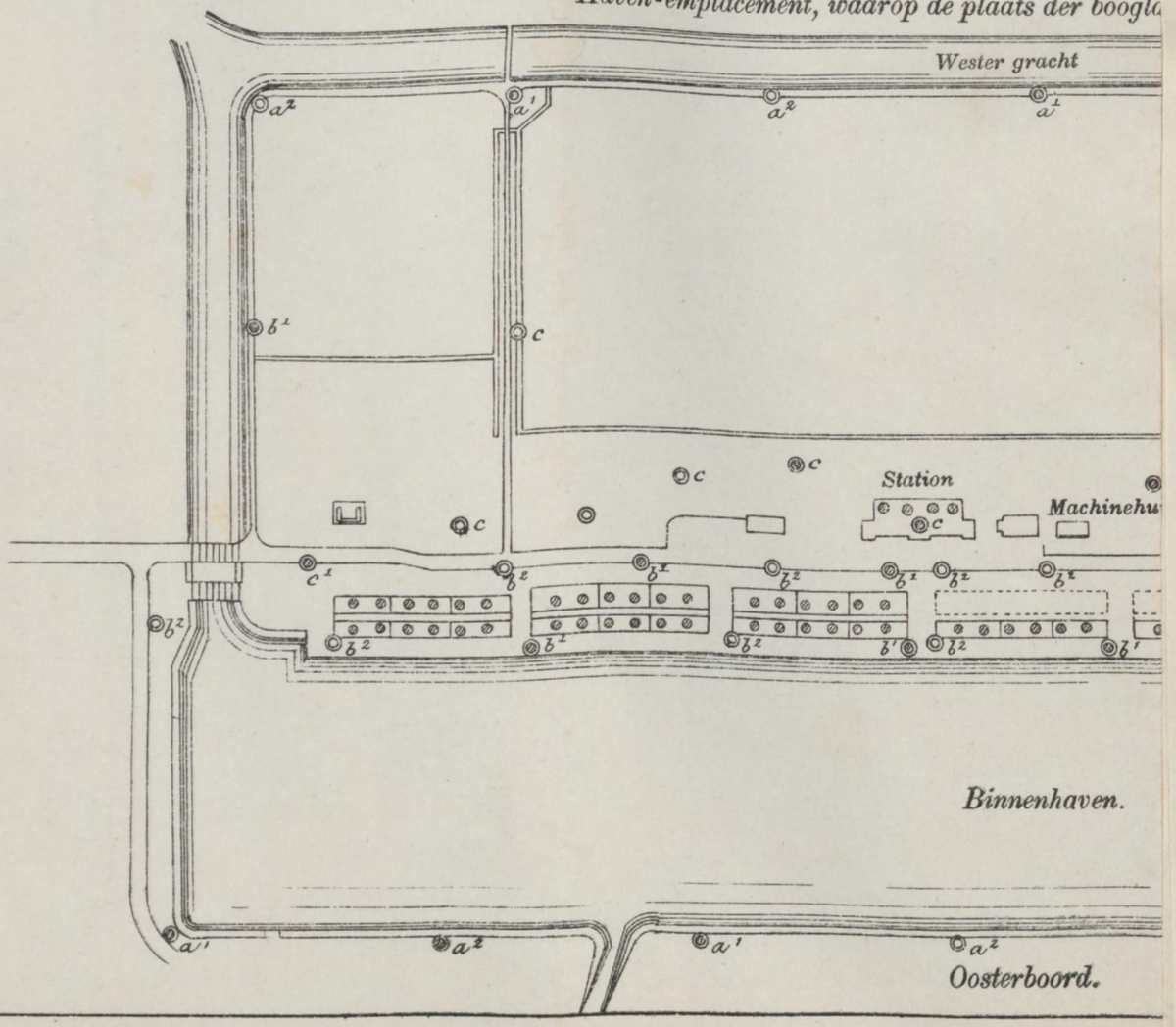
VAN DE HAVEN

TANDJONG PRIOK

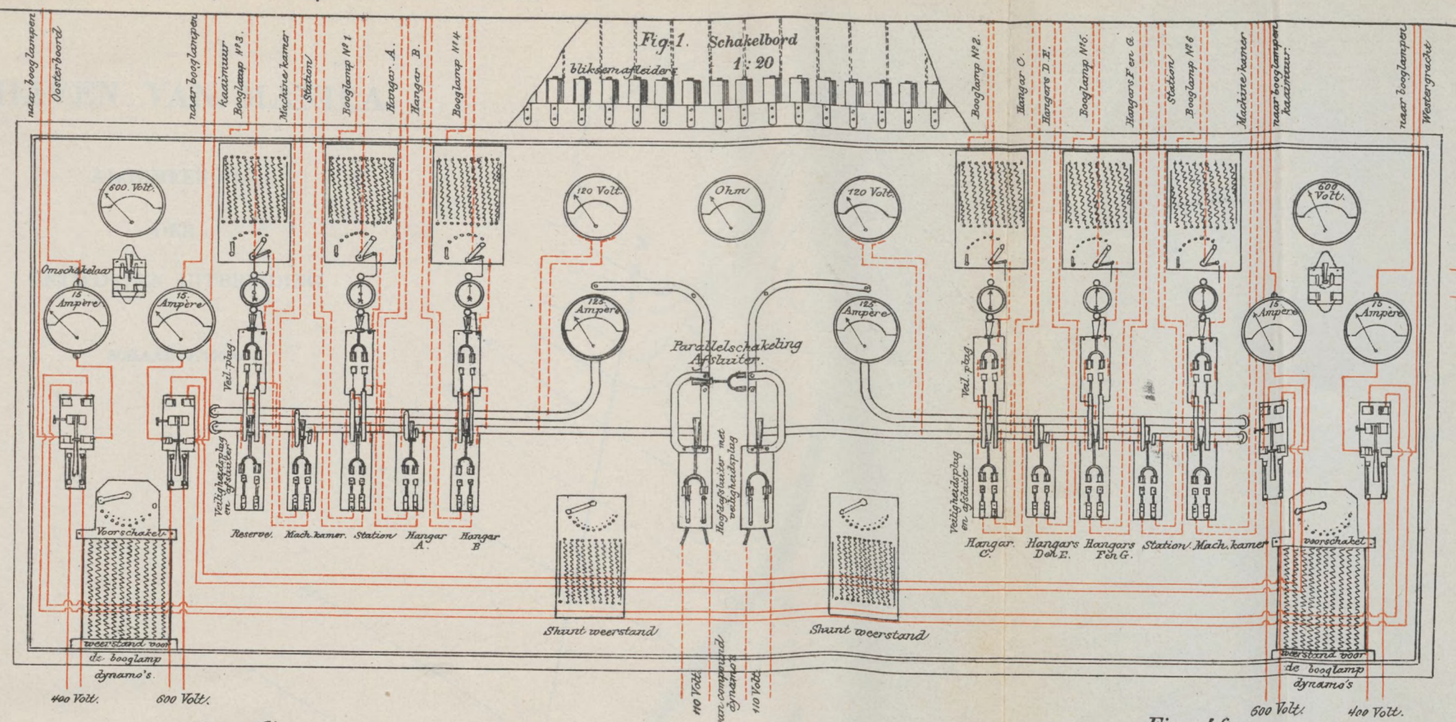
Dwarsdoorsnede 1:100.

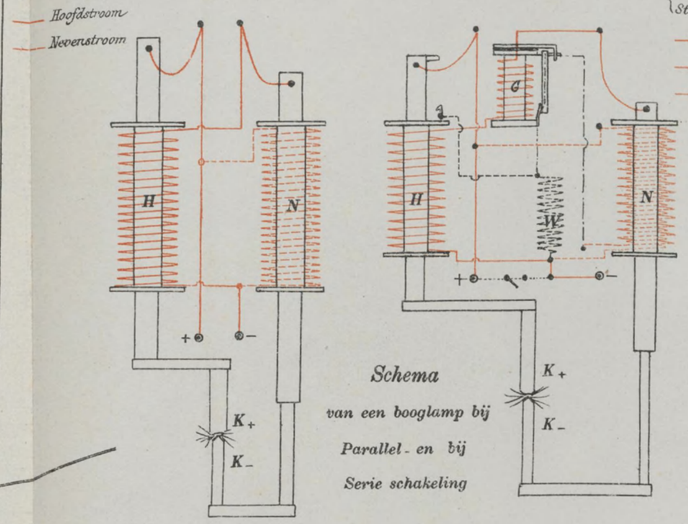


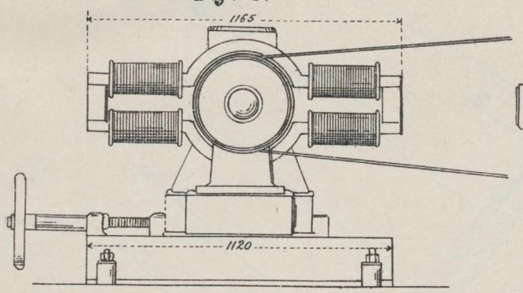
Haven-emplacement, waarop de plaats der boogla

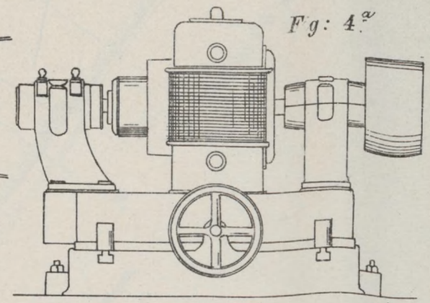


NIEUWE ELECTRISCHE VERLICHTING VAN TANDJONG PRIOK









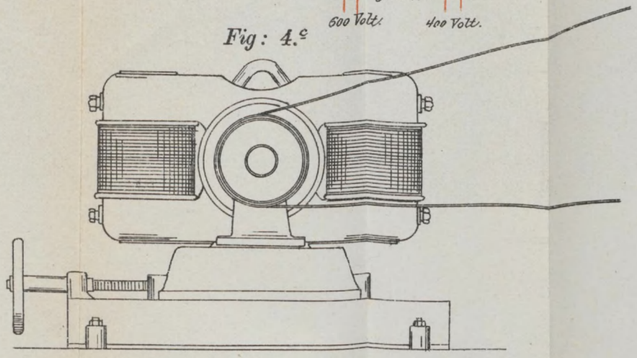
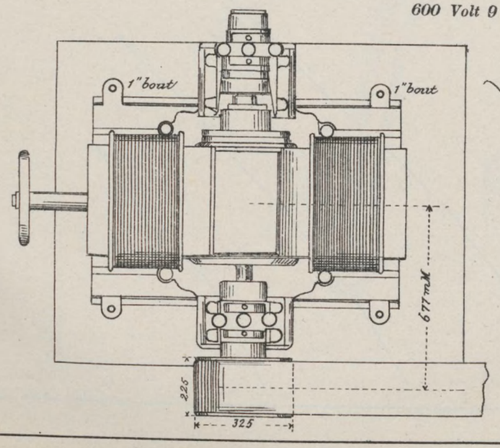
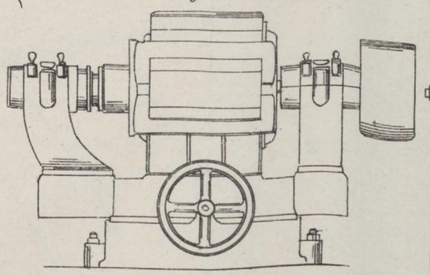


Fig: 3.a.b.c. Dynamo
600 Volt 9 Amp.± 800 Omw.
1:10

Fig: 4.a.b.c Compound
Dynamo 100 Volt
125 Amp.± 800 Omw.
1:10





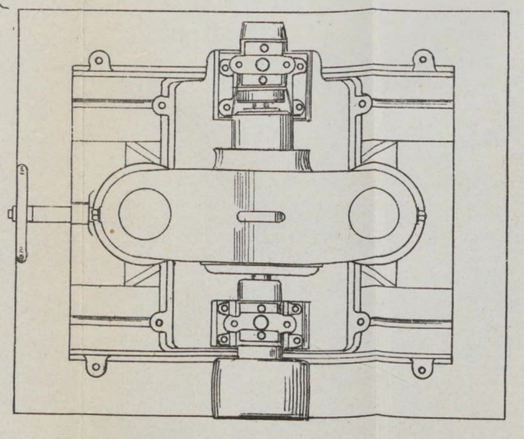
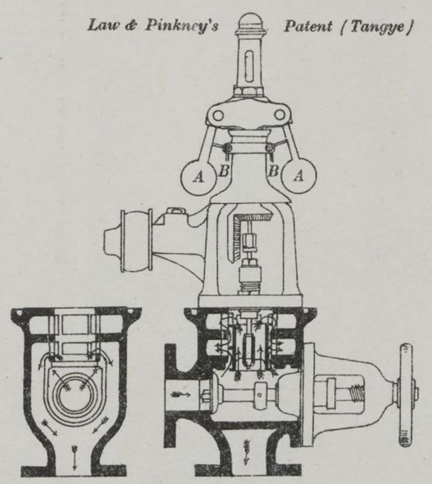


Fig: 5.

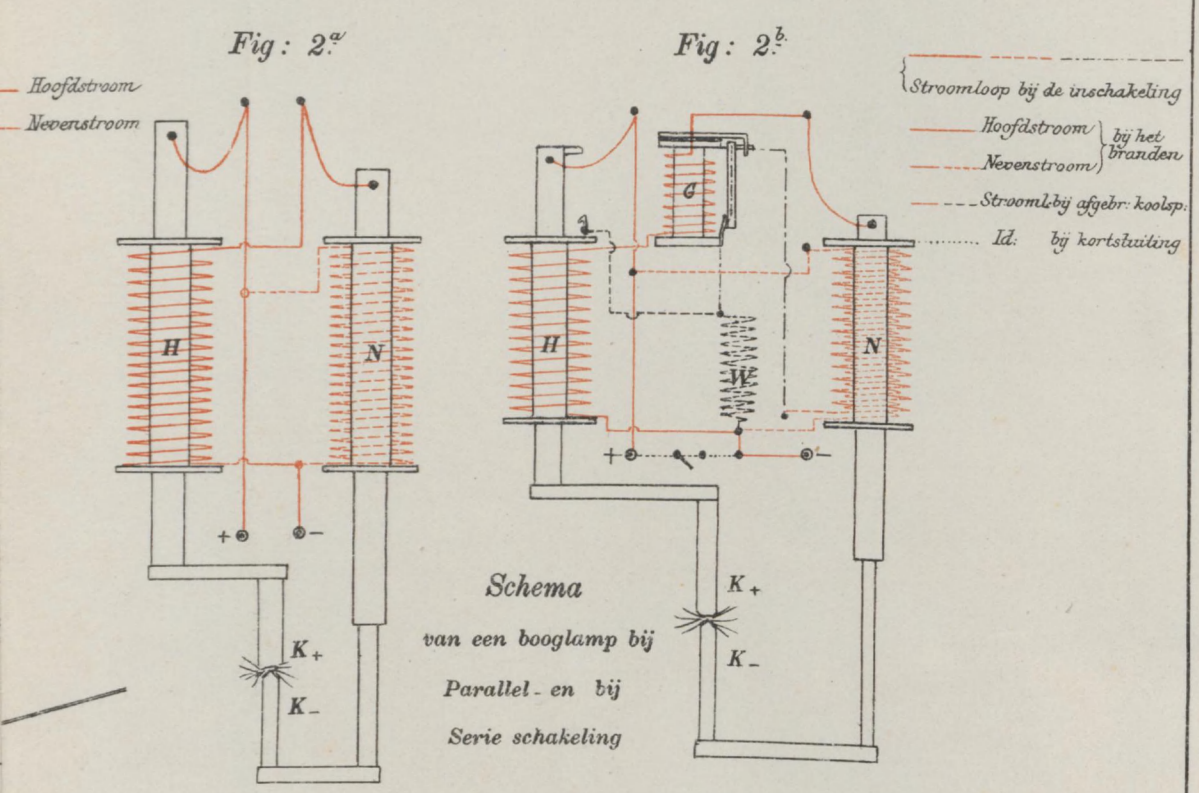
Regulateur „Soho"

Law & Pinkney's Patent (Tangye)



Om de machine in gang te zetten moeten de bollen A A door de stiften B B ondersteund worden. De smoorklep is dan geheel open. Als de machine de normale snelheid heeft, lichten de bollen, de stiften vallen neer en de smoorklep kan zoowel bij den hoogsten als bij den laagsten stand der bollen worden gesloten. Dit laatste dient om te voorkomen dat de machine doorslaat en de dynamo's beschadigt, wan„ „neer de regulateur door het breken van den riem of wegens andere redenen, niet meer werkt.

NIEUWE ELECTRISCHE VERLICHTING VAN TANDJONG PRIOK

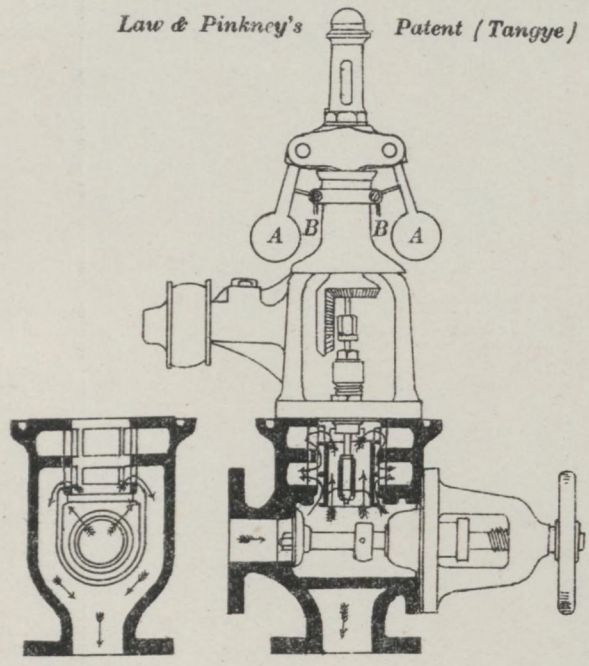


Schema van een booglamp bij Parallel- en bij Serie schakeling

Fig: 5.

Regulateur „Soho"

Law & Pinkney's Patent (Tangye)



Om de machine in gang te zetten moeten de bollen A A door de stiften B B ondersteund worden. De smoorklep is dan geheel open. Als de machine de normale snelheid heeft, lichten de bollen, de stiften vallen neer en de smoorklep kan zoowel bij den hoogsten als bij den laagsten stand der bollen worden gesloten. Dit laatste dient om te voorkomen dat de machine doorslaat en de dynamo's beschadigt, wan„ „neer de regulateur door het breken van den riem of wegens andere redenen, niet meer werkt.

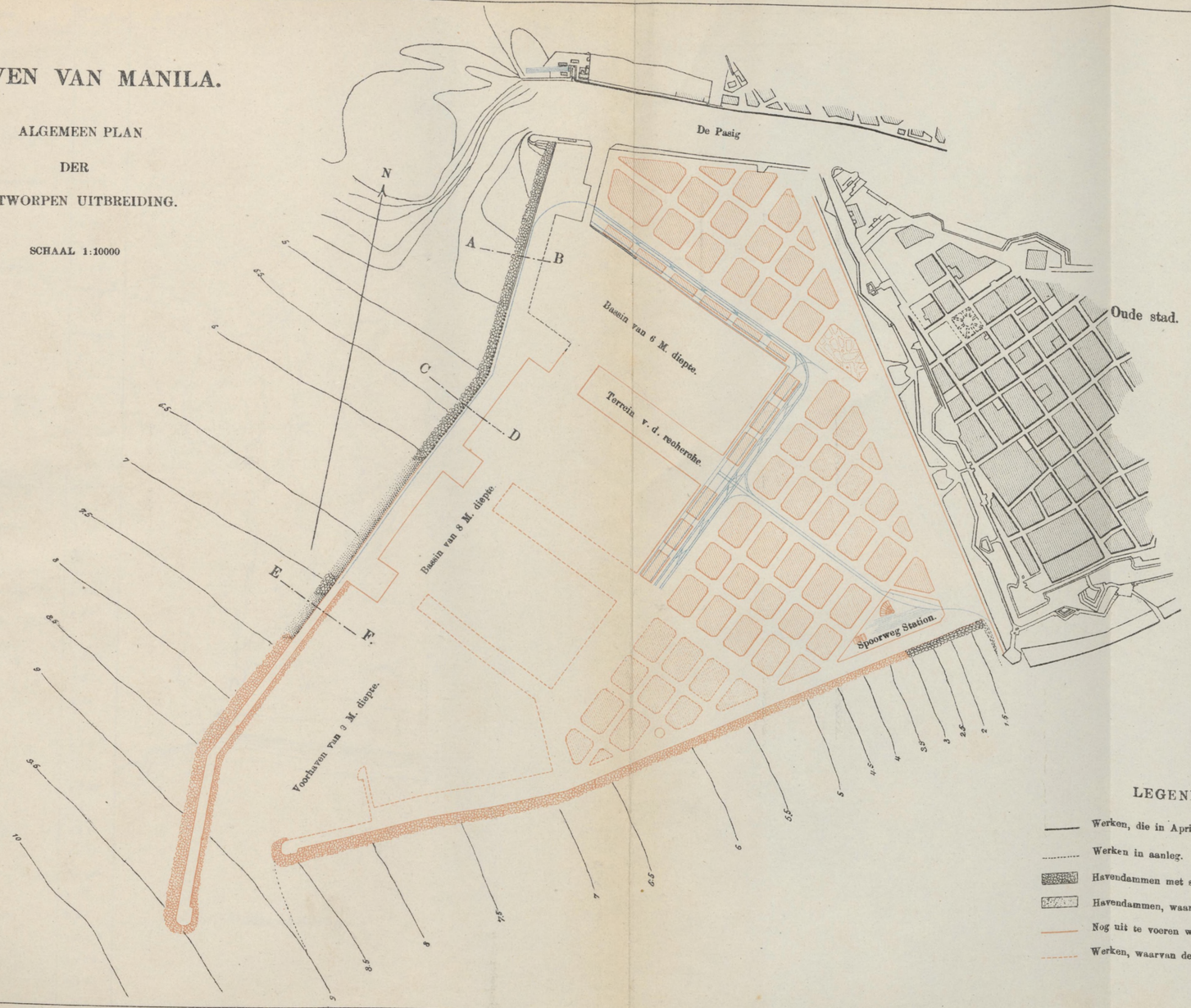
HAVEN VAN MANILA.

ALGEMEEN PLAN

DER

ONTWORPEN UITBREIDING.

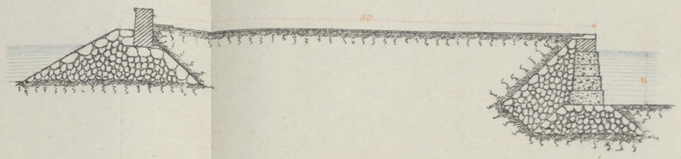
SCHAAL 1:10000



Profillen van den Westerdam.

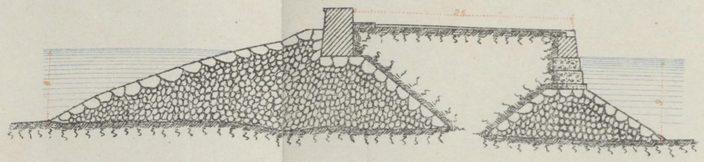
Schaal 1:500.

Doorsnede A B.



Doorsnede C D.

Doorsnede E F.



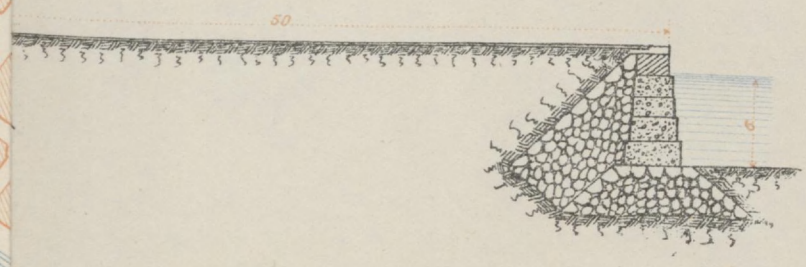
LEGENDA

- Werken, die in April 1895 gereed waren.
- Werken in aanleg.
- Havendammen met steenbezetting.
- Havendammen, waarvan alleen de kern voltooid is.
- Nog uit te voeren werken.
- Werken, waarvan de uitvoering is uitgesteld.

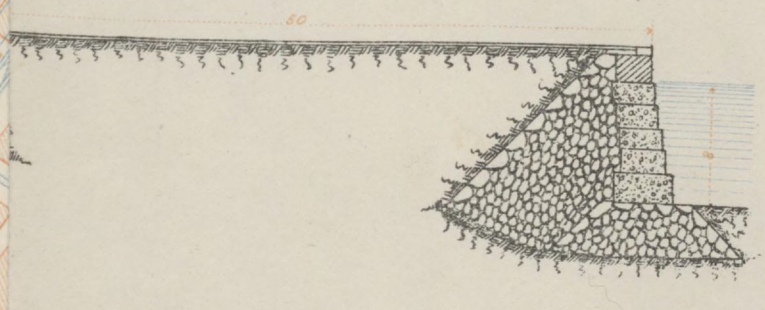
Profillen van den Westerdam.

Schaal 1 : 500.

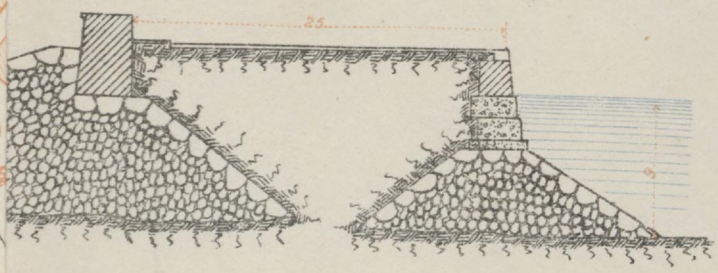
Doorsnede A B.



Doorsnede C D.



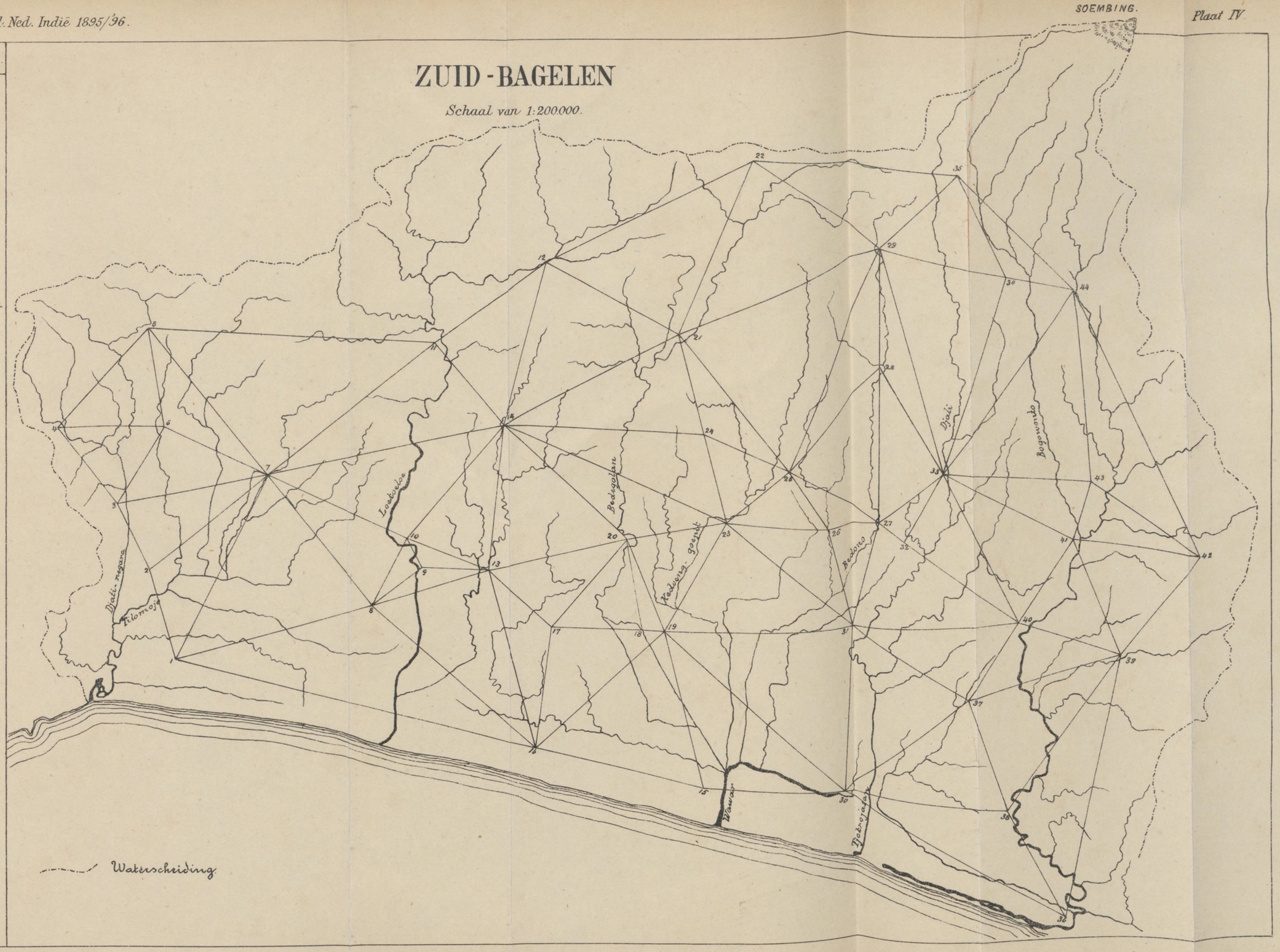
Doorsnede E F.



ZUID-BAGELEN

Schaal van 1:200.000.

N°	Plaats.	Hoogte.
1	Seering	± 7
2	Seerwogondo	
3	Rogodono	
4	Kretek	± 36
5	Kedoeng-wringin	geb.
6	Gombong	± 17
7	Karang-anjar	± 12
8	Dorowati	± 12
9	Siti-redjo	± 21
10	Kebocmen	± 21
11	Penoenggalan	± 147
12	Sadang	voet geb.
13	Pesoetjen	± 13
14	Alian	voet geb.
15	Wawar	± 7
16	Ambal	± 8
17	Kotta-winangoen	± 11
18	Remboen	
19	Premboen	± 7
20	Bedegolan	± 21
21	Wadas-lintang	geb.
22	Kali-Wiro	± 420
23	Kedoeng-goepit	± 18
24	Soemogedeh	geb.
25	Sokogelaja	"
26	Kali-Menang	± 20
27	Rebock	± 20
28	Broeno	
29	Kali-Bawang	± 580
30	Aglik	± 3
31	Kotta-ardjo	± 15
32	Winong	
33	Sawangan	± 60
34	Kepil	
35	Sapooran	± 720
36	Djogobojo	± 6
37	Banjoe-oerip	± 22
38	Poerwodadi	± 12
39	Kali-Gesing	voet geb.
40	Kedoeng-Kebo	± 62
41	Kedoeng-Betri	± 86
42	Banyoe-asin	voet geb.
43	Kali-Boto	± 156
44	Kedondong	± 467



ZUID-B

Schaal van

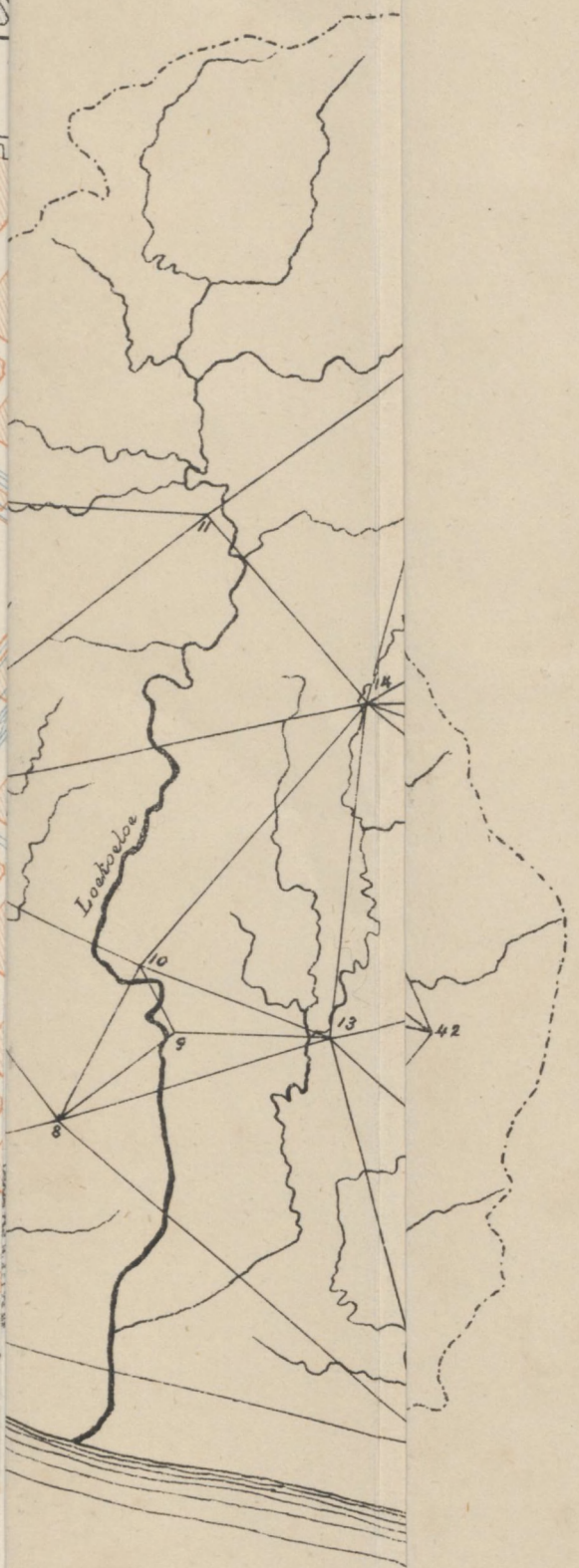
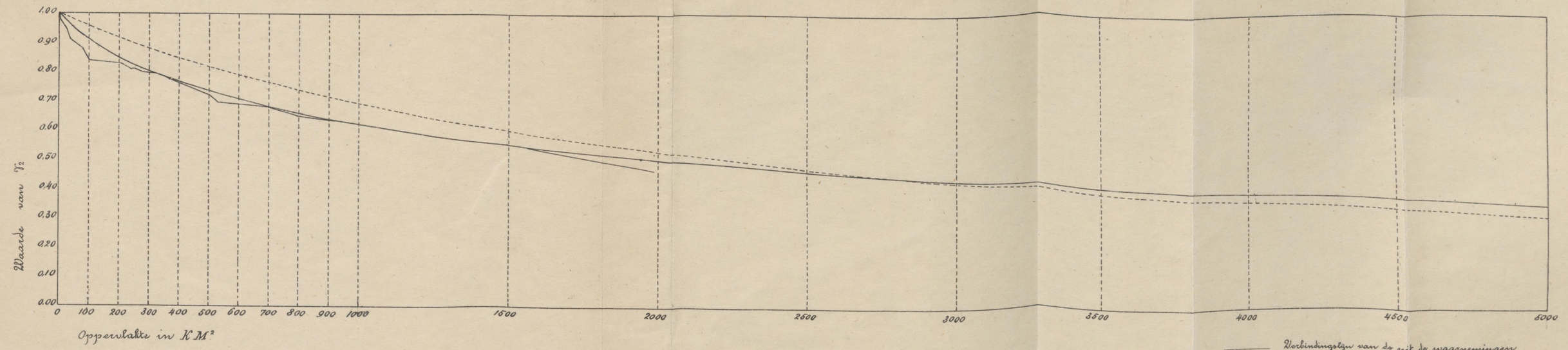


Fig: 1.

Grafische voorstelling van de waarden van den reductie-coëfficiënt γ_2 voor den grootsten regenval in 24 uren.



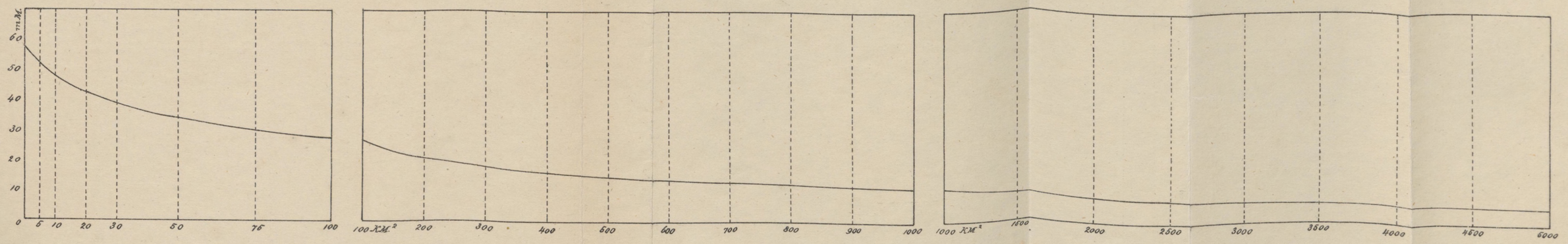
Verbindingslijn van de uit de waarnemingen verkregen punten.

Aangenomen kromme (Hyperbool)

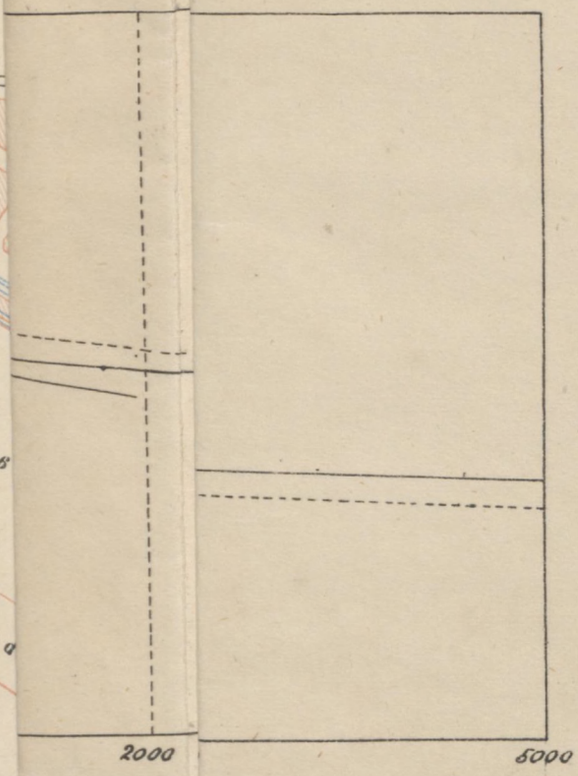
Kromme volgens Lauterburg.

Fig: 2.

Grootste regenval in 30 minuten op terreinen van verschillende grootten.



waarden



t de waarnemingen
rkregen punten.
(Zbyperbool)
terburg.

al in 30

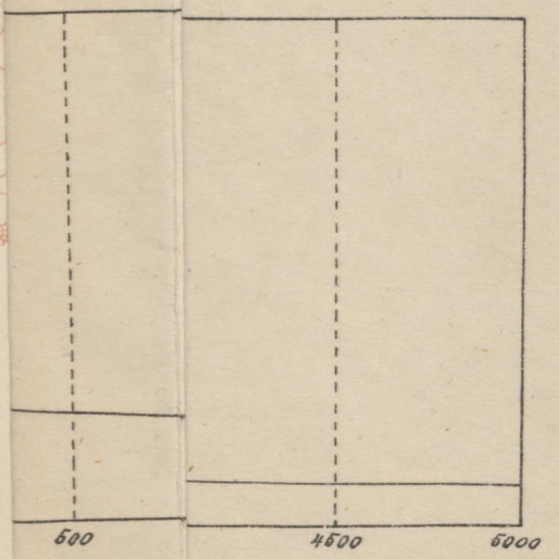


Fig: 1.

Grootste regenval te Batavia.

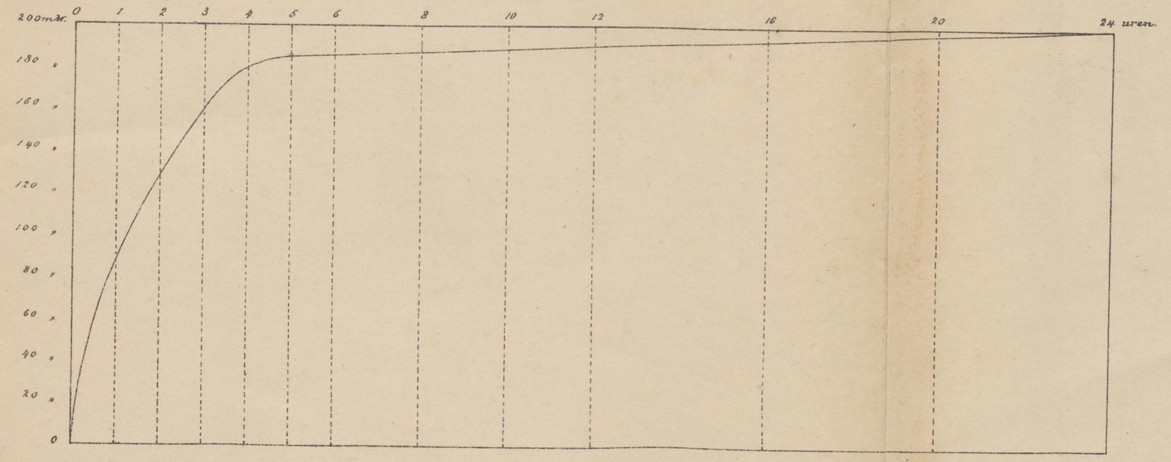


Fig: 2.

Verdeeling van den regenval over het stroomgebied.

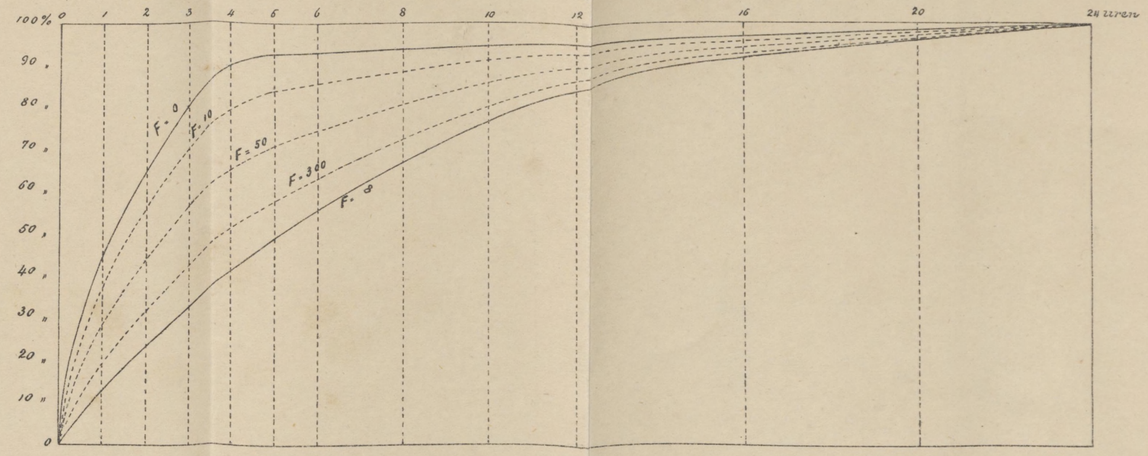


Fig: 4.

Gedeelte der Tjimanoek.

1: 350.000.

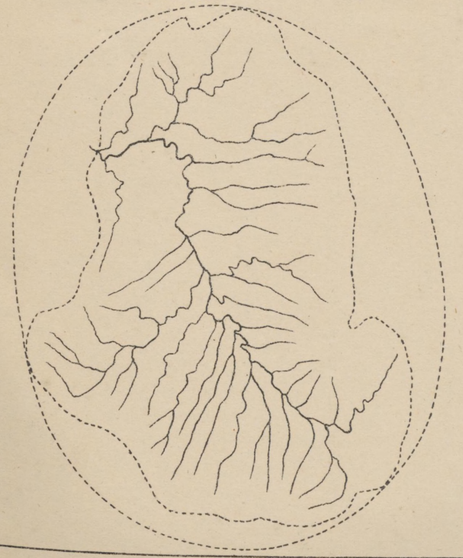


Fig: 5

Onghek-rivier

1: 350.000.

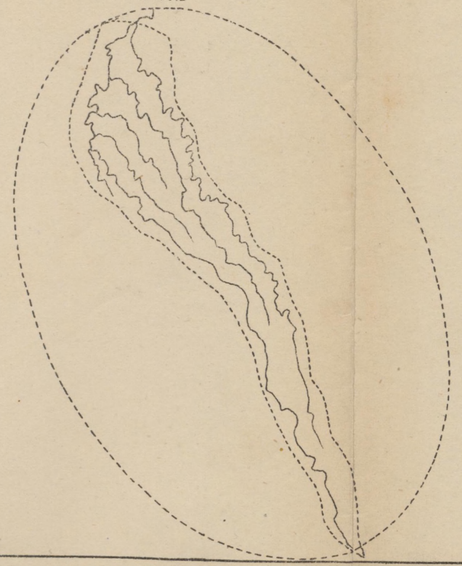


Fig: 8.

Pekalen-rivier

1: 200.000.

Fig: 3.

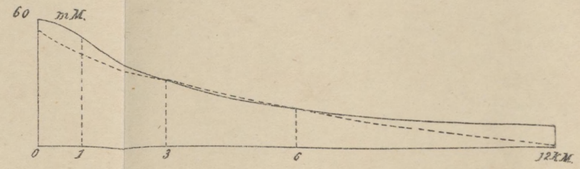


Fig: 6.

Welien-rivier

1: 300.000.

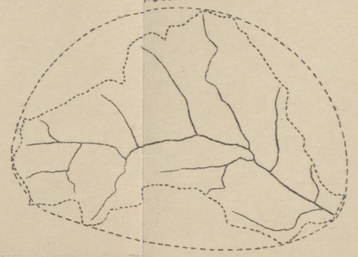
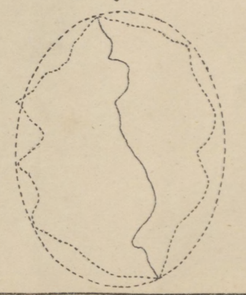


Fig: 7.



: 2.

enval over het etmaal.

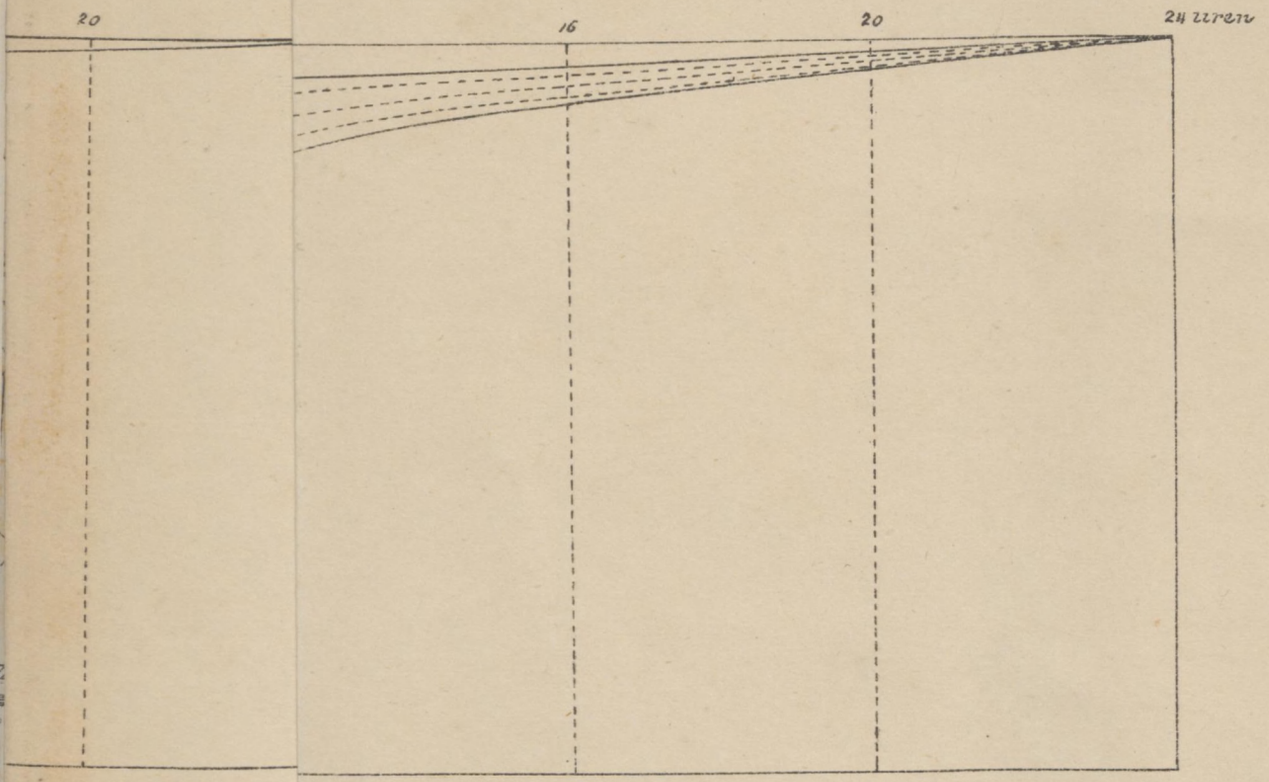


Fig: 3.

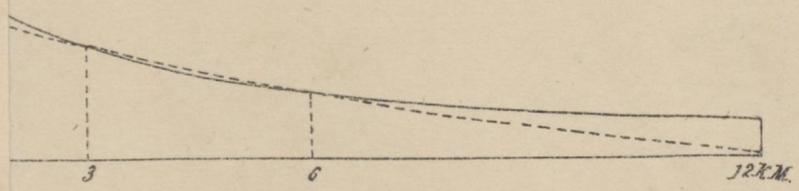


Fig: 6.

lien - rivier

1:300.000.-

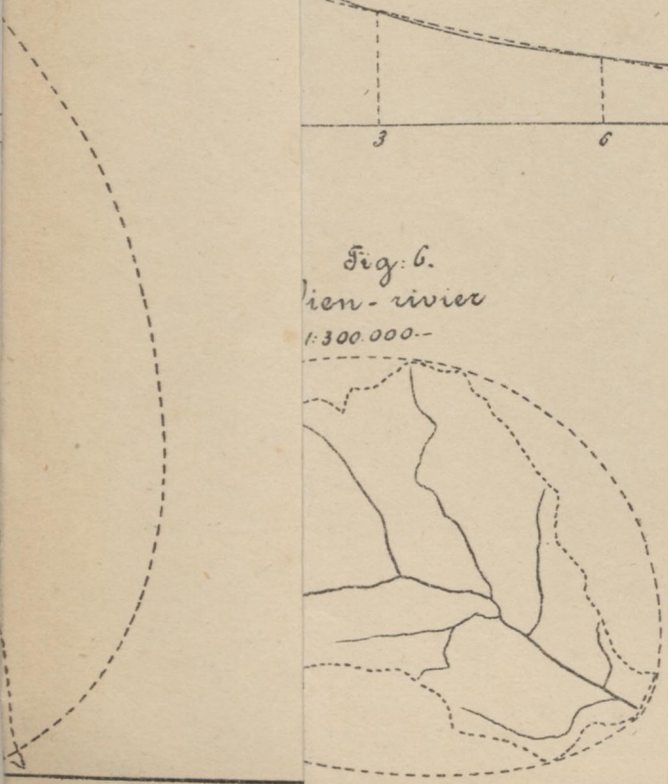
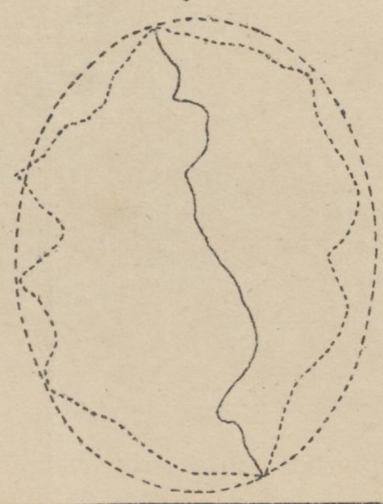
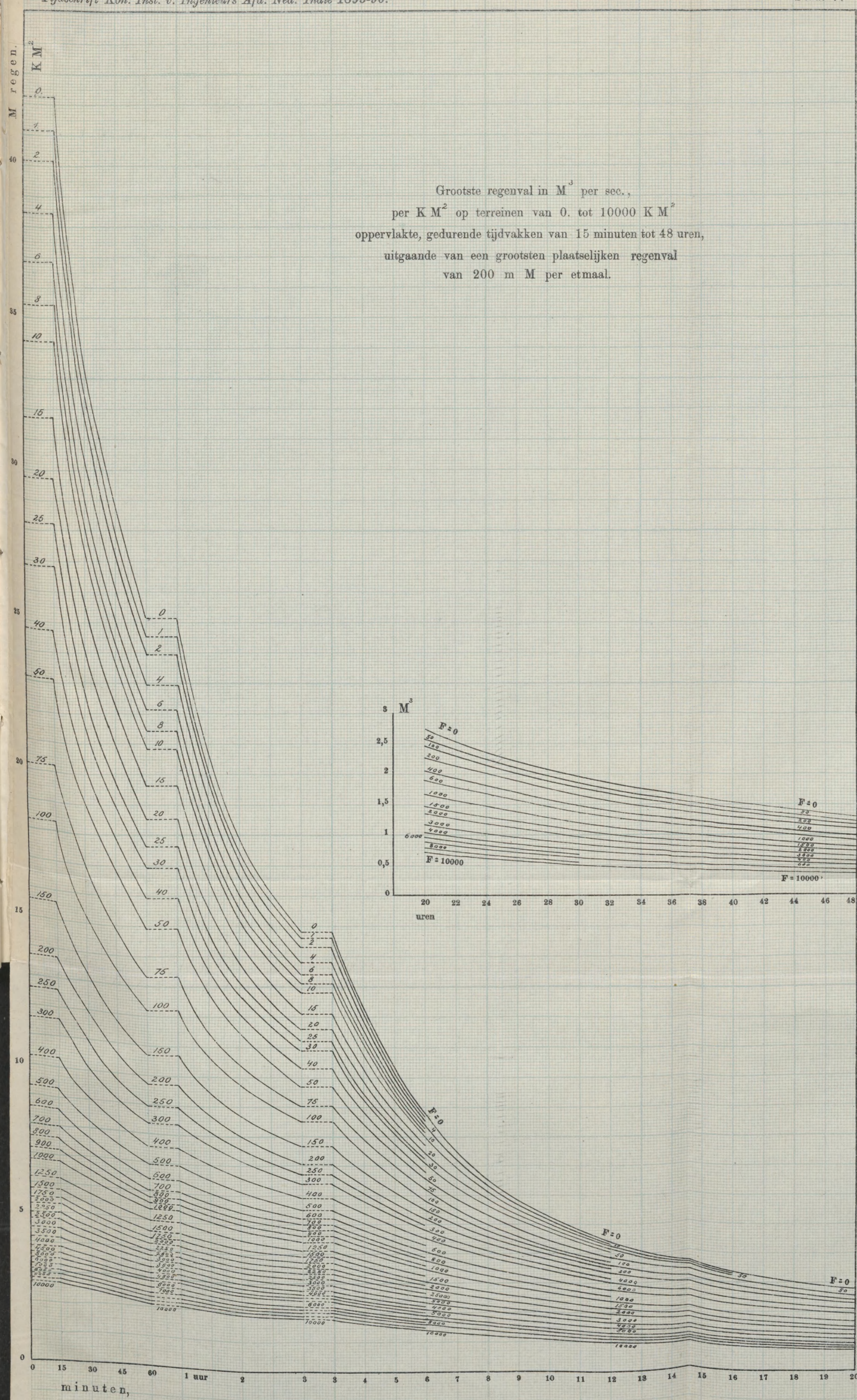
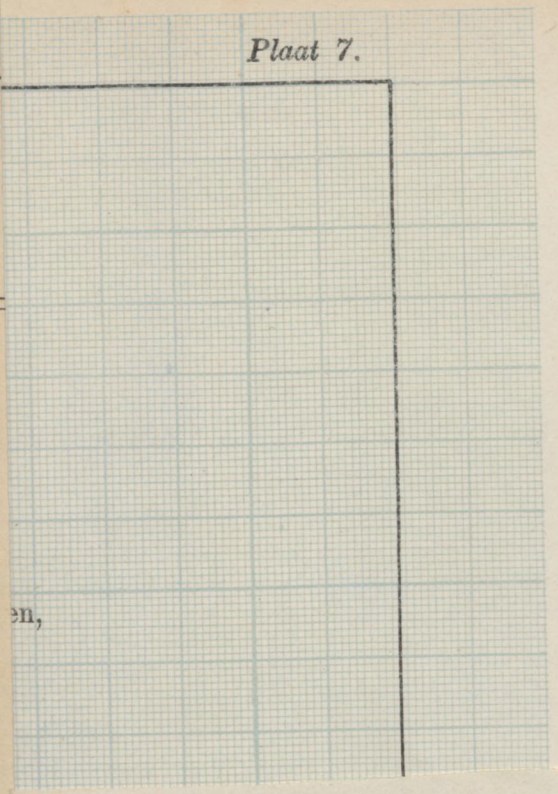


Fig: 7.

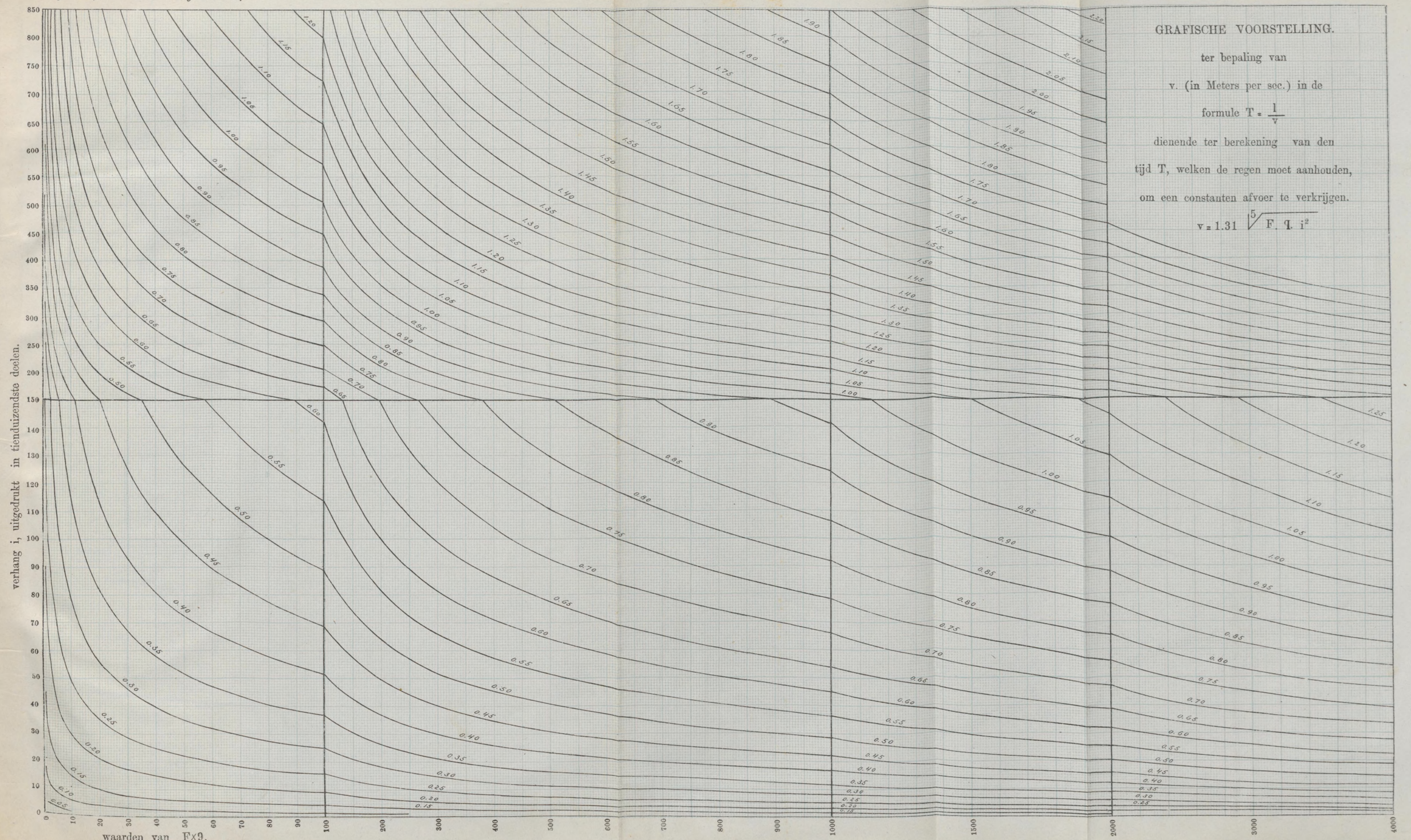



Grootste regenval in M³ per sec.,
per K M² op terreinen van 0. tot 10000 K M²
oppervlakte, gedurende tijdvakken van 15 minuten tot 48 uren,
uitgaande van een grootsten plaatselijken regenval
van 200 m M per etmaal.
M regen.
K M²
M³
uren
minuten,
1 uur
F = 0
F = 10000

Plaat 7.



en,


GRAFISCHE VOORSTELLING.
ter bepaling van
v. (in Meters per sec.) in de
formule T = 1/v
dienende ter berekening van den
tijd T, welken de regen moet aanhouden,
om een constanten afvoer te verkrijgen.
v = 1.31 √(F. q. i²)
verhang i, uitgedrukt in tienduizendste deelen.
waarden van F×q.

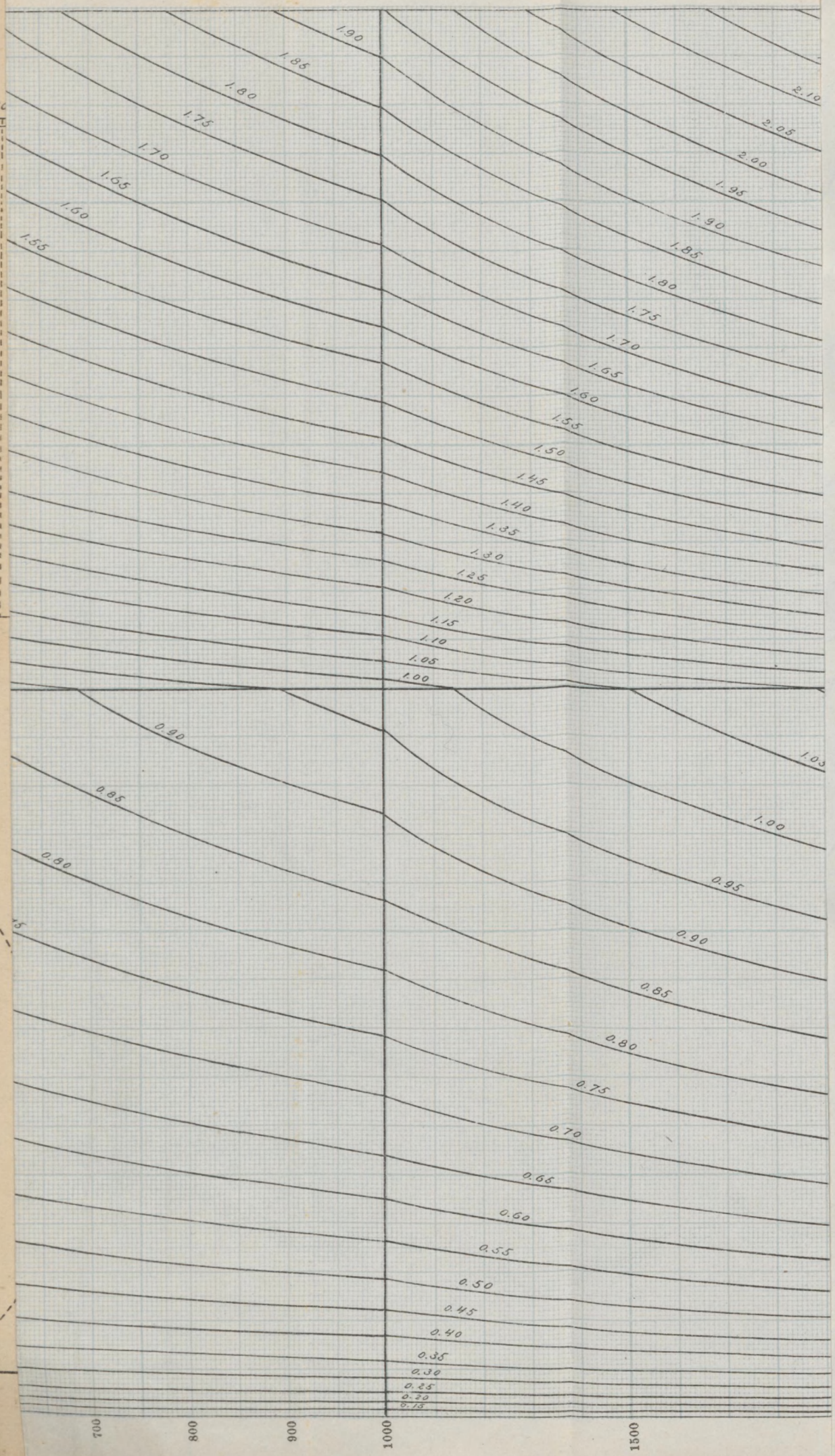
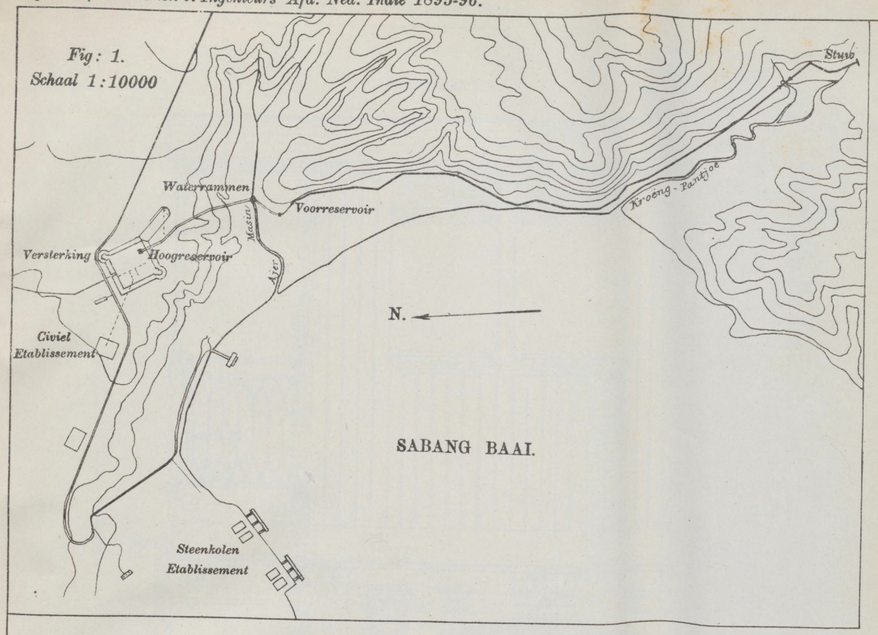
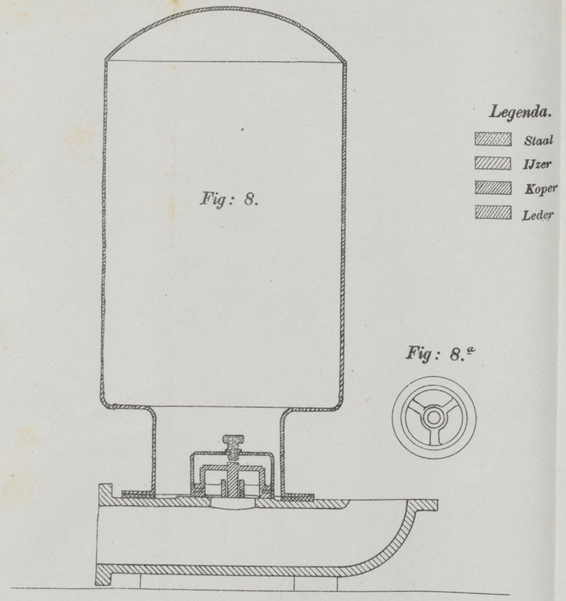
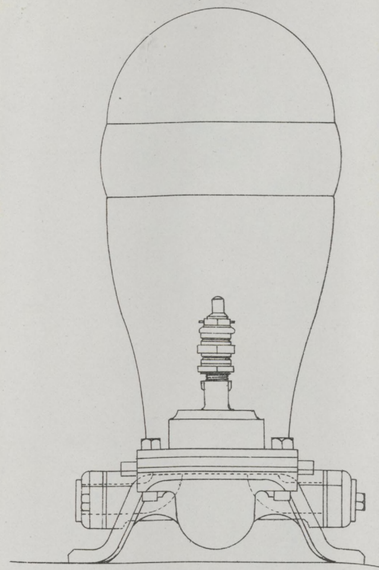

1.90
1.85
1.80
1.75
1.70
1.65
1.60
1.55
2.10
2.05
2.00
1.95
1.90
1.85
1.80
1.75
1.70
1.65
1.60
1.55
1.50
1.45
1.40
1.35
1.30
1.25
1.20
1.15
1.10
1.05
1.00
0.90
0.85
0.80
1.05
1.00
0.95
0.90
0.85
0.80
0.75
0.70
0.65
0.60
0.55
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
700
800
900
1000
1500

Fig: 1.
Schaal 1:10000







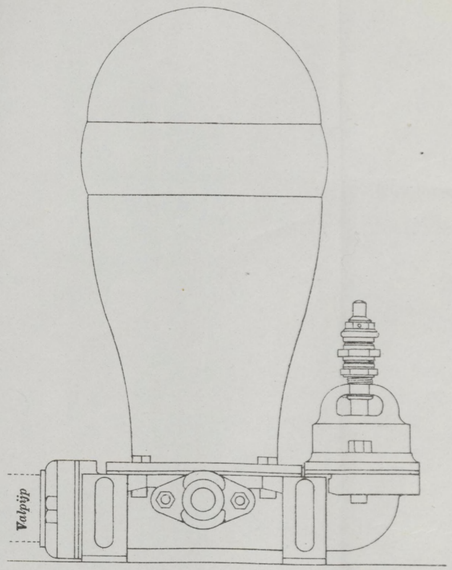


Fig: 2.
Schaal 1:200.

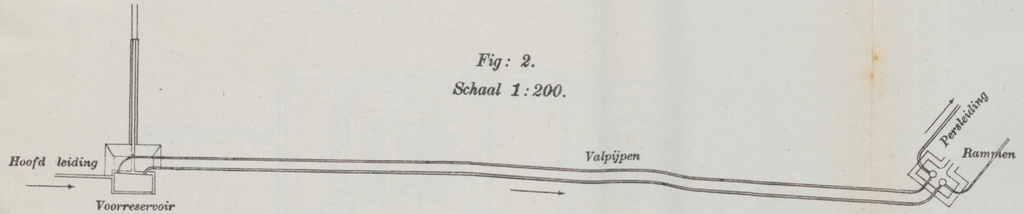
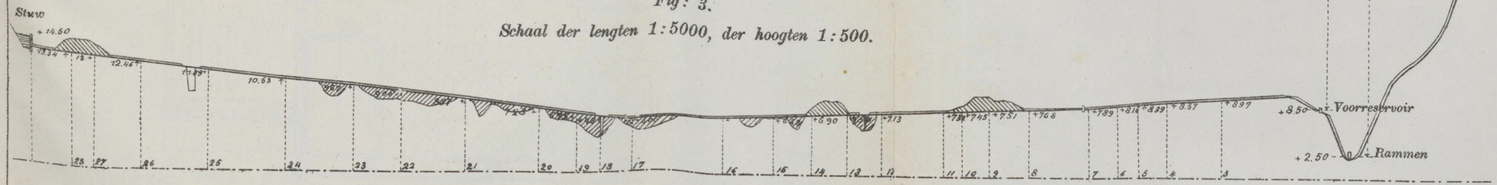
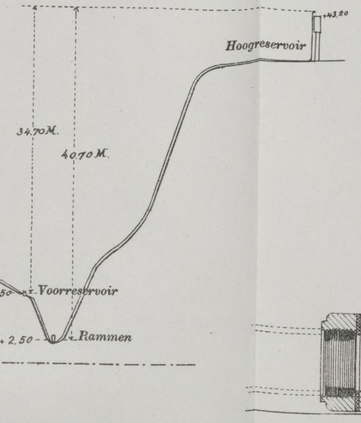
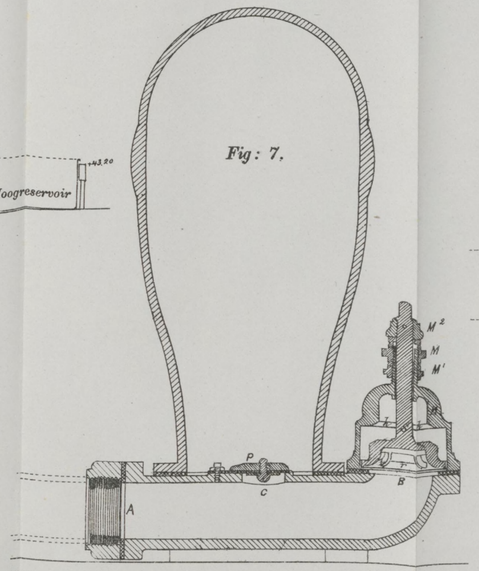


Fig: 3.
Schaal der lengten 1:5000, der hoogten 1:500.







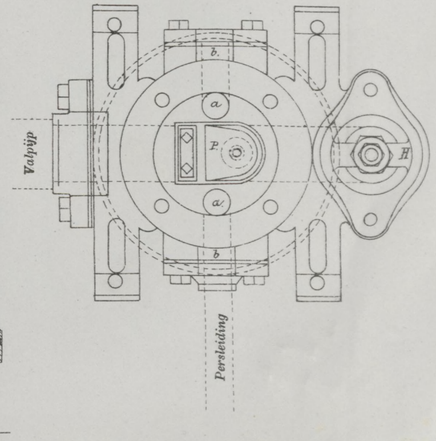
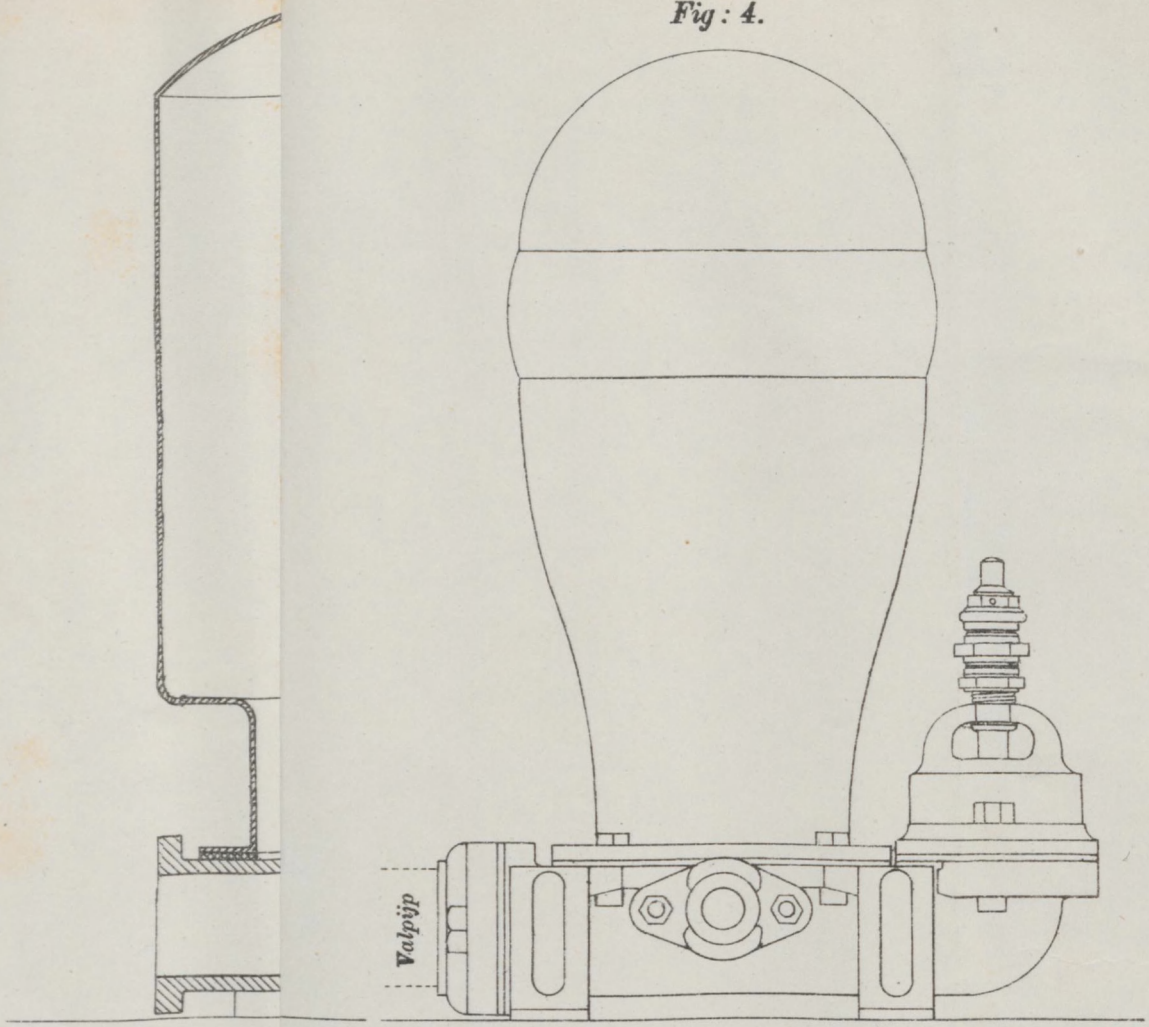


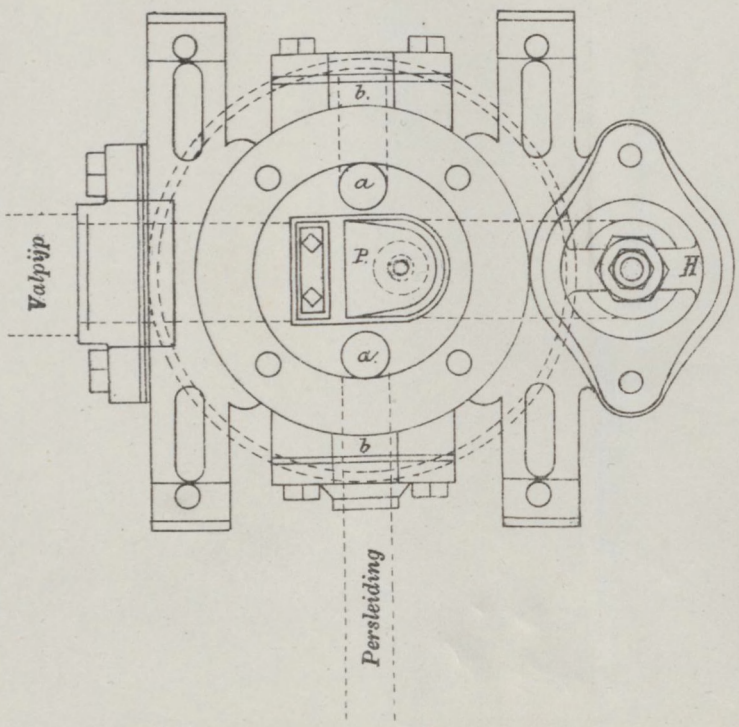
Fig: 4.

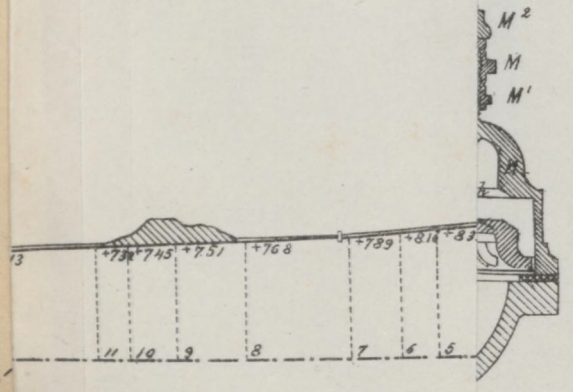


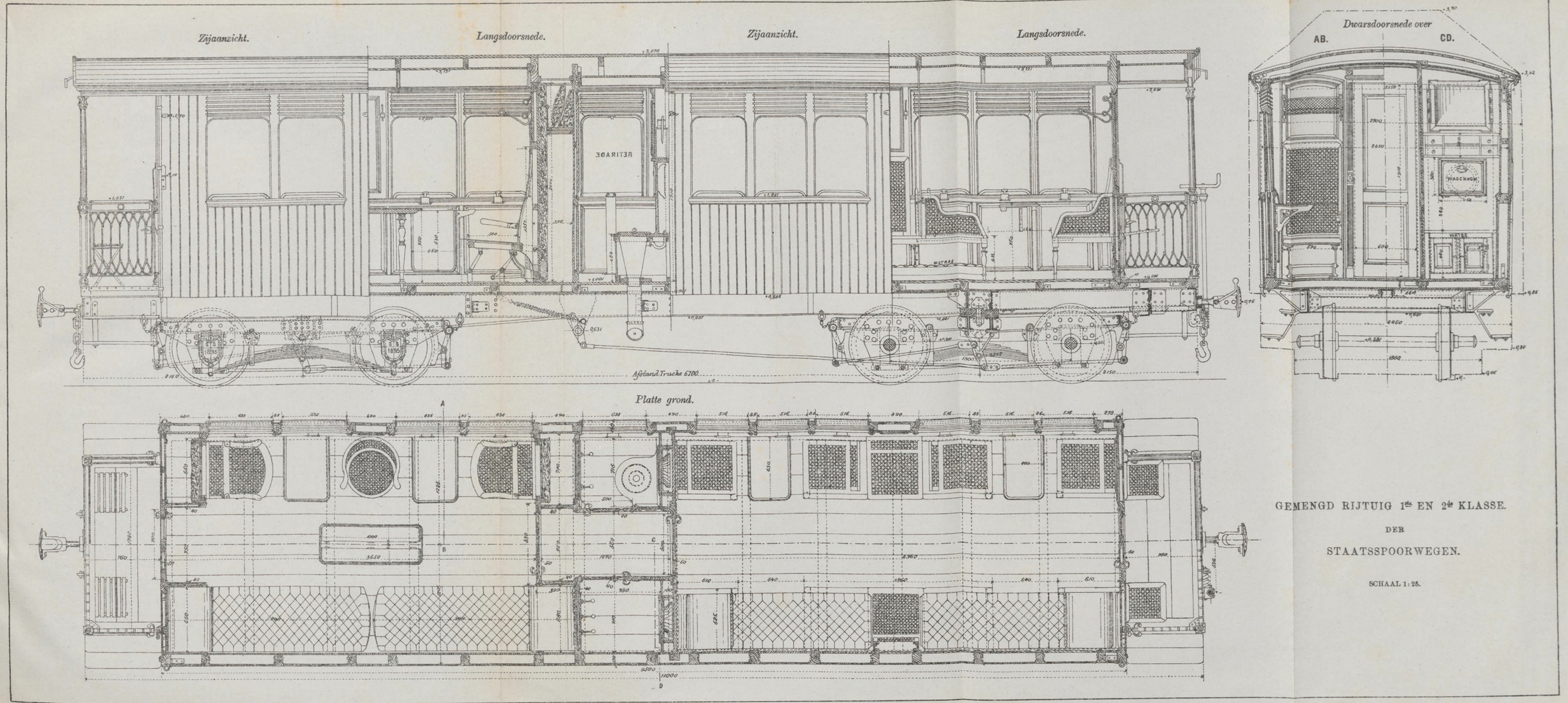
Persleiding

Ramnen

Fig: 6.





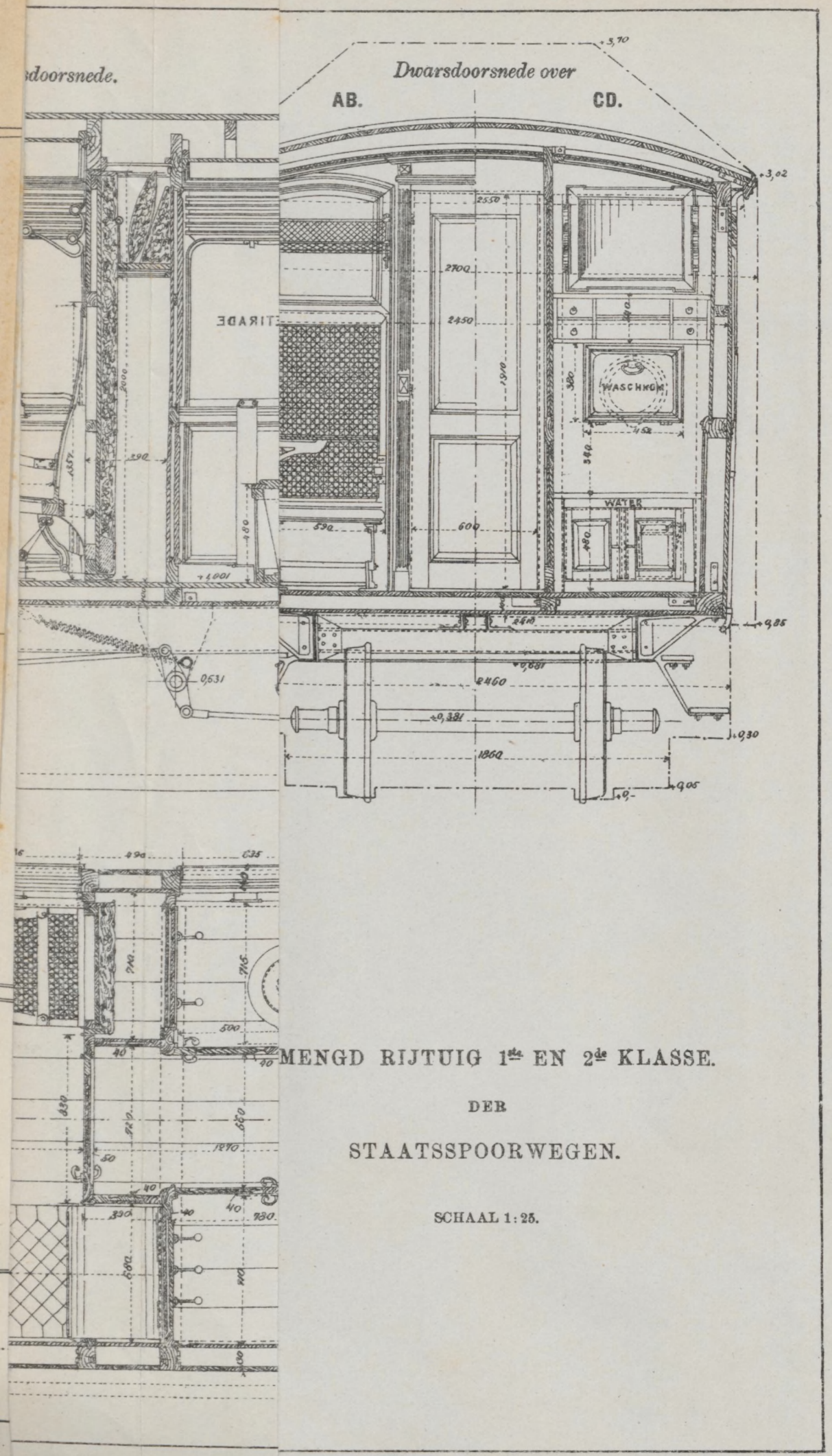


GEMENGD RIJTUIG 1de EN 2de KLASSE.

DER

STAATSSPOORWEGEN.

SCHAAL 1:25.

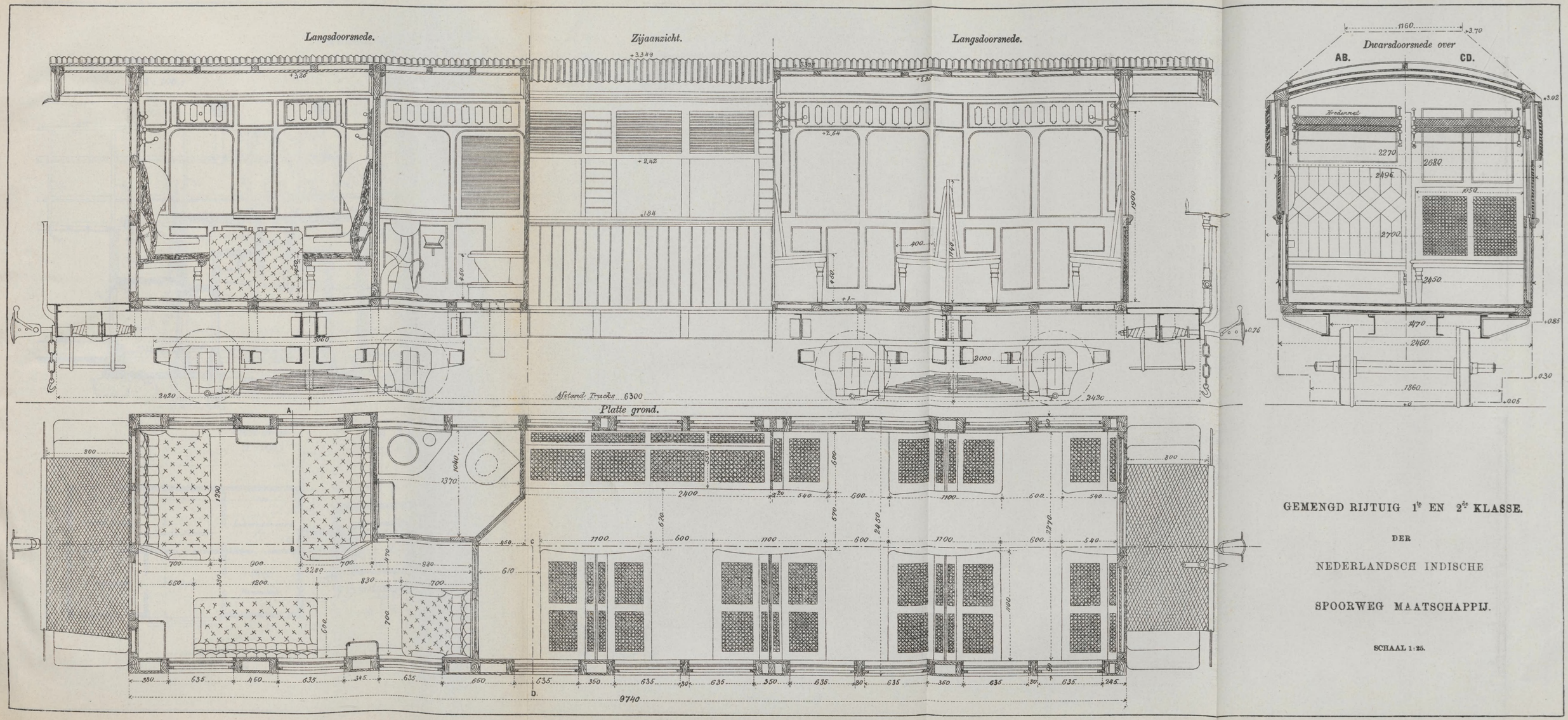


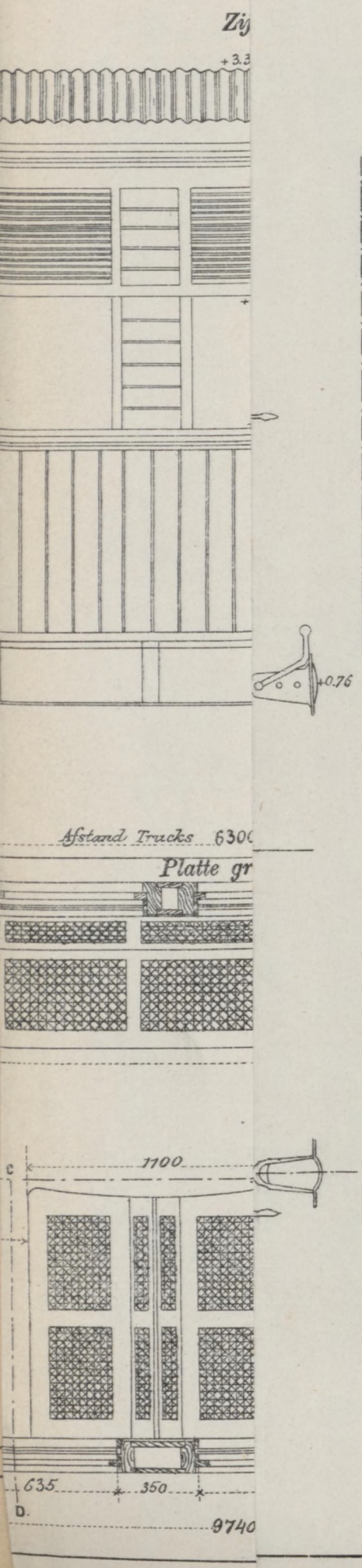
MENGD RIJTUIG 1ste EN 2de KLASSE.

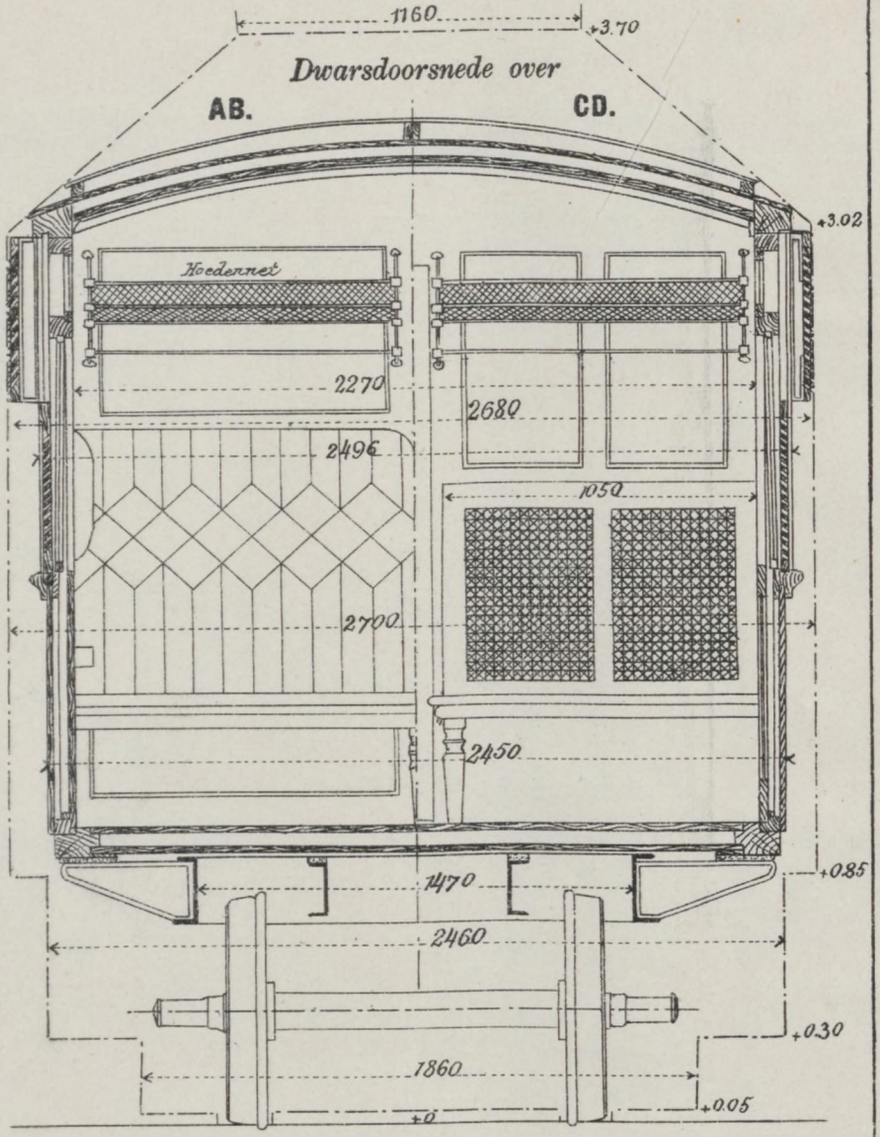
DER

STAATSSPOORWEGEN.

SCHAAL 1:25.


Langsdoorsnede.
Zijaanzicht.
Langsdoorsnede.
Dwarsdoorsnede over
AB.
CD.
Afstand Trucks 6300
Platte grond.
GEMENGD RIJTUIG 1ste EN 2de KLASSE.
DER
NEDERLANDSCH INDISCHE
SPOORWEG MAATSCHAPPIJ.
SCHAAL 1:25.





GEMENGD RIJTUIG 1te EN 2de KLASSE.

DER

NEDERLANDSCH INDISCHE

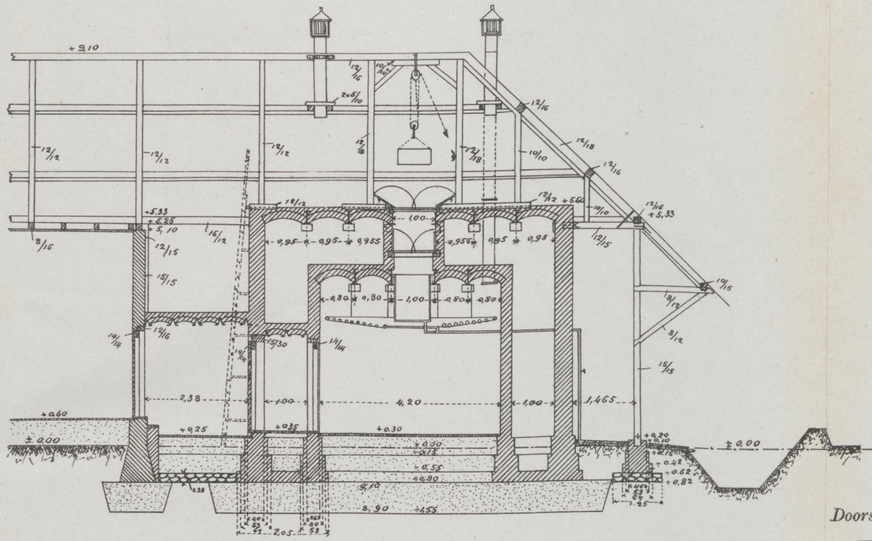
SPOORWEG MAATSCHAPPIJ.

SCHAAL 1:25.

MERGKAMER VOOR HET INSTITUUT PASTEUR TE WELTEVREDEN.

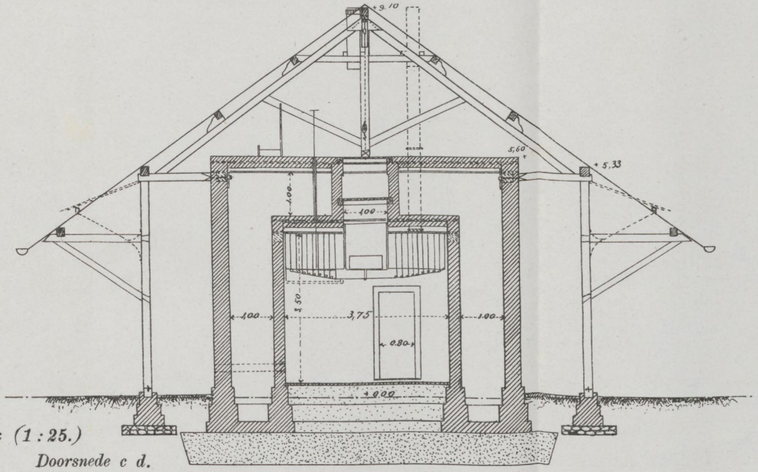
Doorsnede C D E F.

(1 : 100.)



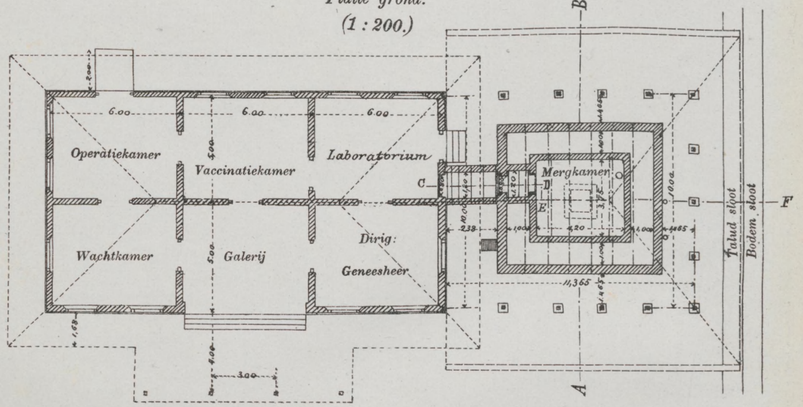
Doorsnede A B.

(1 : 100.)



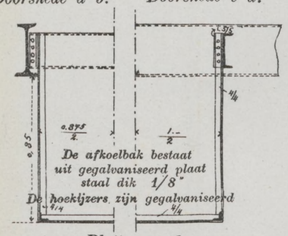
Platte grond.

(1 : 200.)

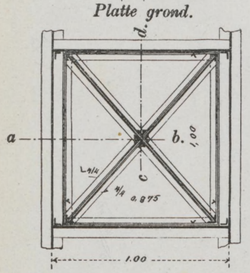


Afkoelbak (1 : 25.)

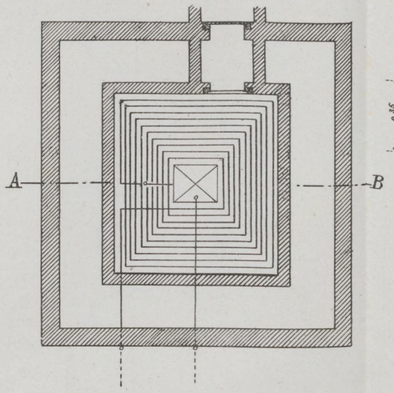
Doorsnede a b. *Doorsnede c d.*



Platte grond.



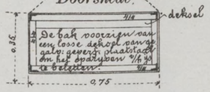
Platte grond Buisleiding (1 : 100.)



IJsbak.

(1 : 25.)

Doorsnede.

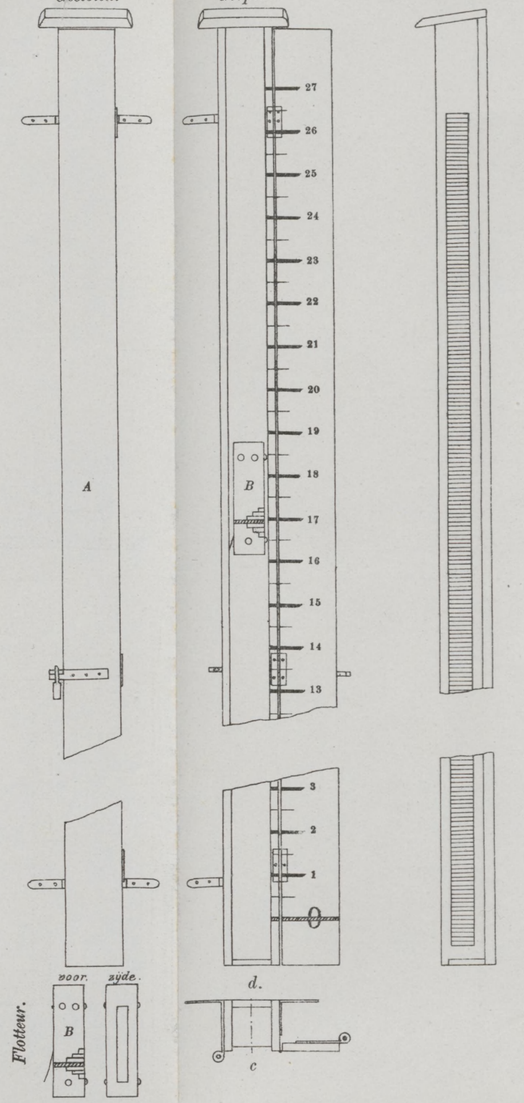


Platte grond.

MAXIMUM PEILSCHAAL. *(1 : 10.)*

Vooraanzicht.

Gesloten. *Geopend.* *Doorsnede c d.*



Flotteur.

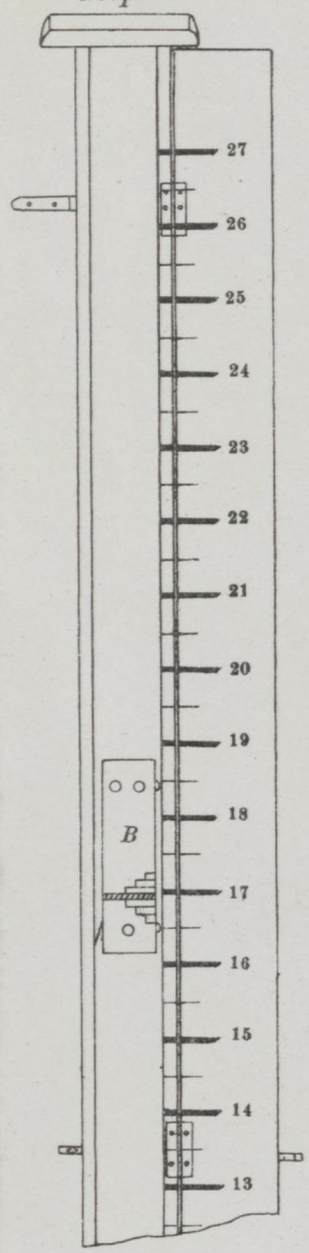
TUUT PASTEUR TE

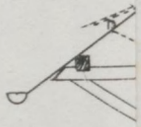
MAXIMUM PEILSCHAAL. (1 : 10.)

nzicht.

Geopend.

Doorsnede c d.

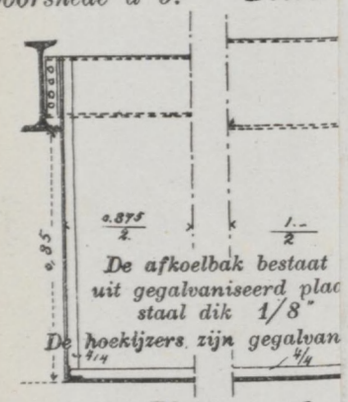




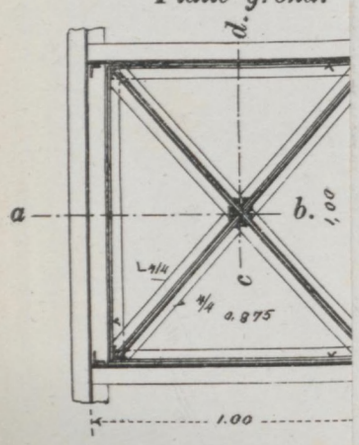
Afkoelbak (1 : 25.)

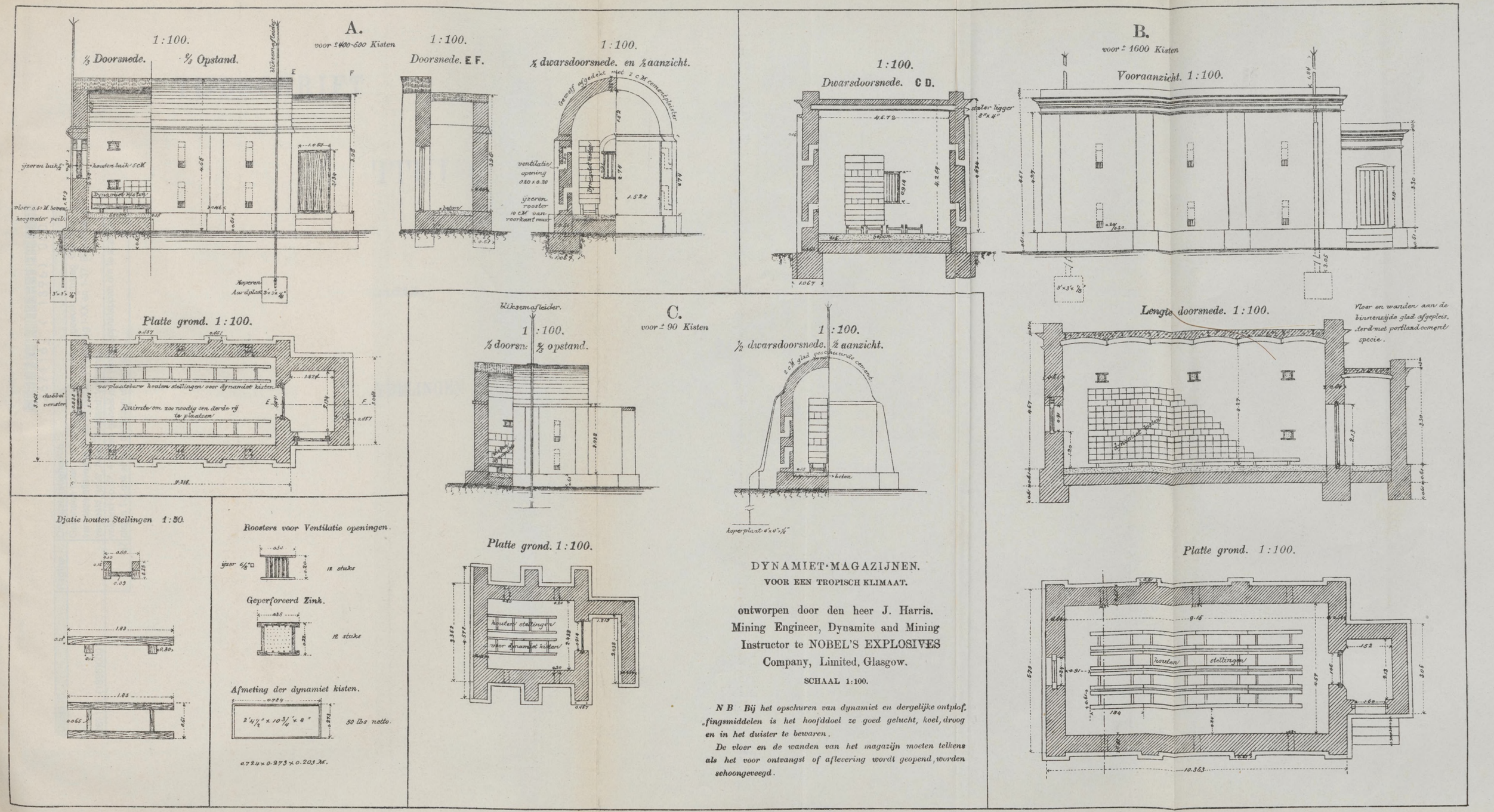
Doorsnede a b.

Doorsn



Platte grond.




A.
voor ± 400-500 Kisten
1:100.
⅓ Doorsnede.
⅔ Opstand.
Bliksemafleider
ijzeren buik
houten bak
Dynamiet Kisten
vloer 0.60 M boven hoogwater peil.
Koperen Aardplaat
Platte grond. 1:100.
verplaatsbare houten stellingen voor dynamiet kisten.
dubbel venster
Ruimte om, zoo noodig een derde rij te plaatsen.
1:100.
Doorsnede. E F.
beton
1:100.
½ dwarsdoorsnede. en ½ aanzicht.
Gewoon afgedekt met 2 C.M cement pleister
ventilatie opening 0.20 x 0.20
ijzeren rooster 10 C.M van voorkant muur
B.
voor ± 1600 Kisten
1:100.
Dwarsdoorsnede. C D.
staler ligger 8" x 4"
beton
Vooraanzicht. 1:100.
Lengte doorsnede. 1:100.
Vloer en wanden aan de binnenzijde glad afgepleisterd met portland cement specie.
Platte grond. 1:100.
houten stellingen
C.
voor ± 90 Kisten
Bliksemafleider.
1:100.
⅓ doorsn. ⅔ opstand.
1:100.
½ dwarsdoorsnede. ½ aanzicht.
2 C.M glad geschuurde cement.
beton
koperplaat 6'x4'-1/8"
Platte grond. 1:100.
houten stellingen voor dynamiet kisten
Djatie houten Stellingen 1:50.
Roosters voor Ventilatie openingen.
ijzer 6/1/8"
12 stuks
Geperforeerd Zink.
12 stuks
Afmeting der dynamiet kisten.
2'4 1/2" x 10 3/4" x 8"
50 lbs netto.
0.724 x 0.273 x 0.203 M.
DYNAMIET-MAGAZIJNEN.
VOOR EEN TROPISCH KLIMAAT.
ontworpen door den heer J. Harris.
Mining Engineer, Dynamite and Mining
Instructor te NOBEL'S EXPLOSIVES
Company, Limited, Glasgow.
SCHAAL 1:100.
N B Bij het opschuren van dynamiet en dergelijke ontplofingsmiddelen is het hoofddoel ze goed gelucht, koel, droog en in het duister te bewaren.
De vloer en de wanden van het magazijn moeten telkens als het voor ontvangst of aflevering wordt geopend, worden schoongeveegd.
Platte grond. 1:100.
houten stellingen
9.15
10.363

1:100.

ede. en ½aanzicht.

met 2 cM cementpleister

1.524

1:100.

Dwarsdoorsnede. C D.

staler ligger 8"x4"

beton

1.067

B.

voor ± 1600 Kist

Vooraanzi

3'x3'x 1/8"

C.

voor ± 90 Kisten

1:100.

½ dwarsdoorsnede. ½ aanzicht.

2 cM glad geschuurde cement

beton

koperplaat 4'x4"x1/8"

Lengte

Dynamiet kisten

houte

DYNAMIET-MAGAZIJNEN.

VOOR EEN TROPISCH KLIMAAT.

ontworpen door den heer J. Harris. Mining Engineer, Dynamite and Mining Instructor te NOBEL'S EXPLOSIVES Company, Limited, Glasgow.

SCHAAL 1:100.

N B Bij het opschuren van dynamiet en dergelijke ontploffingsmiddelen is het hoofddoel ze goed gelucht, koel, droog en in het duister te bewaren.

De vloer en de wanden van het magazijn moeten telkens als het voor ontvangst of aflevering wordt geopend, worden schoongeveegd.