

TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Afdeling Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN
EN BOEKAANKONDIGINGEN.

INSTITUUTSJAAR
1893—1894.

BATAVIA,

H. PRANGE & Co.

1895.

(*) " " " " à f 1, —.

Jaargang 1885—1886 f 4.—

Notulen der vergadering.

Verhandelingen en mededeelingen:

Eene studie over de getijden te Soerabaia.

Irrigatie uit de Rivier Pekalen.

Bekroond Antwoord.

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

Bladvulling.

Jaargang 1886—1887 f 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen:

Wegwals van Beton, vervaardigd bij de Genie-
werken te Gombong.

Het Caveur kanaal in Italië.

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

De Menenteng waterleiding in het district Losarie
residentie Cheribon.

Verbetering en uitbreiding van de bevoeiing uit
de kali Amprong in de districten Malang en Gon-
danglegie der afdeeling Malang, res. Pasoeroean,
in de jaren 1875 en 1877.

Eenige aantekeningen over het vervaardigen van
Cement voorwerpen.

Jaargang 1887—1888 f 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen:

Vervaardiging van Portland cement tegels.

Proeven met eene bijzondere inrichting van een
overwulfd panoven.

Proeven met zink tot wering van ketelsteen.

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

Het leggen van een steenen drempel in de rivier
Pategoewan.

Jaargang 1888—1889 f 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen en mededeelingen:

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

Tunnel nabij Gombong op de grens der Resi-
dencies Bagelen en Banjoemas.

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

De hervorming van het reizigerstarief op de
Hongaarsche Staatsspoorwegen.

Iets betrekkelijk de luchtverversching van ge-
bouwen op de hoofdplaatsen van Java.

Jaargang 1889—1890 f 1.50

Notulen der vergaderingen.

Jaargang 1890—1891 f 3.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

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

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

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

Vertalingen:

De bevoeiingswerken uit de Perijar-rivier.

Jaargang 1891—1892 f 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

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

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

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

Vertalingen:

Eene nieuwe handelwijze ten opzichte van loop-
zand door J. E. de M.

Jaargang 1892—1893 f 4.—

Notulen der vergaderingen.

Verhandelingen:

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

III. Dubbeldaagsche, eendaagsche en gemengde
getijden.

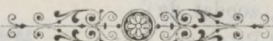
IV. Oostgat, Trechter en Westgat van Soerabaia.
Eenige mededeelingen over en beschouwingen
aangaande de militaire ziekeninrichtingen in Ned.
Indië, door J. G. H. de Voogt.

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

Natuurlijke bekapte steen op West-Java.

Boekaankondigingen, door J. E. de M.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.



NOTULEN DER VERGADERING GEHOUDEN OP 28 JULI 1893.

Aanwezig de navolgende leden:

J. K. KEMPEES, President, J. E. DE MEIJER, Vice-President, A. P. MELCHIOR, Penningmeester, L. J. C. VAN ES, Secretaris, G. P. A. RENAUD, A. MIJER en J. FRENKEL, Bestuursleden, benevens de leden W. F. HESKES, A. A. VAN HEURN, J. H. DUPPEN, J. F. DE GIJSELAAR, E. A. VAN ARCKEN, J. B. HUBENET, H. G. C. VAN DORP en J. NUHOUT VAN DER VEEN.

Na opening der vergadering werden de leden door den President verwelkomd en daarna, de notulen der vorige vergadering voorgelezen zijnde, deze gearresteerd.

Mededeeling wordt gedaan van eenige ingekomen stukken zijnde:

1°. bijdragen voor het afdeelingstijdschrift;
2°. een bericht van den President, dat ZHedGestr. wegens vertrek naar Europa met 1 Augustus a. s. zal ophouden lid te zijn der afdeeling, en

3°. de balans en verantwoording der gelden over 1892—93 door de Commissie van verificatie geteekend.

De bijdragen voor het Tijdschrift zullen door den Secretaris verder worden behandeld.

Omtrent het verslag van den Penningmeester met verantwoordingsstukken wenscht het lid van ARCKEN, tevens lid der verificatie commissie, aan te teekenen, dat het groote bedrag der achterstallige contributiën, waaronder er zijn van enkele jaren geleden, de aandacht van de verificatie commissie getrokken heeft.

Spreeker vermeent te moeten aandringen op strenger optreden tegen over achterstallige debiteuren.

Door den President wordt hierop geantwoord, dat dit zelfde onderwerp op eene kortelings gehouden Bestuursvergadering naar aanleiding der behandeling van het verslag van den Penningmeester aan de orde was gebracht, en dezen daarop door het Bestuur was opgedragen om, voor zoover overeenkomstig de bepalingen in art. 17 van het Huishoudelijk Reglement daartoe aanleiding bestond, voorstellen tot roijzeering van leden te doen.

De Vice-President, het lid J. E. DE MEIJER, het woord erlangende, sprak op grond zijner ervaring in vroegere jaren als Penningmeester der afdeeling opgedaan, de overtuiging uit, dat de meeste der achterstallige contributiën zullen worden geïnd, zoodat geen vrees voor verliezen behoeft te bestaan, alleen in zeer enkele gevallen was afschrijving noodig geweest; niettemin bleef het wenschelijk dat de nieuw opgetreden Penningmeester zijn bijzondere aandacht aan een spoedige aanzuivering der achterstallige gelden zou wijden.

Niemand verder over dit onderwerp het woord verlangende, worden de leden der verificatie commissie door den President voor het door hen gehouden onderzoek bedankt.

Het woord wordt daarop verleend aan het lid J. NUHOUT VAN DER VEEN, die eene bijdrage geeft over *den Stuwdam in de Waloeë*, welke onder de verhandelingen in het Tijdschrift zal worden opgenomen.

Na afloop dezer met teekeningen toegelichte mededeelingen, welke met belangstelling werden aangehoord en onder de leden nog tot eenige gedachtenwisseling over enkele vermelde details aanleiding geven, wordt door den President aan spreker dank betuigd voor de wijze waarop de aanwezigen kennis hadden gemaakt met een belangrijk en zoo in alle details goed uitgevoerd werk, dat reeds bewezen had aan groote natuurkrachten te kunnen weerstand bieden.

De President wijst nog op het goede voorbeeld door den spreker gegeven om met de verschillende bouwstoffen proeven omtrent de deugdzaamheid te nemen en vermeent dat ook in deze richting voor den ingenieur in Indië nog veel te doen overblijft. Daarna wordt het woord verleend aan den Vice-President J. E. DE MEIJER.

Spreeker merkt op dat blijkens de ingekomen missive, door den Secretaris aan het begin van deze vergadering voorgelezen, de President weldra de kring der afdeeling en ook Nederlandsch-Indië voor goed gaat verlaten, brengt vervolgens uit naam der leden hulde aan de bereidwilligheid en den tact waarmede door den President de leiding der aangelegenheden, der afdeeling betreffende, was gevoerd en een hartelijk vaarwel toeroepende, beveelt spreker en de afdeeling en de aanwezigen in het bijzonder in goede herinnering aan.

De President betuigt in hartelijke bewoordingen zijn dank voor het tot hem gesprokene, waarna niets meer aan de orde zijnde, de vergadering wordt gesloten.

De Vice-President,

(w. g.) J. E. DE MEIJER.

De Secretaris,

(w. g.) L. J. C. VAN ES.

NOTULEN DER VERGADERING OP 7 DECEMBER 1893.

Aanwezig de navolgende leden:

J. E. DE MEIJER, Vice-President, A. P. MELCHIOR, Penningmeester, L. J. C. VAN ES, Secretaris, A. MIJER en J. FRENKEL, Bestuursleden, benevens de leden: W. F. HESKES, J. NUHOUT VAN DER VEEN, J. F. DE GIJSELAAR, J. ILCKEN en J. B. HUBENET.

De vergadering geopend zijnde worden na verwelkoming der leden door den Vice-President, de notulen der vergadering van 28 Juli voorgelezen en deze gearresteerd.

De Vice-President brengt in herinnering dat wegens het vertrek van den President op de Convocatie biljetten eene verkiezing van een nieuwen titularis in deze vergadering is uitgeschreven en verzoekt de leden J. B. HUBENET en J. NUHOUT VAN DER VEEN het stembureau te willen uitmaken.

Tot stemming overgegaan zijnde blijkt dat zijn ingekomen 10 stembiljetten, waarvan zijn uitgebracht 8 stemmen op het lid J. E. DE MEIJER en 2 op het lid G. VAN HOUTEN, zoodat de Vice-President met groote meerderheid is verkozen tot President.

Door het aannemen dezer benoeming wordt eene verkiezing noodig voor een Vice-President, waartoe overgegaan zijnde de leden W. F. HESKES en G. P. A. RENAUD gelijke stemmen verkrijgen.

Het lid HESKES verklaart niet voor de benoeming van Vice-President in aanmerking te willen komen, waarop eene nieuwe verkiezing wordt uitgeschreven waarvan de uitslag is, dat het lid G. P. A. RENAUD 5 stemmen, het lid A. MEIJER 4 stemmen en het lid J. P. NUHOUT VAN DER VEEN 1 stem op zich vereenigt, zoodat eerstgenoemde is verkozen.

Het bestuurslid G. P. A. RENAUD wegens een binnenlandsch verlof naar Sindanglaja niet ter vergadering tegenwoordig zijnde, wordt den Secretaris door den President verzocht het besluit der vergadering aan den gekozene te willen mededeelen.

Alsnu wordt het woord verleend aan het lid A. P. MELCHIOR; die daarop omtrent een onderzoek naar het draagvermogen van den bodem te Belawan, ter plaatse waar een tolkantoor met aanlegsteiger moest worden gemaakt, mededeelt, hetgeen onder Bijlage A in dit tijdschrift is afgedrukt.

De spreker geëindigd hebbende werd door het lid J. FRENKEL de vraag gesteld of men mag aannemen dat de verhouding tusschen het schijnbare en werkelijke draagvermogen op dezelfde hoogte constant blijft. Spreker meent van wel, daar om 1 paal 4 kleine stonden, en mag worden aangenomen dat die in denzelfden soort grond geplaatst waren. Van die vier zijn de gemiddelden genomen en daarop de verhouding bepaald.

Op de vraag van het lid de MEIJER welke vorm van bladen is genomen, de oude die geen eigenlijk schroefvlak vormden of de nieuwe, wordt medegedeeld dat de bladen den ouden vorm hadden.

Het lid NUHOUT VAN DER VEEN deelt mede dat te Tandjong-Priok enkele schroefpaalbladen met behulp van een hefboom zijn uitgedraaid. Door genoemd lid werden kortelings verschillende bladvormen onderzocht, o. a. die welke waren uitgezonden voor den kolensteiger te Priok, die veel spoed maar juist een verkeerden vorm hadden. Het personeel der havenwerken rapporteerde een vlug indraaien, waaruit men zou mogen concludeeren dat de vorm der bladen in slappe gronden er weinig toe afdoet.

De President de discussie sluitende, wijst op het interessante van het onderwerp, waaromtrent weinig in boeken wordt gevonden, en bedankt het lid MELCHIOR voor de gedane mededeelingen.

Daarop wordt omtrent een bamboebrug over de Tjitandoei, gelegen in den weg van Indihiang naar Tjiamis en Cheribon, residentie Preanger Regentschappen, door het lid de MEIJER het een en ander opgemerkt, hetgeen als bijlage B achter de notulen is afgedrukt.

Ten slotte worden door het lid J. E. DE MEIJER eenige me-

dedeelingen gedaan, toegelicht door teekeningen, over het Nira-kanaal in Britsch-Indië, welke als bijlage C bij deze notulen zijn afgedrukt.

Niets meer aan de orde zijnde wordt de vergadering gesloten.

De President,

(w. g.) J. E. DE MEIJER.

De Secretaris.

(w. g.) L. J. C. VAN ES.

NOTULEN DER ALG. VERGADERING GEHOUDEN OP 27 APRIL 1894.

Aanwezig de navolgende leden:

J. E. DE MEIJER, President,

A. P. MELCHIOR, Penningmeester,

L. J. C. VAN ES, Secretaris, benevens de leden:

J. NUHOUT VAN DER VEEN, E. A. C. F. VON ESSEN, J. P. KRUMEL, W. ELENBAAS, A. A. VAN HEURN, TH. M. G. KEULEMANS, J. B. HUBENET, J. HOMAN VAN DER HEIDE en de geïntroduceerden S. KARSTEN en P. J. OTT DE VRIES.

Na opening der vergadering worden de aanwezigen door den President verwelkomd en daarna, de notulen der vergadering van 7 December 1893 voorgelezen zijnde, deze gearresteerd.

Mededeeling wordt gedaan van eenige ingekomen stukken, als:

1^e. berichten van de bestuursleden G. P. A. RENAUD, A. MEIJER en J. FRENKEL, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen;

2^e. een schrijven van het bestuurslid G. P. A. RENAUD, dat ZHedG. de benoeming van Vice-President in de vorige vergadering geschied niet kan aanvaarden;

3^e. verslagen van den Penningmeester en van den Secretaris over het afgelopen afdeelsjaer 1893—94.

Beide verslagen worden voorgelezen, vervolgens bij acclamatie als leden der verificatie commissie aangewezen de leden J. B. HUBENET en A. SNETHLAGE. De eerste ter vergadering aanwezig, verklaart die opdracht te aanvaarden, aan den tweede zal de benoeming door den Secretaris worden medegedeeld.

Vervolgens wordt overgegaan tot de verkiezing van een Vice-President, tengevolge van het bedanken van den benoemden titularis G. P. A. RENAUD.

Uitgebracht werden 11 stemmen waarvan 6 op het lid Baron D. R. J. VAN LINDEN, 4 op het lid A. MEIJER en 1 op het lid J. NUHOUT VAN DER VEEN.

De Secretaris wordt uitgenoodigd aan het lid VAN LINDEN van de benoeming tot Vice-President mededeeling te doen.

Aan de beurt van aftreden is het Bestuurslid G. P. A. RENAUD, die daarop met meerderheid van stemmen (9 tegen 2 op het lid J. NUHOUT VAN DER VEEN) wordt herkozen.

De President verleent daarop het woord aan het lid W. ELENBAAS, die mededeelingen doet over de werken tot irrigatie uit de Tjisokkan, ten behoeve van het district Tjihea, residentie Preanger-Regentschappen, welke onder bijlage D achter deze notulen zijn afgedrukt.

Nadat spreker had geëindigd, worden door de leden met belangstelling de verschillende tot toelichting van het gesprokene overgelegde teekeningen, ook der kunstwerken bezichtigd, en eenige inlichtingen daaromtrent verzocht, welke in nadere details worden verstrekt.

De President betuigt daarop aan spreker den dank der vergadering voor zijne belangrijke verhandeling over een werk door

hem met zoo veel beleid en ijver uitgevoerd, en waarop spreker met blijvende voldoening zal kunnen terugzien.

Niets meer aan de orde zijnde wordt de vergadering gesloten.

De President,

(w. g.) J. E. de MEIJER.

De waarn.: Secretaris,

(w. g.) A. P. MELCHIOR.

BIJLAGE A.

GRONDONDERZOEK TE BELAWAN.

Spreker ontving in 1886 de opdracht om een onderzoek in te stellen naar een ontwerp op te maken voor den bouw van een tolkantoor met aanlegsteiger op het eiland *Belawan*.

Belawan is een eiland van enkele kilometers lengte en breedte, gelegen tusschen twee armen, waarmede de *Deli*-rivier in Straat *Malakka* valt. Het is door nederzetting van door die rivier aangevoerde slibstoffen gevormd en zeer laag. Het is twijfelachtig, of eenig punt er van boven den hoogsten waterstand verheven is, voor het grootste gedeelte loopt het dagelijks onder water en het is geheel met een dicht strandbosch begroeid.

Op dit eiland bevindt zich nu het eindpunt van den *Deli*-spoorweg; nabij de plaats, waar dat eindpunt zou komen, moest het tolkantoor worden gebouwd.

Een vroeger ingesteld onderzoek had reeds geleerd, dat, gelijk trouwens te verwachten was, de bodem zeer slap is en dat het doelmatig was van een schroefpalen-constructie gebruik te maken.

Ook had dat onderzoek doen zien dat men niet kon volstaan met door boringen te bepalen op welke diepte een grondlaag werd aangetroffen, vast genoeg om het gebruik van kleine schroefbladen toe te laten. Integendeel was gebleken, dat de schroefpalen in den slappen grond hun steunpunt zouden moeten vinden en derhalve door het bepalen van het werkelijk draagvermogen der schroefpalen het benoodigde aantal en de grootte der schroefbladen behoorden te worden vastgesteld.

Dit onderzoek is door spreker aangevangen en door ons medelid, den ingenieur J. F. DE GIJBELAAR, voltooid.

Met den gang en de uitkomsten van dat onderzoek wenscht spreker de leden eenige oogenblikken bezig te houden.

Voor het onderzoek waren eenige schroefbladen van 0.90 M. middellijn, eenige schroefpalen van verschillende lengten, benevens een aantal daarbij behoorende artikelen uit 's lands voorraad naar *Deli* medegenomen.

Als belasting-materiaal werd gebruik gemaakt van spoorstaven, door de *Deli*-spoorwegmaatschappij welwillend afgestaan.

Het zou lastig en gevaarlijk zijn geweest de belasting aan te brengen op een soort houten tafel, gesteld op den hier soms verscheidene Meters boven het terrein geplaatsten kop der schroefpalen, zooals bij de proefbelasting van heipalen meermalen geschiedt.

De belasting werd daarom aangebracht op een op de paal geschoven gewonen radkrans. Een klemring kon niet voldoende stevig worden vastgezet om daarop den met verscheidene tonnen belasten radkrans te doen rusten. Het bleek evenwel, dat de radkrans door middel van de gewone klemrollen voldoende kon worden bevestigd.

Veiligheidshalve werden onder de einden der rails stapelingen

van houten dwarsliggers aangebracht, waarop de belasting na een zakking van een paar d. M. kwam te rusten.

De zakking werd steeds gemeten op de schroefpaal zelve door middel van een op piketten geplaatste rij.

Op die wijze werd de fout, welke zou kunnen ontstaan uit een mogelijke kleine verschuiving van den radkrans langs den paal, vermeden.

Nadat de paal tot op zekere diepte was ingedraaid, werd een belasting aangebracht, waarvan de grootte aanvankelijk geheel op de gis en veiligheidshalve klein werd genomen. Was de belasting te groot, dan zakte de paal plotseling snel weg, totdat de rails op de stapeling kwamen te rusten.

Dadelijk had er na het aanbrengen ook van een matige belasting eenige zakking plaats, die na een paar dagen bleek niet meer toe te nemen.

Nu werd de belasting vermeerderd, hetgeen weer een nieuwe zakking ten gevolge had, weder steeds langzamer toenam en na enkele dagen onveranderd bleef. De belasting werd nu op nieuw vergroot, tot dat eindelijk de grens van het werkelijk draagvermogen bleek overschreden te zijn, daar de paal met een constante of slechts langzaam afnemende snelheid van enkele m. M. per etmaal bleef doorzakken. Ook werd die grens geacht practisch overschreden te zijn, indien de som der achtereenvolgende partiele zakkingen een zeker bedrag, waarvoor 4.5 c. M. werd aangenomen, te boven ging.

Het is duidelijk, dat op die wijze de bepaling van een enkel draagvermogen veel tijd kostte. Wanneer de uiterst langzame zakking eens paals lang aanhield, waren daarmede nagenoeg 20 dagen gemoeid.

Nadat aldus het werkelijk draagvermogen van den paal was bepaald, werd de belasting afgenomen, de paal bijv. 1 M. dieper ingedraaid en de proef op nieuw aangevangen.

Op deze wijze werden bij 4 proefpalen voor het werkelijk draagvermogen op verschillende er bij vermelde diepten de bedragen gevonden, die in onderstaand tafeltje zijn verzameld.

TERREINSHOOGTE =	I.	II.	III.	IV.
	+ 2.10	+ 1.20	+ 1.20	+ 2.20
Diepte schroef.		Draagvermogen in KG.		
÷ 5.50 M.	—	—	5520	—
÷ 6.05 "	6940	—	—	—
÷ 9.00 "	8240	—	—	—
÷ 11.00 "	9430	—	—	—
÷ 11.60 "	—	—	—	11190
÷ 12.10 "	—	11120	—	—
÷ 13.60 "	—	—	—	12340

Uit dit overzicht blijkt, dat slechts op een betrekkelijk klein aantal plaatsen en diepten het draagvermogen is bepaald, hetgeen niet onverklaarbaar is, als men den volgens het voorgaande zeer langen duur van elk onderzoek in aanmerking neemt. Er komt nog bij, dat het bedrag der zakking soms niet nauwkeurig kon worden gemeten door het uit het lood zakken van den paal of door het verloren gaan van een der piketten.

Ook deed zich het bezwaar voor, dat slechts 4 schroefbladen voorhanden waren daar het met de beschikbare hulpmiddelen en bij de weinige vastheid van den bovengrond niet mocht gelukken de ingedraaide schroefpalen uit te trekken. Het terugdraaien had wel aanvankelijk eene rijzing van enkele c. M. tengevolge, maar bij het verder ronddraaien van den paal, hetgeen uiterst gemakkelijk ging, had er absoluut geen verdere rijzing plaats.

Dit alles neemt niet weg, dat het bedenkelijk moest worden geacht later een geheel ontwerp te baseeren op de op slechts 4

punten verkregen resultaten, daar het bewijs van de gelijkslachtheid van den bodem over het geheele bouwterrein niet zou zijn geleverd.

Daarom werd voor het onderzoek ook nog gebruik gemaakt van kleine proef schroefpalen, waarvan de toepassing door spreker voor dergelijke gevallen zeer werd aanbevolen.

Deze proefpalen door de Deli-Spoorwegmaatschappij in leen afgestaan hadden een schroefblad van slechts 22 c. M. middellijn, terwijl de paal bestond uit op elkander te schroeven getrokken ijzeren pijpen van 5.1 c.M. middellijn en 3.00 M. lengte.

De paaltjes waren zeer handig in het gebruik, de kleine benodigde belastingen konden spoedig worden aangebracht en verwijderd en de palen konden zonder veel moeite worden uitgetrokken.

Door het gebruik van deze paaltjes werd het onderzoek in het water van af tijdelijke steigertjes mogelijk.

Bij het gebruik van de groote schroefpalen zouden daartoe kostbare hulpsteigers zijn noodig geweest.

Het zou gevaarlijk geweest zijn het draagvermogen van een grooten schroefpaal af te leiden uit dat van een kleinen, door het evenredig te stellen aan de 2de machten der middellijnen.

Daarentegen mocht veilig worden aangenomen, dat, als op 2 punten het draagvermogen van den kleinen schroefpaal hetzelfde was, zulks ook met dat van een grooten schroefpaal het geval zou zijn.

De bepaling van het werkelijk draagvermogen van een groot aantal kleine schroefpalen zou echter toch nog een zeer tijdroovende arbeid zijn geweest; daarom werd besloten nog een eenigszins anderen weg in te slaan.

Van den kleinen schroefpaal werd namelijk bepaald het zoogenaamde „schijnbare draagvermogen,” d.i. de grootste belasting welke kon worden gedragen, zonder dat de paal plotseling wegzakte. Dit „schijnbare draagvermogen” is natuurlijk grooter dan het werkelijke en kon in zeer korten tijd worden bepaald, omdat het daartoe niet noodig was uren of dagen lang de zakking waar te nemen.

Uit het „schijnbare draagvermogen” zou het werkelijk draagvermogen van de schroefpalen met bladen van 0.90 M. middellijn kunnen worden afgeleid, indien men de zekerheid had, dat de verhouding nagenoeg constant is en men haar kende.

Om daartoe te geraken zijn rondom elke groote schroefpaal en tot op elke diepte, waarop deze werd belast, in een nauwen kring eenige — veelal 4 — kleine proefpalen ingedraaid en belast.

De uitkomsten zijn in onderstaand tafeltje vereenigd, waarbij de getallen in de laatste kolom de verhouding aangeven tusschen het werkelijk draagvermogen van een grooten en het schijnbare idem van een kleinen paal.

Draagvermogen.

Diepte.	Aantal.	min.	max.	gem.	verh.
÷ 5.50 M.	4	620 KG.	710 KG.	665 KG.	8.3
÷ 6.00 "	5	671 "	716 "	707 "	9.8
÷ 9.00 "	5	782 "	1001 "	881 "	9.3
÷ 11.00 "	5	926 "	1535 "	1186 "	7.9
÷ 11.60 "	4	1448 "	1560 "	1499 "	7.4
÷ 12.10 "	1	1420 "	—	1420 "	7.8
÷ 13.60 "	4	1634 "	1760 "	1708 "	7.2

De bedragen voor het schijnbare draagvermogen van de kleine proefpalen gevonden komen onderling vrij goed overeen, behalve het bedrag van 1535 KG. op de diepte ÷ 11.00 M. verkregen. Hierbij wordt aangeteekend, dat dat paaltje, toen het nog geen Meter dieper was ingedraaid, niet verder naar beneden kon worden

gebracht, waarschijnlijk omdat het op hout stuitte! Wellicht deed de invloed daarvan zich reeds ÷ 11.00 M. gevoelen.

De verhoudingscijfers vertoonen een onmiskenbare neiging om met de toenemende diepten kleiner te worden. Dit kan worden verklaard uit den invloed van de wrijving langs de palen, die bij de kleine palen een betrekkelijk grooteren invloed moet uit oefenen dan bij de groote.

Het geheele bouwterrein is met kleine proefpalen in raaien onderzocht. De grond bleek op een zelfde diepte een voldoende standvastig draagvermogen te bezitten om de kleine gevonden verschillen te kunnen verwaarloozen. Alleen is later voor het draagvermogen van de in betrekkelijk diep water in te draaien palen eenige reductie aangebracht. Uit de verkregen uitkomsten kon, naar gemeend wordt, het werkelijk draagvermogen van een schroefpaal met blad van 0.90 M. middellijn op elk punt en op elke diepte met voldoende juistheid worden afgeleid.

In het ontwerp is evenwel ook gerekend op het gebruik van schroefbladen van 1.20 M. middellijn.

Het draagvermogen van een met zulk een blad voorzienen schroefpaal zou kunnen worden afgeleid uit dat van een paal met een blad van 0.90 M. middellijn door te vermenigvuldigen met $\frac{16}{9}$, maar zou dan iets te groot worden gevonden. Het

draagvermogen van een schroefpaal bestaat namelijk uit 2 deelen: de weerstand van den grond tegen het ondervlak van het schroefblad en de wrijvingsweerstand langs den paal en deze laatste neemt natuurlijk bij vergrooting van de middellijn van het blad niet toe.

Daarom is een poging gedaan om den wrijvingsweerstand en den weerstand van het schroefblad afzonderlijk te berekenen.

Om daartoe te geraken werd het werkelijk draagvermogen van eenige kleine proefpalen bepaald. Daarvoor werd bijv. op de diepte ÷ 9.00 M. gevonden 622 KG., d.i. 71% van het schijnbaar draagvermogen.

Noemt men nu a den weerstand per c.M² schroefblad op een diepte ÷ 9.00 M. en b den gemiddelden wrijvingsweerstand tot op die diepte langs het oppervlak van den paal eveneens per c.M², dan heeft men de vergelijkingen:

$$a \times 415.5 + b \times 1080 \times 16 = 622$$

$$\text{en } a \times 6360 + b \times 1020 \times 40 = 8240.$$

Het verschil tusschen de cijfers 1080 en 1020 (de lengten der in den grond zich bevindende palen uitgedrukt in c.M.) is een gevolg daarvan, dat de groote paal in een ondiep gegraven gat was ingedraaid.

Uit de vergelijkingen wordt gevonden:

$$a = 1.25.$$

$$b = 0.0071.$$

Een zelfde berekening werd ook voor andere diepten ingesteld en zodoende werden de volgende cijfers verkregen:

Diepte.	a .	b .
÷ 6.00	1.1	0.
÷ 9.00	1.25	0.0071
÷ 11.00	1.39	0.012
÷ 12.10	1.63	0.014
÷ 13.60	1.79	0.016.

Zooals reeds is opgemerkt hebben de getallen b betrekking op de gemiddelde wrijving tot op de aangegevene diepte.

Hieruit kan de wrijvingsweerstand per c.M² op elke diepte worden afgeleid.

Beneden het peil ÷ 9.00 M. wordt daarvoor gevonden een nagenoeg constant bedrag van 0.037 KG., d.i. 148 KG. per M¹. paal van 12.7 c.M. dikte.

Het draagvermogen van een schroefpaal met blad van 1.20 M. middellijn op de diepte $\div 13.60$ M. wordt nu gevonden uit de formule:

$$Q = 1.79 \times 11310 + 0.016 \times 1480 \times 40 = 20245 + 915 = 21160 \text{ KG.}$$

Had men het afgeleid door eenvoudig het draagvermogen van den paal met blad van 1.20 M. te vermenigvuldigen met $\frac{16}{9}$ dan had men gevonden:

$$Q = 21940 \text{ M}$$

Het verschil is dus betrekkelijk gering.

Het lid de MEIJER maakt hier de opmerking, dat het gewicht van den grond boven het schroefblad buiten beschouwing is gelaten.

Het in rekening brengen van dat gewicht zou natuurlijk van geen invloed zijn geweest op de vaststelling van het draagvermogen langs den aangegeven weg van de schroefpalen met bladen van 0.90 M. Ook de invloed op de vaststelling van het bedrag van wrijving en dus van het draagvermogen van een schroefpaal met blad van 1.20 M. middellijn zou, zooals kan worden aangetoond, zeer klein zijn geweest.

Stel het gewicht van den grond is 1600 KG. per M^3 , dan worden de vergelijkingen dienende voor de berekening van a en b op de diepte $\div 9.00$ M:

$$a \times 415.5 + b \times 1080 \times 16 = 622 + 4.15 \times 108 \times 1.6$$

$$\text{en } a \times 6360 + b \times 1020 \times 40 = 8240 + 63.6 \times 102 \times 1.6$$

waaruit gevonden wordt:

$$a = 2.88$$

$$b = 0.0071.$$

In het algemeen wordt dan gevonden:

Diepte.	a .	b .
$\div 6.00$	2.26	0
$\div 9.00$	2.88	0.0071
$\div 11.00$	3.41	0.013
$\div 12.10$	3.82	0.015
$\div 13.60$	4.13	0.019.

Het draagvermogen van een schroefpaal met blad van 1.20 M. op $\div 13.60$ M. zal nu bedragen:

$$Q = 4.13 \times 11310 + 0.019 \times 1480 \times 40 = 113.1 \times 148 \times 1.6 = 46710 + 11.25 = 26782 = 21053 \text{ KG.}$$

d.i. slechts 107 KG. minder dan het vroeger gevonden bedrag.

Ten slotte deelt spreker mede, dat bij het opmaken van het ontwerp is nagegaan welke bij verschillende fundeeringdiepten de kosten zijn van een ton draagvermogen bij gebruik van bladen van 1.20 M.

Alleen lettende op de kosten van het ijzer, niet op die van het indraaien en stellen werd gevonden:

op $\div 6.00$ M.	f 39.
" $\div 9.00$ " "	41.
" $\div 10.00$ " "	41.
" $\div 11.00$ " "	40.
" $\div 12.10$ " "	36.
" $\div 13.60$ " "	34.

Hieruit volgt, dat de toename met de diepte van het draagvermogen van den grond groot genoeg is om de kosten van lange palen te wettigen. Toch werd gemeend, dat niet dieper dan tot $\div 13.60$ M. moest worden gegaan, omdat dan niet meer met 2 palen van 8 M. zou kunnen worden volstaan.

Het gebruik van 3 palen zou aanleiding hebben gegeven tot een minder stijf geheel en palen van meer dan 8.00 M. lengte worden tamelijk onhandelbaar.

Er zou alleen aanleiding hebben bestaan om over deze bezwaren heen te stappen, indien enkele Meters dieper het draagvermogen sterk toenam tengevolge van eene verandering van de grondsoort.

Wel werd bij 2 boringen van af $\div 17.50$ M. een mengsel van klei en zand aangetroffen, maar op een ander punt werd tot op $\div 21.60$ M. niets anders gevonden dan slappe klei.

De zandplaat kwam dus blijkbaar slechts plaatselijk voor, het was op die groote diepte moeilijk de grenzen er van te bepalen en het werd daarom veiliger geacht er geen rekening mede te houden.

BIJLAGE B.

BAMBOEZEN BRUG OVER DE TJITANDOEI TĒ INDIHANG. (GRENS PREANGER R. — CHERIBON).

Door het vervangen van tijdelijke bruggen door permanente, verdwijnen langzamerhand zeer interessante bouwwerken, geheel op initiatief der hoofden, zonder technische voorlichting door de inlandsche bevolking uitgevoerd, bouwwerken, waaraan wel eene groote hoeveelheid materiaal en arbeidskrachten zijn besteed en die veel onderhoud vereischen, maar die toch getuigenis afleggen van de vindingrijkheid van den inlander en vele jaren aan de behoeften van het transport hebben voldaan. Als curiositeit en om de constructie in de herinnering te bewaren, vraagt spreker opneming van de teekening in het Tijdschrift (zie pl. I).

Uit een rapport van den opzichter 1^e klasse K. A. BERKHEMER, wordt aangeteekend, dat de afgebeelde brug in 1889 is gebouwd, maar sedert ieder jaar uit de onderhoudsfondsen is hersteld. Er heeft thans nog een druk verkeer over plaats; eene gelijksoortige brug bij Tassikmalaja is echter reeds vervangen. Indien de op de teekening aangegeven bandjirhoogte voorkomt, slaat de brug weg, doch deze stand is zeldzaam. Volgens opgave van den loerah, die de brug heeft gebouwd, is na 5 à 6 jaar het bamboe zóó vergaan dat geheele vernieuwing noodzakelijk is.

De brug heeft eene lengte op het dek gemeten van 32.90 M. en eene breedte van 3.75 M.

De voornaamste dragende deelen der brug zijn de vier schoren (Soendaneesch: djodang) bestaande ieder uit 6, soms ook 8 stuks bamboe soerat, dik 8 à 10 cM. Op afstanden van 0.75 M zijn deze bamboezen vastgebonden met taliedoek. Elk paar schoren is aan de onderzijde over de breedte van de brug verbonden door 16 stuks bamboe soerat, dik 6 cM. Over deze 16 bamboezen zijn twee andere aangebracht, evenwijdig aan de hoofdschoren. Hierover zijn vier diagonalen gelegd. Op den bovenkant van de djodangs zijn nog horizontale bamboezen aangebracht tot dracht van de verticalen. De hoogste verticaal bestaat uit 9 staande, verbonden door eenige horizontale bamboezen en voorzien van twee diagonalen.

De overige verticalen bestaan uit slechts 7 bamboezen, overigens zijn zij gelijk aan de hoogste verticalen.

Elke djodang wordt tegen doorbuiging gevrijwaard door drie ankers, elk bestaande uit 2 bamboe soerat.

De ankers zijn vastgenaaid aan de verticalen en met paaltjes in de oevers vastgezet.

Boven elke djodang worden de verticalen tot dracht van het dek verbonden door 4 bamboes, aangebracht in de richting van de lengte-as van de brug.

Tusschen deze 4 paar bamboezen komen twee lagen elk van 5 bamboes voor. Door horizontale bamboe, aangebracht in de richting der breedte van de brug, wordt een netwerk gevormd, waarop de aan elkaar sluitende bamboezen, die het eigenlijke dek uitmaken, komen te liggen. Over een dubbele sassak heeft verder de passage plaats.

In het samenstel, dat het dek draagt, komt slechts één paar diagonalen voor en wel in het midden der brug.

Meerdere diagonalen zouden de brug meer stijfheid geven.

De atappen dakbedekking beschermt de brug voor regen, doch heeft het bezwaar veel wind te vangen, waardoor de brug over haar lengte-as dikwijls heel spoedig na haar voltooiing gebogen wordt, zoodat de samenstellende deelen uit hun verband gerukt worden.

Het opstellen van de brug heeft als volgt plaats:

Eerst wordt van de 6 bamboes, waaruit elke djodang bestaat, er één in den vereischten stand gesteld. Deze vier bamboezen worden door dwarsbamboezen zóó verbonden dat er één man zich over bewegen kan. Vervolgens worden de djodangs telkens met een bamboe verzwaaard totdat zij elk uit het vereischte aantal bamboes bestaan.

Het verder opbouwen van de brug geeft daarna geen moeilijkheden meer.

Alle constructiedeelen die met den grond in aanraking komen worden ter voorkoming van verrotting met doek omwonden.

Volgens den loerah, die de brug gebouwd heeft, kan men de ondervolgende begroting van kosten opstellen:

350 stuks bamboe soerat à f 0.25	= f 87.50
1500 " " talie à " 0.04	= " 60.—
5000 str. M. taliedoek à " 0.005	= " 25.—
1500 stuks atap.....	" 15.—
4 houten stijltjes.....	" 4.50
400 koelies à f 0.20.....	" 80.—
Telt.....	f 272.—
± 10 % onvoorziene uitgaven.....	" 28.—
Telt.....	f 300.—

of ongeveer f 10.— per str. Meter.

De brug wordt in den tijd van 14 dagen gebouwd.

De reeds genoemde brug nabij Tassikmalaja in den weg van daar naar Tjamis over de Tjitandoei was van dezelfde afmetingen, maar geheel boven het bandjirpeil gelegen.

BIJLAGE C.

HET NIRA-KANAAL (PLAAT II).

Reeds omstreeks 1863 kwam de wenschelijkheid ter sprake om de oostelijke districten van Poona in het presidentschap Bombay in Britsch-Indië beter van water te voorzien, daar aan die zijde van de westelijke Ghauts de regenval hoogst onzeker is. Nadat men aanvankelijk slechts voornemens was geweest om in de kleinere riviertjes vergaarkommen aan te leggen en zoo eene partiële verbetering te verkrijgen, werd later besloten de grootere rivieren de Mutha en Nira op te dammen en kanalen te graven. Deze rivieren waarvan de oorsprong in het hogere gebergte ligt, loopen uit in de Bhima, welke weder een affluent is van de Kisthna. Het opdammen van de Mutha boven de stad Poona heeft aanleiding gegeven tot het vormen van het reservoir van Khadakwasla, ook naar den kolonel ontwerper Lake

Fife genaamd, waardoor die stad thans zelf van water wordt voorzien en een belangrijke strook terrein benedenstrooms langs de Mutha bevoeid kan worden.

Het gelijktijdig ontstane Nira-ontwerp omvat eveneens een vergaarkom en bevoeit het op de kaart gearceerde terrein tot bij Baramati en Indapur.

In de regenmoessonmaanden van Juni tot October voert de rivier veel meer af dan noodig is, maar daarna neemt het debiet zoodanig af dat van Januari tot Juni nagenoeg niets beschikbaar is.

Het door den heer J. E. Whiting in 1871 opgemaakte ontwerp, dat eerst in 1881 definitief tot uitvoering kwam ten laste van het crediet voor "Protective Works," omdat men geene groote verwachtingen van de financieële voordeelen koesterde, omvat dan ook behalve een dam met inlaatsluizen in de rivier zelf, nog een vergaarkom, te verkrijgen door het opdammen van de Yelwandi, een zijtak van de Nira op ongeveer 30 K. M. stroomop van het hoofdwerk.

Het stroomgebied van de Nira boven het hoofdwerk heeft 1810 K. M² oppervlakte en de afvoer bij een buitengewoon hoogen rivierstand in 1854 werd geschat op 4480 kub. m. in de secunde. Van het stroomgebied behoort 168 K. M² tot de Vir nalla, een beek die juist boven het hoofdwerk in de Nira uitloopt. De grootste afvoer zou voor dit stroompje overeenstemmen met een waterlaag van 12.7 m.M. per uur (3.50 M³ per K. M² en per sec.) en voor de hoofdriever met 8.5 m.M. per uur (2.36 M³ per K. M² per sec.)

Door de opdamming van de Yelwandi bij Bhatgarh in de buurt van de stad Bhore, kan het water opgevangen worden van een stroomgebied van 330 K. M² met een jaarlijkschen regenval welke van 6.20 M. in het gebergte afwisselt tot 1 M. nabij den dam. Men rekent dat hier bij de hoogste standen per uur een waterlaag van 16 m.M. hoogte kan worden afgevoerd of 4.4 M³ per sec. en dat het grootste debiet 1445 M³ per sec. kan bedragen. Het gemaakte reservoir heeft een bruto inhoud van 131.440.000 M³, waarvan 117½ miljoen voor de irrigatie kan worden benut, door die massa in den drogen tijd geleidelijk in de Nira rivier af te laten en het achter den dam van het hoofdwerk te Vir op te vangen om er het hoofdkanaal mede te voeden.

Het plan is vrij dikwijls omgewerkt, doch ten slotte heeft men zich bepaald tot een debiet van 12.88 M³ per secunde voor het hoofdkanaal en bedroeg de raming met inbegrip van den gemetselden stuwmuur te Bhatgarh, de hoofdwerken te Vir, het hoofdkanaal lang 162½ K. M. en 177 K. M. verdeelkanalen met een aantal kunstwerken, een totaal van omstreeks 5½ miljoen roepiën (1).

De hoofdwerken liggen aan de Nira op ongeveer 16 K. M. beoosten den grooten weg van Poona naar Dharwar nabij het plaatsje Vir in de onderafdeeling Purandhur. Zij bestaan in de eerste plaats uit eene haaks op de stroomrichting gebouwde groote stuw, die aan den linker oever of noordzijde met een bocht omloopt en het stroompje Virnalla op die wijze evenzoo rechthoekig snijdt.

Twee hulpstuwen zijn beneden de hoofdstuw aangelegd. De eene in de Virnalla op 15 M., de andere in de hoofdriever op 316 M. afstand van de hoofdstuw. De hoofdstuw zelf is ontwikkeld 690 M. lang, de eerstgenoemde hulpstuw 92.5 M.,

(1) 1 roepie vroeger 1/10 pond sterling of f 1.20 heeft thans door de daling der zilverprijzen, tegenover het buitenland slechts een waarde van f 0.80.

de andere 187 M. Zooals uit de doorsnede in de richting van de Nira rivier blijkt, ligt de hoofdstuw met de kruin 12.80 M. boven den voormaligen rivierbodem en de hulpstuw 7.46 M. lager. In de Virnalla is de kruin van eerstgenoemde even hoog, maar die van de hulpstuw ligt op 4.42 M. daar beneden.

Vóór den aanvang van het werk was er sprake van om de stuw meer stroomaf te leggen, waar de lengte minder zou zijn, maar men is bij het meer kostbare ontwerp van den heer Whiting gebleven, omdat men zich voorstelt, dat de lange stuw met minder hoogte van overstorting zal werken en de opstuwing zich niet zoover zal doen gevoelen, hetgeen in verband met de oeverlanden en een bovenstrooms gelegen brug niet wenschelijk was, terwijl op de geprojecteerde wijze de inlaatsuizen veiliger liggen en de fundeering op rotsgrond hier minder bezwaar opleverde.

De hoofdstuw heeft eene kruinsbreedte van 2.74 M. en ter hoogte van de rivierbedding eene breedte van 7.90 M. De voorkant helt $\frac{1}{10}$, de benedenzijde $\frac{1}{3}$ tot op 8.80 M. beneden de kruin en verder $\frac{1}{2}$. Het zuidelijk uiteinde vindt steun in de natuurlijke rots van den rechteroever. Aan het omlopende andere einde gaat de stuw over in een hooger en muur, waarin zich de inlaatopeningen van het kanaal bevinden.

Het onderste gedeelte van de stuw bestaat uit metselwerk in breuksteen en hooger uit beton, ingesloten tusschen twee bekledingen van datzelfde metselwerk respectievelijk 0.75 en 0.60 M. dik, terwijl het beton met 0.23 M. breuksteenplaveisel is afgedekt en de rand daarvan een weinig is afgerond.

Het moeilijkste gedeelte van de fundamenteën was dat waar het diepe punt van de rivier werd gepasseerd, terwijl in het schuine aan de bocht sluitende gedeelte de stuw door de eigenaardige situatie in 16 M. ingraving moest gelegd worden, waar bij plotselinge wassen onder het werken het metselwerk dikwijls geheel met slib werd bedekt. Een zware wel, die men in de rivier ontmoette, werd met een duiker overweld en de aanleg daar plaatselijk grooter genomen. Op den linkeroever van de Nira vond men voorts een punt waar de bedding niet uit vertrouwde rots, maar uit zachte specie met rolsteenen bestond. Men was verplicht om over 29 meter lengte deze massa ter diepte van 1.50 tot 3.60 M. uit te graven en deze put met een centrifugaalpomp droog te houden.

De stuw is op die wijze *doorgaande op vaste rots* gefundeerd. Zelfs de openingen langs den teen, die voor het inkassen dienden zijn later met beton volgezet.

Het water dat zich achter de stuw verzamelt, kan de inlaatsuizen slechts bereiken door de hooge gronden tusschen de Nira en Virnalla zooveel noodig op te ruimen, waartoe eerst geulen werden gegraven van 1.80 M. wijd, in de hoop dat het meeste van zelf zou wegschuren. De harde steenachtige roode grond weerstaat echter de werking van het water en verweert alleen aan de lucht, zoodat slechts de bovenlagen geleidelijk wegstroomden. Men heeft hier dus meer aardewerk te verrichten dan gedacht was en hoopt dat voorts de toestand geleidelijk zal verbeteren. Om dit in de hand te werken is over 120 M. lengte de kruin aldaar voorloopig 0.38 m. lager gelaten. Voorts zijn in het gebogen gedeelte twee spuiopeningen van 2.45 bij 1.22 M., waarvan de drempel 2.74 M. beneden de kruin ligt, om den grond weg te spoelen. Ook in de nabijheid van de inlaatsluis zijn openingen van 0.90 M., waarvan de drempel 3.65 M. beneden de kruin en 1.15 M. beneden de drempels van de inlaatsluis ligt. Deze spuiopeningen, hoewel grooter dan ontworpen was, zijn feitelijk te klein. In het midden van het

gedeelte stuw door de Virnalla is nog een opening van 2.40 bij 1.20 M. op ongeveer gelijke diepte gelegen.

De hulpstuw in de Nira heeft 187 M. lengte, ligt in het midden over 85 M. horizontaal en loopt verder naar de einden onder $\frac{1}{30}$ helling op. De bovendikte is 2.74 M., die ter hoogte van de rivierbedding 6.09 M., de wederzijdsche hellingen zijn $\frac{1}{4}$. Deze stuw bestaat geheel uit beton met buitenbekledingen van metselwerk. In den drogen tijd wordt de kruin als weg gebruikt met een leuning er langs van draadkabel bevestigd in ijzeren stijltjes, die weggenomen kunnen worden. In den regentijd is deze gemeenschap afgesloten en wordt de poortopening in het landhoofd met naalden gedicht.

Bij den vermelden hoogsten afvoer van 4480 M³. is berekend dat het water 2.10 M. boven de kruin van de hoofdstuw en 6.90 M. boven die van de hulpstuw zal rijzen. In dat geval zou het water boven de hulpstuw in de Virnalla, die hooger is, slechts 3.04 M. staan.

Die hooge stand komt niet veel voor omdat de Nira gewoonlijk in Juli het hoogste is en de Virnalla in Mei. Op 3 Juli 1888 werd het debiet op 2830 M³. per sec. geschat en stond het water in het Nira gedeelte 2.25 M. boven de kruin maar in de Virnalla slechts 0.60 M. wegens het belangrijk denivellement dat door de nauwe kanalen langs het bovengedeelte van het gebogen en verdere einde van de stuw werd veroorzaakt. Het water boven de groote hulpstuw rees toen tot 4.32 M. boven de kruin daarvan.

Bij de berekening van de stabiliteit is aangenomen dat het water tot 3.35 M. boven de kruin van de hoofdstuw kan rijzen en de druk aan de buitenteen zou dan hoogstens 4.62 K. G. per c.M². bedragen, het gewicht van het metselwerk aangenomen op 2560 K. G. per M³.

De hoofdstuw bevat 14477 M³ metselwerk en 21000 M³ beton, respectievelijk in het werk gebracht voor 110122 en 95222 Roepiën of ± 8 en $4\frac{1}{2}$ Roepie per M³.

De inlaatsluis. Terwijl de kruin van de hoofdstuw op 55.625 M. boven het aangenomen nulvlak ligt, is de bovenvlakte van den muur, waarin zich de inlaatopeningen bevinden, op + 59.587 gelegen en de drempel der openingen gelijk met de kanaalbedding op + 52.912 M. Deze muur van ongeveer $6\frac{1}{2}$ M. hoogte van metselwerk in breuksteen rust op een blok beton dat in de vaste rots is ingekast, van welke rots het niveau hier op + 51 ligt. De muur heeft eene bovendikte van 2.70 en eene onderdikte van 3.60 M. terwijl de betonlaag ter breedte van ± 6 M. aan de voorzijde de avant-becs tusschen de openingen draagt, welke noodig zijn om de sponningen voor de gegoten ijzeren schuiven te kunnen aanbrengen. De openingen ruim 1.20 M. breed en hoog zijn door flauwe segmenten afgedekt, de penanten er tusschen zijn 0.90 M. dik.

De schuiven worden door schroefstangen, waarop een met een eenvoudig handvat bewogen moer is aangebracht, op en neder gelaten. Deze gesmeed ijzeren windwerken worden boven op den muur behandeld evenals die van de beide aanliggende reeds vermelde spuiopeningen, waarboven die muur tot gelijke hoogte omloopt. Achter de sluis vormen kanaalmuren haaks op het front een ongeveer vierkant bassin van ± 15 M. zijde, van achteren begrensd door een boogbrug met drie openingen elk van 4.50 M. wijdte en eerst beneden die brug gaat dit bassin in de normale bodembreedte van het kanaal van 7 M. over. Bovenstrooms van de boogbrug is het bassin door een spuisluis met het riviervak tusschen de beide Nira stuwen verbonden, zoodat binnengetreden slib ook daar nog weggespoeld kan worden.

Het *hoofdkanaal* begint bij de inlaatsluis in een 9 M. diepe ingraving, volgt een hoogte lijn van het terrein, behalve waar het voordeliger was enkele uitloopers af te snijden en bereikt vervolgens de waterscheiding tusschen de Nira en de Bhimavalleien ten westen van de stad *Indapur*; het heeft tot daar eene lengte van 162.5 K.M.

Het debiet in het begin is 12.88 M^3 per sec. met eene watterdiepte van 2.28 M. en daar waar het in het laatste secundaire kanaal overgaat 2.58 M^3 per sec. bij 1.80 M. watterdiepte. Dit laatste cijfer is berekend in verband met den geschatten afvoer der overige zijkanalen. Het kanaalprofiel wijzigt zich naar de grondsoorten, in gewonen grond taluds van $1\frac{1}{2}$ op 1, in harden grond 1 op 1, in zachte rots $\frac{1}{2}$ op 1 en in harde rots te lood. De grootste bodembreedte is 7 M., de kleinste in rotsgrond bij K. M. 157.7 is 2.70 M. De bodemhelling wisselt af van $\frac{1}{12672}$ à $\frac{1}{10560}$ in grond tot $\frac{1}{660}$ in rots en de snelheid van 0.45 M. tot 1.50 M. per seconde. Het geheele verval is 29.306 M. gevend een gemiddeld verhang van 0.18 M. per K. M.

Het kanaal is bijna overal bedijkt om het terrein water er niet in te laten afloopen. Dit wordt door verschillende doorlaten weggevoerd.

Op veel plaatsen liep het kanaal door zoogenaamde *kurral* grond dat is eene gele klei met ballen *kunkur* (uit water afgezette versteeningen). Deze klei wordt in aanraking met water slappe modder en gaf veel aanleiding tot afschuivingen. Allerlei middelen werden daartegen beproefd. Men was ten slotte op veel plaatsen genoodzaakt evenwijdig aan het kanaal greppels van 0.60 M. breedte te graven van af het peil van den toekomstigen waterspiegel tot op den vasten ondergrond en deze met goede droge „puddle” of kleibeton te vullen, om het doordringen van het water door de taluds te beletten.

De afleiding van het zijdelings toevloeiende water geschiedt door 18 overgangen, 90 grondduikers en 9 brugkanalen, terwijl bovendien op geschikte punten de noodige aflaten voor het kanaal zelf zijn gemaakt. Bij het uitzetten van het hoofdkanaal moest het tracé zoodanig worden gekozen, dat de verschillende nala's (nulla's of terreinafwateringen) op punten werden gepasseerd waar eene goede fundeering en een voldoende doorstrotingswijdte verzekerd waren of voor twee afwateringen met één kunstwerk volstaan kon worden. Daar waar het twijfelachtig was welk soort van werk aanbeveling verdiende, werd een keus gedaan door middel van op opnemingen gegronde vergelijkende begrotingen. Om de doorstrotingswijdte te bepalen werd op de topographische kaarten (schaal 1:63360) het stroomgebied gemeten. De streek, waardoor het kanaal loopt, is onderhevig aan zware stortbuien. Door een der Assistant Engineers werd eens in drie kwartier uur een regenval van 70 m.M. waargenomen. In verband daarmee stelde men den grootsten afvoer van terreinen kleiner dan $\frac{1}{4}$ vierk. mijl (65 H. A.) op een waterlaag van 75 m.M. per uur (21 M^3 per K. M^2 en per sec), op die van 1—5 vierk. mijl (260 à 1300 H. A.) op 50 m.M. (14 M^3 per K. M^2 en per sec) en voor de grootere op 25—13 m.M. of 7 à 3.5 M^3 per K. M^2 en per sec.

Bij het passeeren van de *Kara*-rivier werd voor het brugkanaal gerekend op eene doorstrotingswijdte voldoende voor eene waterlaag van $8\frac{1}{2}$ m.M. per uur, of 2.36 M^3 per K. M^2 en per sec. daar het gebied van dezen stroom 1040 K. M^2 bedraagt.

Omdat het vooruitzicht bestaat, dat later het kanaal verruimd zal kunnen worden voor een debiet van $21\frac{1}{2} \text{ M}^3$ per sec., zijn alle gemetselde kunstwerken op dien maximum afvoer ingericht.

De brugkanalen hebben op enkele uitzonderingen na, alle gewelven van 9.15 M. spanning om overal dezelfde djatiehouten formeelen te kunnen gebruiken, welke later zuinigheidshalve tot kappen voor de wachthuizen (bungalows) werden vertimmerd.

Voor de minkostbaarheid zijn vele vleugelmuren uit gestapelde steen zonder specie gemaakt. Waar deze niet goed waren gebouwd hebben zij geleden, maar bij zorgvuldige uitvoering hebben zij wel voldaan, hoewel de afmetingen grooter moeten zijn dan bij gemetselde muren, zoodat het voordeel niet zoo groot is als men weet dat gestapeld werk op ongeveer 3.53 Roepie per M^3 en metselwerk op 6.85 Roepie per M^3 kwam te staan.

Wel werd besparing verkregen door de gemetselde kuipen der kunstwerken minder profiel te geven dan het kanaal zelf en dit te compenseeren door plaatselijk het verhang te vergrooten.

De belangrijkste brugleiding van het kanaal is die over de genoemde Kara met 13 boogopeningen van 9.15 M. Dan volgt in grootte er een met 8 zulke openingen op 42 K. M. afstand van het beginpunt.

Grondduikers werden, waar er te weinig ruimte was, wel als syphon aangelegd. Waar ruimte was werden in den regel bogen van beton gebezigd van elliptische doorsnede, de groote as verticaal en de geboorte van het gewelf gelijk met den bodem van de nala. Het beton werd, met behulp van een formeel uit grond en steenen opgebouwd, in lagen van ongeveer 15 c.M. dikte van weerskanten opgebracht welke in de richting van de kromtestraal waren gelegd. Werd de bovenvlakte te steil dan werden de lagen verder in de richting van den boogontrek geplaatst.

De grootste betonboog heeft 7.90 M. spanning en eene minste dikte in den top van 0.45 M. Zulke betonbogen kwamen op 4.90 à 5.65 Roepieën per M^3 .

De overgangen of aquaducten om de nala's over het kanaal heen te voeren hebben minder goed voldaan; zij werkten te veel als slibvangers en hebben een leelijk aanzien.

Eindelijk worden in verschillende wegen een 24 tal bruggen over het kanaal gebouwd.

Omvang van het bevoeide terrein. Het terrein tusschen het kanaal en de Nira rivier ingesloten heeft eene ruwe oppervlakte van 108.000 H. A. en het water wordt er door 65 verdeelkanalen te zamen 246 K. M. lang over verdeeld. De lengte der verdeelkanalen is zoodanig bepaald dat de veldkanalen, welke de landbouwer zelf aanleggen om het water te gebruiken, nergens langer dan 3 mijl (4.8 K.M.) behoeven te zijn.

Na aftrek van het land, dat ingevolge de opnemingen te hoog ligt om bevoeid te kunnen worden en van dat hetwelk volgens de dorpsregisters woest en onbebouwbaar is, verkreeg men een netto bevoeibare oppervlakte van 91000 H. A. De eerste aftapping bij K. M. 14 dient voor 24 H. A., de grootste bij K. M. 45 (no. 59) voor 22900 H. A.

Wijze van aftapping en waterhoeveelheid.

De inlaten der verdeelkanalen zijn van twee typen. Voor kleine gebruikt men gegoten buizen van 15 à 30 c.M. middellijn onder den dijk doorgelegd en aan de hoofdkanaalzijde van een schuif voorzien. Voor grootere heeft men gemetselde frontmuren en duikers onder de dijken door. Een gegoten ijzeren schuif loopt in een dito raam en wordt door een schroefstang met bronzen moer bewogen, welke laatste door een gesmeed ijzeren *kruk* wordt rondgedraaid. Is de schuif dicht dan ligt de bovenkant van de stang gelijk met de kruin van den muur, zoodat men gemakkelijk zien kan hoeveel de schuif is opgehaald. Een ver-

deelkanaal dient gewoonlijk voor een terrein begrensd door twee nala's. Als de plaats van de inlaatopening bepaald is, wordt het verdeelkanaal langs hoogtelijnen uitgebakend met een verhang van 3 voet per mijl (1:1760).

Men nam bij de bepaling van het debiet aan dat 100 acres door 1 kub. voet worden bevoeid (0.61 liter per H. A. en per sec.) Voorts dat nooit meer dan de helft van het terrein gelijktijdig bevoeid zou worden en kwam alzoo van de verdeelkanalen tot den maatstaf van 0.305 liter per sec. en per H. A. Meestal zullen de verdeelkanalen later verruimd worden bij toenemende behoefte. Voor kleine oppervlakken was het beter op 0.46 liter te rekenen. Men moet bij deze cijfers in acht nemen, dat die bepaaldelijk voor Deccan gelden en dat voor rijstcultuur meer noodig is.

Daar het terrein naar de nala's toe sterker valt dan $\frac{1}{1760}$ werden in de verdeelkanalen, verticale stortvlakken of versnelingen (rapids) aangelegd. Van de eerste soort voldeed het beste een eenvoudige dwarsmuur met eene V-vormige opening in het midden, berekend op den maximum afvoer en de drempel gelijk met de bedding bovenstrooms. Beneden de opening is een lage stortbak van beton. De valhoogte wisselt of van 0.60 tot 1.50 M. Al de verdeelkanalen op de twee laatste na waren gereed en kostten te zamen 186650 Roepien voor een bevoeibaar oppervlak van 74000 H. A. dus $\pm 2\frac{1}{2}$ R. per H. A.

Het bevoeiend vermogen van het kanaal moet beschouwd worden uit het oogpunt dat het niet volop in de waterbehoefte kan voorzien, maar vooral dient om een gebrekkigen regenval te compenseeren. Aangelegd op 12.88 M³. per sec. rekent men dat door verdamping en opslorping een kub. voet per mijl en per sec. water verloren gaat of 17.6 liter per sec. en per K.M., zoodat slechts eene goede 10 M³. per sec. overblijven, waarmede slechts $\frac{1}{4}$ van de bevoeibare oppervlakte kan worden geholpen. Na de verruiming zal dit tot 46% kunnen stijgen.

Het verliescijfer komt goed overeen met hetgeen bij het Mutha-kanaal is waargenomen, waar dit 0.8 à 0.9 kub. voet per sec. en per mijl of 14 à 16 liter per sec. en per K.M. bedroeg. Dit verlies wordt op den duur minder, als lekken worden gestopt en de spleten en aderen met slib gevuld raken.

Bovendien is het lekwater niet verloren, veel er van sijpelt door tot in de nala's en wordt van daar uit weder voor bevoeiing gebruikt, terwijl er eveneens waterbelasting voor wordt betaald. Ook de waterstanden in putten op het terrein zijn daarvoor hoog.

Vergaarkom te Bhatgarh.

Wanneer van Januari tot Juni de Nira-rivier feitelijk bijna niets afvoert, dan wordt daarin voorzien uit het reservoir, dat ontstaan is door de opdamming van de Yelwandi rivier nabij de stad Bhore te Bhatgarh, ongeveer 30 K. M. bewesten de hoofdwerken. Het algemeene plan van den stuwmuur en de overlaten is op de teekening aangegeven.

De dam of stuwmuur bestaat uit metselwerk en beton en heeft eene lengte van 920 M., terwijl de kruin op 32.60 M. boven het diepste punt van de rivier ligt en op 38.70 M. boven den onderkant van de fundeering aldaar. De dikte ter hoogte van het vullingspeil is 3.80 M., de grootste breedte aan den voet is 23 M. Een weg met eene vrije breedte van 3.35 M., begrensd door ijzeren leuning, loopt over den muur heen en wordt door middel van penanten en bogen over de overlaten voortgezet. Deze overlaten hebben nog eene gezamenlijke lengte

van 320 M. en werken bij den hoogsten stand met eene waterdiepte van 2.40 M.

Daar waar de stuwmuur door de bedding der rivier loopt zijn 15 sluisopeningen naast elkander aangelegd, elk van 2.44 bij 1.22 M., waarvan de drempels 3.80 M. boven de rivierbedding liggen. De openingen zijn bestemd om de vroege moessonvloeden te loozen, daar het water dan juist zeer slibrijk is. Hooger, namelijk met de drempels respectievelijk 7.32 M. en 15.25 M. boven het peil van de zooeven genoemde drempels, zijn twee openingen elk van 1.22×1.22 M. om het water voor het gebruik af te tappen. Eindelijk zijn nog aan den rechteroever der rivier twee en aan den linkeroever vijf turbinekokers van 0.76 M. middellijn aangebracht.

De dam is in het midden onder een straal van 1371.5 M. gebogen en gaat aan de zuidzijde met een contraboog in een kort recht gedeelte over. Deze richting is niet aldus gekozen om de stabiliteit te verhoogen, maar om overal den besten fundergrond te ontmoeten, terwijl de boog er alleen toe bijdraagt om den indruk van stabiliteit te geven. Er is op den voorgrond gesteld dat de berekende verticale drukking nergens meer dan 8.43 K.G. per c.M². mocht bedragen, waarbij het gemiddelde gewicht van breuksteen-metselwerk werd aangenomen op 2614 K.G. per kub M., namelijk 0.6 M³. breuksteen à 2928 K.G. (door proeven bepaald) en 0.4 M³. specie à 2144 K.G. Beton gemaakt van grind, stukgeslagen steen en mortel woog 2464 K.G. en daar er 20% groote steenstukken bijgevoegd werden, kon het gewicht in het lichaam van den muur gesteld worden op $0.8 \times 2464 \times + 0.2 \times 2928 = 2557$ K.G.

Gemiddeld is het gewicht van het materiaal van den muur in de berekening gesteld op 160 Eng. ponden per kub voet of 2560 K.G. per M³.

De waterzijde van den muur helt gelijkmatig onder $\frac{1}{60}$, de buitenzijde heeft een profiel uit rechte lijnen samengesteld, die bij elke 3 M. hoogte van richting veranderen, zoodat de aansenschakeling tot den vorm eener kettinglijn nadert. De overgang met het verticale bovenstuk wordt gevormd door een boog van 12.95 M. straal. Daar waar de sluizen liggen is de breedte plaatselijk vergroot. De doorsnede werd berekend voor de hoogte van 32 M., waar de muur dieper reikt is in het profiel de laatste raaklijn onder eene helling van 9.3 op 10 doorgetrokken.

In de teekeningen zijn twee stel cijfers voor de drukking per eenheid van oppervlak op verschillende hoogten ingeschreven, de eene verkregen volgens de gewone methode, de grootere cijfers volgens de theorie van Bouvier (Ann. des P. et Ch. 1875, 2^e deel, bl. 173). Het feitelijk weerstandsvermogen der metselspecie bedroeg 50 K.G. per c.M², dus heeft men ruim 6-voudige zekerheid. Voorts is alleen beton verwerkt in die gedeelten waar de druk nooit meer dan 4.2 K.G. per c.M². kan bedragen.

De gekozen plaats voor den muur werd al dadelijk over de geheele lengte ontgraven om zeker te zijn dat overal de vaste rots als grondslag werd aangetroffen. In de rivier trof men daarbij een laag basalt aan van 3.60 M. dikte, welke van de onderlagen door eene dunne ader van gele klei was gescheiden.

Om alle zekerheid voor een gelijkmatige dracht te hebben, werd die geheele laag uitgebroken en vond men de goede rots op sommige plaatsen eerst op 8 M. diepte. Dicht bij den rechteroever was eveneens rots in blokken met klei er tusschen. Ook deze massa werd tot 15 M. diepte verwijderd. De fundamenten loopen naar de uiteinden trapsgewijze op en goede rots werd verder niet te diep onder het terrein aangetroffen behalve bij het overgangsgedeelte van de kleine contraboog in de hoofd-

hoog, waar zachte roode rots tot 9 M. diep werd opgeruimd. Daar het niet geraden was om in deze grondsoort een overlaat te leggen, werd in plaats van een zulk een overlaat aan de zuidzijde de lengte daarvan korter genomen en aan de noordzijde een tweede overlaat gebouwd.

Het breuksteen metselwerk is zorgvuldig *niet* in doorgaande lagen gelegd en door in het verband gemetselde behakte steen aan de buitenvlakken begrensd. In de fundeering werd de rotsgrond hellend bekapt naar het midden en voorts zoo ruw mogelijk gemaakt. Een doorlaat van 1.22 M. wijd gedekt door een halfeirkelvormig gewelf met eene hoogte in den top van 2.10 M. werd gebruikt om gedurende den bouw het water af te leiden en na gemaakt gebruik bovenstrooms over 5 M. lengte volgemetseld. Dit volgemetselde gedeelte was 0.30 M. wijder dan het overige om verband te kunnen krijgen. Beneden is die doorlaat open gelaten om er een kleine tot den top van de muur doorgaande schacht van 20 c.M. in het vierkant in te doen uitkomen, waarin men door het nederlaten van eene loodlijn wil trachten te constateeren of er ook uitbuiging van den muur is waar te nemen.

De verwerkte hoeveelheden zijn:

42835 M ³ .	breuksteen metselwerk	voor 255081 Roepiën.
18072 "	buitenbekleding	" 201009 "
70957 "	beton	" 365123 "

alzo 131864 M³. divers metselwerk voor respectievelijk 5.93, 11.12 en 5.57 Roepie per M³.

Hoewel het stelsel van *grondsluizen* om de slibafzetting te verminderen door sommige autoriteiten onnoodig en gevaarlijk werd geoordeeld, is men er toch toe overgegaan, daar uit proeven gebleken is dat het water tot $\frac{1}{100}$ slib kan bevatten en dat al rekende men dat zich slechts $\frac{1}{5}$ van die hoeveelheid afzette, het reservoir in 80 jaar geheel gevuld zou zijn. Thans berekent men dat het hooge water der rivier, die een verhang heeft van 1:1056, door de 15 openingen geloosd kan worden met eene drukhoogte van 4.56 M., waardoor de opstuwung zich tot ± 5 K. M. boven de stuw doet gevoelen, maar dan is slechts $\frac{1}{30}$ van de geheele oppervlakte van den vergaarkom onder water, zoodat zich in die omstandigheden over $\frac{29}{30}$ geen slib kan afzetten. Als dit eenmaal gelijk met de drempels ligt hoopt men dat de rivier op den reservoirbodem nog een bepaald bed zal blijven volgen en evenveel slib af- als aanvoeren.

De beneden sluizen zijn gesloten door gegoten ijzeren schuiven, welke met den stalen hefstang van 11 c.M. doorsnede ongeveer $4\frac{1}{2}$ ton per stuk wegen. Het bovineinde van den stang is vierkant en over 3.75 M. lengte afgeschaafd om passend door een vierkant uitgeboorden geleider te loopen. De bovenste lengte van 3.40 M. is van schroefdraad voorzien, en beweegt in een bronzen moer, die met een hals in een gegoten ijzeren kraag past, welke op den muur is verankerd. De moer wordt door een gegoten ijzeren kaapstanter, waarin zes handvatsels schuin omhoog steken, rondgedraaid. Men kan deze handvatsels nog verlengen door er stukken pijp over te schuiven.

Om struiken en vuil tegen te houden is op 0.75 M. afstand van de schuiven een rooster geplaatst bestaande uit rails die op onderlinge hoogten van 0.30 M. boven elkander liggen. Het is gebleken dat die roosters wat verder af hadden moeten staan, daar eens een uitstekende tak van drijfhout het geheel sluiten van eene schuif belemmerde. De grootste snelheid van het water in deze openingen wordt geschat op 18 M. in de sec.

Ook de aflatopeningen voor het bevoeiingswater hebben ge-

goten ijzeren schuiven met koperen belegstukken, loopende in gegoten ijzeren sponningen. Men wenscht echter ook koper in de aanslagen aan te brengen, omdat het gebleken is dat de sponningen roesten.

Als grootste afvoer uit het 330 K. M². groote stroomgebied is aangenomen 1445 M³. per sec. De noordelijke overlaat heeft 45, de zuidelijke 36 openingen, elk wijd 3 M. en daar de waterdiepte 2.40 M. is geeft de formule $0.385 L H \sqrt{2gM}$ een debiet per opening van 19 M³. per sec. of voor de 81 te zamen nog iets meer dan het verwachte maximum. De grootste vloed komen echter voor tusschen Juni en half Aug. als de beneden sluizen open staan en 740 M³. per sec. kunnen afvoeren. De overlaten zullen derhalve alleen met hun volle vermogen behoeven te werken in Sept. en Oct. als het reservoir gevuld is en late regens invallen. Om de waterberging, vertegenwoordigd door de 2.40 M. overlaathoogte, niet te verliezen, heeft men een eigenaardige soort zelfwerkende valdeuren ontworpen, die eerst open gaan als de maximum stand is bereikt. Deze valschutten, waarop door den ingenieur E. K. Reinold in 1889 patent is genomen, schuiven bij het openen naar beneden en zijn opgehangen aan twee kettingen, welke te samen komen en dan aan het andere einde een tegenwicht dragen dat in een kelder in den muur hangt, die waterdicht is doch door een gat ter hoogte van het maximum peil vol kan loopen.

Zoodra dit peil bereikt is loopt de kelder vol, het tegenwicht wordt daardoor lichter en rijst en de deur zinkt van zelf omlaag. Als de waterstand daalt houdt de toevoer in den kelder op, terwijl het water daaruit door eene kleine opening beneden afvloeit, het tegenwicht komt op die wijze weder buiten het water, het is dan zwaarder, daalt in den kelder en trekt de schuiven weder op, waardoor de openingen geleidelijk worden gesloten. Deze sluitmiddelen moeten zeer goed aan de verwachting beantwoorden. Voor de gemakkelijke beweging zijn de schuiven van rollen voorzien en de sponningen tapsch, waardoor de glijdende wrijving dadelijk ophoudt als de deur maar iets daalt.

Eene uitvoerige beschrijving van deze inrichting is opgenomen in het tijdschrift *the Engineer* van 3 Nov. 1893, bl. 430 en komt ook voor in het nieuwe werk van Buckley, *Irrigation works in India*, terwijl de boven vermelde bijzonderheden verder ontleend zijn aan het tijdschrift *the Indian Engineer*, jaargang 1892 (1).

NASCHRIFT.

Blijkens eene mededeeling in „*Irrigated India*” van den heer Deakin, die Britsch-Indië in 1890/91 bezocht, voerde het Nira kanaal, dat op een debiet van 12.9 M³. wordt aangelegd, nog slechts 6 M³. per sec. af en had men toen £ 591000 uitgegeven, terwijl nog £ 46000 voor de voltooiing werd vereischt.

In 1885/86, toen er voor het eerst water beschikbaar was, werd het kosteloos aan 11000 acres afgestaan. Het volgende jaar toen er waterbelasting betaald moest worden, viel de bevoeide oppervlakte tot 4400 acres. In vier jaar is deze weder

(1) De plaat vertoont eene situatie der hoofdwerken, welke op de schaal van 1:4000 is overgebracht van de teekening in voetmaat, welke in dit tijdschrift was gegeven. Door vergelijking met de plaat in Buckley voorkomende blijkt het dat de overgangsboog tusschen de beide rechte gedeelten van de hoofd-tuw, die feiteijk $58\frac{3}{4}^\circ$ hoekwaarde heeft bij een straal van 874 voet (266.4 M.) niet juist is geteekend, zoodat het linkerdeel der situatie als figuratief moet worden beschouwd.

tot 22000 acres geklommen, hoewel nog pas een jaar van het reservoir is gebruik gemaakt en zonder dit geen aanvoer in het warme seizoen verzekerd kan worden. De inkomsten waren nog niet geheel voldoende om de kosten te dekken, maar de water-rente is thans verhoogd en men verwacht grooter ontvangsten. De minste gewone betaling is 2 sh. 6 d. (vermoedelijk berekend op den voet van 1 Roepie = 2 sh.) per acre voor een oogst, die 4 maanden te veld staat, hoewel gewassen die weinig water behoeven in den regentijd zoo noodig voor 6 d. per acre bevoeid worden; bevoeiing in den drogen tijd kost 8 sh. en het geheele jaar door (perennial) 16 sh. per acre. De vraag naar zomer- en winterirrigatie was in 1889/90 juist even groot. De landbouwers in deze streek geven bewijs van wat men een merkwaardige slimme voorzichtigheid in hun wijze van handelen kan noemen, welke overal het kenmerk van den *ryot* is. Slechts enkele van de meergegoeden en ondernemenden hebben het gewaagd voldoende op de kanalen te vertrouwen om kleine aanplantingen uit te zaaien bestemd om bevoeid te worden en deze worden door de anderen als brutale speculanten van bijzonderen moed beschouwd. In 1888/89 werden slechts 198 acres met „aardnoten” bezaaid, de oogst was goed, de prijzen waren hoog en een flinke winst werd verkregen. Het volgende jaar werden 1134 acres er mede bezaaid en toen de opbrengst ook bevredigend was, werd niet minder dan de helft als zaad voor het volgende jaar bewaard. Het is met zulke schreden dat de Hindoe voortgaat en het is noodig om hem op dergelijke wijze te overtuigen van de voordeelen van irrigatie of van elke andere verbetering op landbouwgebied.

J. E. d. M.

BIJLAGE D.

AANTEKENINGEN

OMTRENT DE WERKEN TOT BEVLOEIING
DER *TJIHEAVLAKTE*.

Den 27 October 1874 overleed te *Bandong* de Regent RADHEN ADHIPATI WIRANATA KOESOEMAH, in de *Preanger-Regentschappen* algemeen bekend onder den naam „Regent-Bintang”, wegens het ridderkruis der orde van den Nederlandschen Leeuw, dat zijne borst versierde.

Benoemd tot Regent van *Bandong* in 1849, had hij open oog voor het welzijn der bevolking en voornamelijk trachte hij met alle ten zijnen dienste staande middelen den aanleg van leidingen tot het bevoeiden der sawahs te bevorderen.

Reeds in 1849 werd door hem een inwoner van *Bandong*, met name RADHEN TIRTAWIDJAJA, bekend wegens de vele slokans, die reeds door hem waren uitgevoerd, naar het *district Tjihea* gezonden, ten einde te trachten door den aanleg van leidingen eenige gronden van levend water te voorzien.

Nadat door het opdammen van eenige kleinere rivieren aan die opdracht eenigszins was voldaan, werd in 1852 door RADHEN Tirta het voorstel gedaan de *Tji Soekarama* op te dammen en daaruit eene leiding aan te leggen.

De dam werd aangelegd te *Soekarama* en eene leiding van 3 à 4 paal gegraven, door heeren dienstplichtigen uit het *district Tjihea* en *Radjamandala*, terwijl de bijkomende onkosten werden gevonden uit de pangasilan tjocké en djakat, geheven in het district *Tjihea*.

In 1854 kwam het werk gereed, doch nauwelijks 1½ maand daarna werd de dam door bandjir weggeslagen en niet weder opgebouwd vóór het jaar 1865; doch het in dat jaar gemaakte werk bleek evenmin bestand tegen de kracht der bandjirs en bezweek spoedig, welk lot werd gedeeld door een in 1885 aangelegden dam.

Eerst in 1888 mocht het gelukken een genoegzaam sterke aarden dam te maken, welk werk thans nog bestaat.

Deze is zóó hoog, dat hij niet kan overstorten en bij bandjir stroomt het water over een in den linker oever gegraven overlaat.

Toen in 1854 aan den *Regent Bintang* was gerapporteerd, dat de aanleg eener leiding uit de *Tji Soekarama* niet was geslaagd, gelastte hij den patih van *Bandong* en den wedana van *Tjihea* te trachten een leiding uit de *Tji Soka* te maken. Na lang zoeken werd door hen een geschikt aftappingspunt gevonden bij de *Lewoi Erétan Garoengan*, een pant ook bekend onder den naam van *Tjoelamega*.

De Regent kwam zelf de zaak nader onderzoeken, en 25 December 1865 werd met het werk een aanvang gemaakt door heeren dienstplichtigen uit het *district Tjihea*, terwijl de onkosten weder werden gevonden uit de pangasilan djakat en tjocké.

Betaling kreeg het werkvolk niet, doch alleen eten. Dit werk duurde 3 jaar, en was in 1868 gevorderd tot aan de *Tji Boeboewaij*, toen tot 1870 de arbeid werd gestaakt wegens het moeilijke werk, de vele voorkomende afschuivingen en gebrek aan volk, gereedschappen en geld. De *Regent Bintang* schijnt oorspronkelijk zóó met het werk ingenomen te zijn geweest, dat hij herhaaldelijk zijn pondok aan de *Lewoi Djarwa* kwam betrekken, om persoonlijk het volk aan te moedigen.

Het schijnt, dat later van 1870 tot 1874 weder aan die leiding is gegraven.

Overal langs den oever der *Tjisoka* tot bij de uitmonding van tunnel IV toe werden sporen van dit werk gevonden.

Volgens ingewonnen berichten zouden er van 1865 -- 68, omstreeks 50000 dagdiensten aan zijn besteed. Vermoedelijk heeft dit aantal echter meer bedragen.

Bij den dood van den *Regent Bintang* in 1874 werd het werk echter door de bevolking voor goed gestaakt.

In December 1874 werd door den controleur van *Padalarang* met nadruk gewezen op de dringende behoefte aan bevoeiing voor het *district Tjihea*.

Uit eene globale opneming daarna verricht door den Ingenieur 1e klasse DE BRUIJN bleek voldoende de mogelijkheid tot het maken van een vrije aftapping uit de *Tji-Soka*.

Naar het schijnt wogen de moeilijkheden, door de bevolking bij den aanleg van het eerste gedeelte der leiding ondervonden, bij den Ingenieur DE BRUIJN zeer zwaar, en werd door hem het aftappingspunt ongeveer 70 M. beneden de uitmonding der *Tji-Boeboewaij* bij *Parong Borega* gekozen.

Het laagwater ligt hier op 5.00 ÷, welk peil te laag is, om ongeveer 50 bouw tusschen de *Tji-Soka* en de *Tji-Soekarama* te bevoeiden, en ook de gelegenheid tot bevoeiing van 50 bouw aan de overzijde der *Tji-Soekarama* doet verloren gaan.

Omtrent het rapport van den Ingenieur DE BRUIJN werd in 1879 door den adviseur honorair voor Inlandsche zaken H. F. HOLLE nader een gunstig advies aan de Regeering uitgebracht, waarop een kleine som ter beschikking werd gesteld om in de oostmoesson van 1880 een meer definitieve opname te doen. Deze opname werd verricht door den Ingenieur 3e klasse WIJNMALEN, doch vóór de beëindiging gestaakt wegens gebrek aan fondsen en meer urgent werk.

In 1883 werd daarop de Ingenieur 1e klasse VAN LAKERVELD belast met het voortzetten der opname en het opmaken van een ontwerp ter bevoeiing van 2000 bouw.

Alleen de 1e sectie en de grootere kunstwerken zouden op de volle capaciteit worden ontworpen, d.i. voor een genoegzame hoeveelheid water ter bevoeiing van 5000 bouw waarop het bevoeibaar oppervlak der *Tjiheavlake* was geschat. Verder zou alleen de hoofdleiding worden gemaakt en de verdeling van het water aan de bevolking worden overgelaten.

Het ontwerp werd 19 Maart 1884 door den Resident der *Preanger-Regentschappen* ingediend, doch vond bij de Regeering geen gunstig onthaal en van de uitvoering werd voorloopig afgezien.

In dit ontwerp was als vrij aftappingspunt het thans ook aangenomen punt aan de uitmonding der *Tji-Boeboeway* gekozen en de veel voorkomende lage waterstand van $3.20 \div$ aangenomen als laagste peil, waarop de maximum hoeveelheid water door de leiding gaat.

Het plan van den Ingenieur WIJNMALEN om *Tjoelamega* als aftappingspunt te kiezen, werd verworpen wegens de moeilijkheden daar vroeger door de bevolking ondervonden, en ook wegens het lastige passeeren van de *Tji-Boeboeway*. In hoofdzaak volgde verder de leiding, het thans aangenomen tracé, en werden ook de bochten in de rivier door middel van tunnels afgesneden.

Open gedeelten kwamen echter langs den rivieroever menigvuldig voor, en er werd op een zoodanig hard gesteente gerekend, dat de open leiding te lood zou kunnen worden ingekapt en ook de tunnels geheel zonder betimmering en bemetseling zouden kunnen worden uitgevoerd.

Aan den mond der leiding werd geen afsluiting ontworpen, doch bij te hoogen waterstand moesten de wanden der leiding, aan de rivierzijde als overlaten dienst doen.

Toen in 1889 het denkbeeld tot bevoeiing van het district *Tjihea* weder in behandeling werd genomen, werd de zaak in handen gesteld van den toenmaligen chef der 1e Waterstaatsafdeeling J. E. DE MEIJER, die na een bezoek aan het terrein in September van dat jaar eenige bedenkingen tegen het ontwerp van den Ingenieur VAN LAKERVELD meende te moeten inbrengen.

Voornamelijk golden deze, de ontworpen steile open inkappingen langs den rivieroever en het maken der geheel onbekleede tunnels, welke aangenomen werkwijze niet door een genoegzaam grondonderzoek was voorafgegaan.

Het kwam daarom noodig voor, alsnog zulk een onderzoek te doen verrichten, vooral daar thans het werk in vrijen arbeid moest worden uitgevoerd, en aldus wanneer later bij voorkomende afstortingen meer dan de noodig geraamde koelies noodig bleken, dit tot verhooging der uitgaven zou aanleiding geven. Thans was het zaak aan het werk reeds dadelijk zoodanige soliditeit te geven, dat geen gevaar voor eventuele instorting te vreezen was. Tevens werd het noodig geacht de mond der leiding door een inlaatsluis af te sluiten.

Uit een daarop door den Ingenieur 2e klasse NIEUWENHUIS in November 1889 begonnen onderzoek, meende deze te moeten opmaken dat de ontworpen inkappingen gevaar zouden opleveren, dat voor de tunnels bekleeding met metselwerk noodzakelijk zou zijn, en daardoor de kosten te hoog zouden worden opgevoerd.

Hij stelde daarom voor een steenen dam in de *Tji Soka* te maken ongeveer 80 M. boven de uitmonding van de *Tji Djambéh*. Deze dam zou een hoogte van 10 M. boven den bodem verkrijgen, en bij bandjir zou het water stijgen tot 3.80 M. boven de kruin. De maximum afvoer van de *Tji Soka* werd berekend

op 560 M³. Door middel van een gebogen tunnel lang 35 M. aan welks mond een inlaatsluis, zou de leiding evenwijdig aan de rivier worden gebracht, en verder geheel in open ingraving worden uitgevoerd.

Ook de bocht in de rivier genaamd *Soesoeroe* zou met een open ingraving worden afgesneden.

Dit ontwerp gaf bij het Departement der Burgerlijke Openbare Werken aanleiding tot bedenkingen.

De uitvoering van den hoogen dam werd zeer moeielijk geacht, terwijl het bovendien niet bewezen was, dat bij behoud van *Tji Boeboeway* als aftappingspunt, en bij den aanleg van bemetselde tunnels, de 1e Sectie tot hogere kosten zou aanleiding geven, dan de dam.

Daarop werd de ondergeteekende naar *Tjihea* gezonden, ten einde daaromtrent nogmaals een onderzoek in te stellen, en verder een ontwerp te maken voor eene leiding tot aan de overzijde der *Tji-Soekarama*, waar dan eene verbinding zou kunnen worden gemaakt met de vroeger genoemde leiding uit die rivier, zoodat aldadelijk na beëindiging der werken, van het water zou kunnen worden gebruik gemaakt, daar de *Tji-Soekarama*, slechts weinig water geeft.

De leiding moest op volle capaciteit worden ontworpen.

Deze opdracht gaf aanleiding tot het onderhavige ontwerp.

Zooals reeds vroeger werd gezegd, is hetzelfde aftappingspunt en in hoofdzaak hetzelfde tracé, als bij het ontwerp LAKERVELD gevolgd. De inkappingen langs den steilen oever van de *Tji Soka* zijn echter vervangen door tunnels, waarvan de eerste aan den mond met een inlaatsluis is afgesloten. De inlaatsluis heeft 2 openingen van 1.50 M., afgesloten door schuiven, die door middel van een schroefstang worden bewogen.

De laagste waterstand, waarbij de sluis bij open schuiven met volle capaciteit werkt, is $3.50 \div$, een drempel in de rivier zal bij weinig afvoer het water op die hoogte houden. Waarschijnlijk zal bij den geringsten afvoer der *Tji Soka* nog meer dan voldoende water aanwezig zijn, want in het zeer droge jaar 1891 werd bij den toen waargenomen laagsten waterstand nog een afvoer van 8 M³. gevonden. De drijvingen geschieden in de nabijheid der inlaatsluis, in het vak III — IV en hoewel hier, evenmin als elders een goed drijfvak is te vinden, zoo kan uit de bovenbedoelde waarneming toch wel besloten worden, dat ten allen tijde genoeg water in de *Tji Soka* aanwezig is.

Achter de sluis vereenigen de beide kokers zich in een kolk, en gaan daarna over in een tunnel, waarvan de bodembreedte 2.50 M., de helling der wanden $\frac{1}{10}$, de hoogte van de geboorte van het gewelf boven den vloer 1.60 M. en de pijl van het gewelf 0.50 M. bedraagt.

Diezelfde bodembreedte en helling der wanden is aangehouden bij de open ingraving IV — V, en gaat door tot na de passeering der *Tji Djambéh*. De helling van den bodem bedraagt in dit gedeelte 1.42 M. per K.M. Bij vol debiet bedraagt de waterdiepte 1.60 M. en de snelheid 1.75 M.

Het neerslaan van meêgevoerde stoffen is dus niet te vreezen.

Oorspronkelijk was mede een open ingraving ontworpen tusschen II en III.

Herhaaldelijk kwamen daar echter afschuivingen voor, die niet tot staan waren te brengen, en eindelijk zulk een omvang namen, dat in December 1892 besloten werd den tunnel daar ter plaatse door te trekken. Een snelheid van 1.75 M. kon worden toegelaten daar de geheele tunnel is bemetseld en de grond in de open ingraving genoegzame hardheid bezit.

De stralen der bogen hebben een minimum lengte van 12 M.

Behalve waar een bocht in de rivier wordt afgesneden, is overa de rivieroever gevolgd. Dit is geschied om op vele plaatsen gelegenheid te hebben tot den aanleg van zijgalerijen, waardoor het mogelijk werd op verschillende punten tegelijk het werk aan te vangen.

Aan het eind van tunnel III wordt de rivier *Tji Djambéh* met een aquaduct daarover heen gevoerd.

Het groote verval dezer rivier maakte den aanleg van een verticalen stortmuur met stortbak noodzakelijk.

Na passeering van de *Tji Djambéh*, verkrijgt de leiding tot aan den ingang van tunnel IV, welke ook weder een rivierbocht afsnijdt, een bodembreedte van 4.25 M., met taluds van 1 op 1 en een bodemhelling van 0.32 per K.M.

Bij een waterdiepte van 1.60 M. zal de snelheid 0.75 M. bedragen.

Waarschijnlijk zullen hier vele vaste stoffen, die nog bij een snelheid van 1.75 M. zwevende bleven, bezinken, waarom aan den ingang van tunnel IV een spuisluis is ontworpen, met schotbalk inrichting aan dien ingang zelf, om gelegenheid te hebben bij spuiing die tunnel af te sluiten. De spuileiding is bemetseld, daar de grond hier geen groote snelheid toelaat.

Na tunnel IV is de leiding geheel in open ingraving met dezelfde afmetingen als het gedeelte tusschen tunnel III en IV.

De leiding loopt daar langs den oever der *Tjisokan* en dat deze hier nog vrij steil is kan uit de beide profielen A en B blijken. Drie rivieren worden in de zoogenaamde 2e sectie met aquaducten overgetrokken, de *Tji Seroe*, *Tji Koeda* en *Tji Soekarama*. De opening wordt bij de eerste overspannen door ijzeren liggers waar tusschen cement-boogjes, en bij de beide anderen door bogen van baksteen. Die van de *Tji Soekarama* heeft eene wijdtje van 10 M. De breedte van den bak der twee laatste aquaducten is 2.50 M. genomen en een snelheid van 1.75 M. toegelaten.

Ten einde geen verval te verliezen wordt bovenstrooms van elke aquaduct eene opstuwning toegelaten gelijk aan het verval, dat noodig is om de grootere snelheid in de aquaduct te verkrijgen. De bermten boven het kunstwerk zijn 15 c. M. hooger genomen teneinde daarmede nog op de normale hoogte van 0.50 M. boven den waterspiegel te blijven. Behalve deze kunstwerken komen in dit gedeelte nog een paar bruggen voor en een afslaatsluis, met daaraan verbonden inlaatsluis voor 44 bouw.

Het boven beschreven tunnelprofiel is reeds toegepast bij het *Verdam kanaal*, en hoewel voor slechte grond voor de sterkte aan andere tunnelprofielen, bijv. met eene halfcirkelvormige afdekking in baksteen, de voorkeur zou te geven zijn (en deze daartoe ook zijn ontworpen), werd daartoe niet overgegaan wegens het grooter aantal baksteen dat daarvoor noodig zou zijn en liever de afmetingen vergroot.

Bemetseling van de tunnels bleek overal noodig en werd in de verschillende gedeelten daarvan tot verschillende zwaarte uitgevoerd.

De normale dikte van het gewelf werd gesteld op $1\frac{1}{2}$ steen en de dikte der rechtstanden, welke van kaliesteen zijn opgetrokken, op 0.40 M. bij de geboorte van het gewelf.

Bij betere grondsoorten werd de zwaarte van het gewelf verminderd tot 1 steen en werden mede de rechtstanden minder zwaar genomen, doch bij slechten grond zijn de dikten van gewelf en rechtstanden opgevoerd tot 2 steen en 0.70 M., terwijl dan ook een vloer van 0.50 M. werd aangebracht.

Op andere plaatsen werd aan dien vloer 0.30 M. dikte gegeven.

De ruimte tusschen den buitenkant van het metselwerk en het

gesteente, werd ter draineering met losse steenen verpakt, en door het uitsparen van gaten in het metselwerk gelegenheid tot afwatering gegeven.

Het werk werd toegestaan bij *Gouvernements Besluit van 28 Januari 1891 No. 13* en de ondergeteekende met de uitvoering belast.

In den loop van *Februari 1891* werd begonnen met het maken van koelieloodsen, het oprichten van woningen en magazijnen.

Hoewel reeds vóór dien tijd aan de open ingravingen en aan de kunstwerken was begonnen, kon het werk aan de tunnels eerst in *Juni* van dit jaar worden aangevangen, nadat zich een Europeesche aannemer daarvoor had aangemeld. Zoowel gebrek aan geschikt werkvolk als aan toezichtheggend personeel, waren oorzaken dat niet vroeger aan de tunnels werd begonnen.

Aangevangen werd met het drijven van een richtingsgalerij aan den ingang van tunnel IV, terwijl reeds vroeger met behulp van een grooten theodoliet met doorslaanden kijker aan beide einden van de tunnel 2 vaste punten waren aangegeven voor de richting en ook de hoogte van den bodem met juistheid door waterpassing was bepaald.

Oorspronkelijk werden aan die galerij de buitenwerksche afmetingen van 1.50 bij 1.80 M. gegeven, doch spoedig bleek dat op deze wijze werkende bij iedere werkplaats kunstmatig in de luchtverscheing zou moeten worden voorzien, waarom aan de richtingsgalerijen een hoogte van 2.50 M. werd gegeven, een benedenbreedte van 2.50 M. en een bovenbreedte van 1.50 M.

Op afstanden van 1.25 tot 0.75 M. werden kozijnen geplaatst van wildhout, zwaar 20 à 25 c. M. De houten dezer kozijnen kwamen koud tegen elkander, en werden met mastkrammen en hoekplanken in elkaar getimmerd. Waar noodig werden boven en achter deze kozijnen tunnelplanken, eveneens van wildhout, dik 5 c. M. aangebracht, en de ruimte daarachter behoorlijk aangevuld.

Bij gebrek aan speciaal daarvoor gebruikelijke instrumenten, werden voor de richting en de hoogte, een gewone theodoliet en een waterpas instrument gebruikt waarbij natuurlijk de kruisdraden, signalen en baken, met lampen moesten worden verlicht.

In de rechte gedeelten ging het uitzetten niet met buitengewone moeielijkheden gepaard, doch in de bogen was dit lastiger.

De as daarvan werd uitgezet van de verlengde koorden waarvoor mallen ter lengte van $\frac{1}{10}$ der straal werden gebezigd.

Niettegenstaande verloopen hierbij natuurlijk zeer goed mogelijk is, kwam dit niet noemenswaard voor en bleek altijd bij de aansluiting dat de gemaakte fout verre beneden een nog toe te laten maximum bleef. Dit was voorzeker te danken aan den ijver van den sedert September 1891 met het toezicht belasten opzichter H. CHRISTIAANS.

De as van de tunnel langs den rivier-oever, was vóór den aanvang der werkzaamheden geheel boven op het terrein uitgezet, en met ommetselde piketten in welker kop een spijker vastgelegd. Van daaruit kon door de zijgalerijen, de as in de tunnel worden gebracht.

Vroeger werd gezegd, dat de richting van de tunnel zoodanig is gekozen, dat op niet te groote afstanden zijgalerijen konden worden aangebracht.

De aanvangspunten der galerijen kwamen daardoor zoo dicht bij elkaar, dat tot bij de aansluiting van 2 van beide zijden gedreven galerijen geen noemenswaardige last van bedorven lucht werd ondervonden.

Bij de afsnijding eener rivierbocht in tunnel III zijn echter de aanvangspunten der beide zijgalerijen 167 M. van elkaar ver

wijderd, zoodat daar van beide zijden 84 M. richtingsgalerij moest worden gemaakt, vóór dat ze elkaar ontmoetten. Een zoo groote lengte te maken zonder kunstmatige ventilatie bleek echter wel als een maximum te moeten worden beschouwd.

In November 1891 werd aan de uitmonding van tunnel IV begonnen, terwijl toen reeds het werk aan den ingang en de uitmonding alsmede aan een der zijgalerijen van tunnel III was begonnen.

Het liet zich reeds op het eind van 1891 aanzien, dat noch de vroeger vermelde Europeesche, noch een Chineesche aannemer, die er later was bijgekomen, er op den duur in zouden slagen het werk met voldoende spoed te doen vorderen.

Hun volk verliep meer en meer, en wel niettegenstaande de betaling van f 20.— voor het arbeidsloon aan 1 M. richtinggalerij ruim was te noemen. Later toch werd daar voor in eigen beheer f 15.— betaald, en zelfs in tunnel III de prijs verlaagd tot f 10.

Op ultimo December, dus in 6 maanden, was nog slechts 209 M. richtinggalerij voltooid, en de maandelijksche vordering ging meer en meer achteruit.

In Januari 1892 werd daarom besloten in eigen beheer te gaan werken, met uitbesteding per 1 M. aan ploegen werkvolk, en dit ging zoo goed, dat op het eind van Februari behalve ettelijke M.'s zijgalerij, 421 M. richtinggalerij waren voltooid, aldus een vordering van 212 M. in 2 maanden. In deze maand werden de beide richtinggalerijen van tunnel IV aangesloten, en in September 1892 waren alle tunnels doorboord.

De dagelijksche voortgang per ploeg heeft bedragen van $\frac{1}{2}$ M. tot 1 M. en 1.10 M., terwijl een ploeg, al naarmate de diepte der galerij, bestond uit 8, 10 à 12 man en 1 mandoer, die dag en nacht werkten.

De betaling varieerde van f 10.— tot f 16.— per 1 M. galerij in normale omstandigheden, en afhangende van de diepte, en in moeilijke omstandigheden (in tunnel I en II), van f 16.— tot f 22.— en f 26.— per 1 M.

Aan springmiddelen kostte 1 M. galerij gemiddeld f 8.27⁵ en bij één keer schieten bedroeg de vordering 0.50 tot 0.60 M.

In den regel werden 10 gaten in het profiel geboord van 0.80 M. tot 1 M. en ieder boorgat geladen met $2\frac{1}{4}$ patroon.

Uit het schema van den voortgang der werkzaamheden is te zien, dat vooral in tunnel I de galerij niet snel vooruitging. Behalve aan waterbezwaar, moet dit worden geweten aan den lossen grond met groote steenen, die gestadig voor instorting deed vreezen. Ten einde er echter zoo spoedig mogelijk door te komen, werden 2 zijgalerijen betrekkelijk dicht bij elkaar aangelegd, en een galerij van geringer afmetingen gedreven.

Daardoor verkregen we ook spoediger gelegenheid bij de eerste zijgalerij de sluisput te bemalen.

Oorspronkelijk had het voornemen bestaan, dadelijk na het gereedkomen van een gedeelte galerij tot het maken der gewelven over te gaan, en dus de *Belgische methode* toe te passen, doch hoewel met het oog daarop, reeds spoedig begonnen was met het bakken van steenen, bestond hieraan nog volslagen gebrek toen reeds de galerij in tunnel IV was voltooid.

Het drogen ging slecht en de eerste proeven waren tegen gevallen.

Baksteen van *Tjiandjoer* of *Bandong* kwamen door het transport zeer duur, en waren bovendien zoo slecht, dat bijna geen enkele steen ongebroken op het werk kon worden gebracht.

Kalk en cement, mede in eigen beheer gebrand, en kaliesteent, waren genoegzaam aanwezig, daarom werd besloten met het uitbreken en metselen der rechtstanden te beginnen.

In Maart 1892 werd daarmede een aanvang gemaakt.

Bij behoorlijk goeden grond, als in tunnel II en III, bleek dit ook zeer goed te gaan.

In korte lengten bijv. van 5 M. werden de wanden uitgekapt en onmiddelijk de rechtstanden gemetseld, terwijl zoo noodig de rechtstanden en het onbeschut gebleven gedeelte op de kozijnen werden gestut. In tunnel II en III, in de vervallen open ingraving en in het achterste gedeelte van tunnel IV, voldeed deze werkwijze zeer goed, doch minder bij den ingang van tunnel IV en in tunnel I.

Bij het drijven der galerijen had reeds de spoedig verweerende grond in tunnel IV tot kleinere instortingen aanleiding gegeven, die echter spoedig konden worden hersteld. In Juni 1892 kwam echter een groote breuk voor bij het uitbreiden voor de rechtstanden.

Waarschijnlijk door het te lang onbekleed laten van den grond aan één zijde is de grond daar toegeschoten, en werden de kozijnen door den druk van den grond aan de andere zijde omgeworpen. Dit geschiedde over een lengte van 10 M. Toen de betimmering dier breuk bijna gereed was, en met de opvulling van het ontstane gat zou worden begonnen, stortte alles in tot aan den dag en de betimmering bezweek.

Daar het maken van een open ingraving daar ter plaatse waarschijnlijk tot gevaarlijke afschuivingen zou hebben geleid, werd besloten het gat boven te dichten om nadere afstortingen te voorkomen en door middel van „*Verpfählung*” het volle profiel over het gevaarlijke gedeelte van den tunnel door te drijven. Dit werk ging vooral in den aanvang zeer langzaam door weinig geoefendheid van het werkvolk en belemmering, door de gebroken betimmering. Eerst in September 1892 was dit werk over 50 M. beëindigd.

Het eigenaardige dezer werkwijze bestaat daarin, dat eerst tunnelplanken in den grond worden vooruitgedreven, vóór dat die grond wordt weggenomen. De grond is dus steeds bekleed, en komt zelfs niet over een klein gedeelte bloot dan alleen aan den kop. Daar echter kan een zeker talud behouden blijven. De afstand der jukken bedraagt 0.50 M. of minder.

Het schijnt mij toe, dat het bij grond, die zooals hier, zelfs niet over kleine lengte onbekleed kan blijven staan, de beschreven werkwijze alleszins is aan te bevelen.

In tunnel I is deze werkwijze van de uitmonding uit over 100 M. toegepast.

Bij het maken der galerij waren bij de uitmonding ook moeilijkheden voorgekomen.

De grond boven de tunnel stortte gestadig na wanneer de galerij eenigszins was gevorderd; dit was reeds over 7 M. geschied en het begon gevaarlijk te worden door te werken, waarom toen vóór de uitmonding een stevig getimmerte is vervaardigd waaraan de afstortende grond geen schade kon verrichten.

Eigenaardig was, dat in tunnel I en II gestadig dynamiet moest worden gebruikt, om de galerijen met eenigen spoed te doen vorderen, en later de onblootte massa zoo spoedig bleek te verweeren. Hetzelfde was het geval bij de sluisput, zoodat de wanden daarvan later bemetseld moesten worden.

In tunnel I werd mede veel last ondervonden van met zand gevulde nesten, die bij het springen van groote steenen aanleiding tot instortingen gaven.

In Augustus 1893 was de geheele uitbreiding tot vol profiel, en het metselen der rechtstanden met inbegrip van de verpakking daar achter voltooid.

De kosten per 1 M. hebben bedragen aan arbeidsloon f 8.—

tot f 10.— in tunnel III en in min bezwaarlijke gedeelten van tunnel II en IV, f 16.— in de gedeelten van tunnel I en IV, waar „Verpfählung” is toegepast (zonder mederekening van het arbeidsloon daarvoor) en f 26.— waar in tunnel I en II veel last van groote steenen werd ondervonden.

De „Verpfählung” kon in den regel niet worden uitbested.

De kosten daarvan per 1 M. tunnel waren f 34.— tot f 50.

De voortgang bedroeg per etmaal en per ploeg van 0.50 M. tot 1.2 M. terwijl een ploeg bestond uit:

4 metselaars en 1 baas, 12, 15 tot 18 koelies afhankelijk van de afstand, met 1 mandoer en voorts bij iedere ploeg nog 2 tot 4 man voor het aanbrengen van kaliesteenen.

In September 1892, dus dadelijk nadat de betimmering van den ingang van tunnel IV uit gereed was gekomen, werd aldaar begonnen met het maken van het gewelf.

Daarbij werd geenerlei tegenspoed meer ondervonden. Het gewelf werd onderhanden genomen in stukken van 5 M., die koud tegen elkaar sluiten. Scheuren wegens ongelijke zetting worden daardoor voorkomen.

De ruimte tusschen het gewelf en het gesteente werd met steenen verpakt.

Het lossen der houten formeelen geschiedde eerst nadat de boog reeds een etmaal gesloten was. De zetting bedroeg vaak tot 1 c. M. Bij het lossen liet men de formeelen slechts enkele centimeters zakken, en deze bleven dan nog een etmaal staan, om bij mogelijke gebreken in het gewelf ongelukken te voorkomen.

Lekken, die in het gewelf op sommige plaatsen voorkomen, zijn verholpen door de voegen tot ongeveer 5 c. M. uit te krabben, te breekwen met taliedoek en vet, en verder te voegen met Portland cementspecie.

De eenige moeilijkheid leverde het plaatsen der sluitsteen op in tunnel IV toen van beide kanten werkende de gewelven aansloten.

Deze moeilijkheid is bij de andere tunnels ontgaan door de aansluiting bij een zijgalerij te doen plaats hebben.

In December 1893 kwam men met het metselen der gewelven gereed.

Van Juli 1893 af, had de voortgang 100 tot 120 M. per maand bedragen. Wegens het slechte drogen der steenen kon vroeger niet meer dan de helft van dit cijfer bereikt worden.

De vordering per maand en per ploeg heeft bedragen 12, 15 tot 20 M. al naarmate bij het metselen het gesteente kon worden ontbloot of de houten der betimmering zorgvuldig moesten worden uitgewisseld en gestut op het formeel en op het gewelf. De prijzen in aanneming per 1 M. betaald varieerden van f 8 tot f 10.

Een ploeg bestond hier uit 4 tot 5 metselaars, 15 tot 20 man en 1 mandoer en 4 tot 6 man voor het aanbrengen der kaliesteenen, allen dag en nacht.

Daar waar dit door den aard van den grond werd noodig geacht, en overal aan den ingang en de uitmonding der tunnels, werd een vloer gemetseld. Deze verkreeg een dikte van 0.50 tot 0.30 en werd gemetseld van kaliesteen in basterd specie.

De geheele tunnel werd gepleisterd met basterd specie. Het arbeidsloon daarvoor heeft bedragen f 1.— per 1 M.

Tot verlichting in de tunnels werd in den aanvang klapperolie gebruikt. Later werd djarakolie gebezigd wegens de duurte der klapperolie ongeveer f 0.40 per liter. Deze olie werd gebrand in zoogenaamde Italiaansche tunnellampen. De kosten per 1 M. tunnel hebben bedragen f 7.23. Voorzeker is dit veel te

noemen, daar voor den tunnel te *Gombong* slechts f 6.24 als die kosten per 1 M. worden opgegeven, doch daarbij moet niet worden vergeten dat de bouw van die tunnel zeer voorspoedig is gegaan en geenerlei ongevallen hebben plaats gehad.

Het vervoer van grond en materialen geschiedde met platte houten tunnelwagens die 0.500 M³. inhielden, voorzien waren van ijzeren assen en wielen, en op rails liepen welke op de onderdorpels der kozijnen waren gespijkerd.

Ultimo December 1893 waren de tunnels geheel gereed, zoodat hieraan gewerkt is gedurende 2 jaar en 5 maanden.

De lengte bedraagt voor tunnel I met tunnel II en de vervallen open ingraving tusschen tunnel I en II 403.80 M.

voor tunnel III 450.10 "

en voor tunnel IV 125.80 "

Alzoo een gezamenlijke lengte van 979.70 M.

De maandelijksche vooruitgang heeft derhalve bedragen 33.78 M.

In December 1893 was een verbindingssloot gegraven tusschen de nieuwe leiding en de bestaande uit de *Tji Soekarama*. Toen nu in Januari 1894 de open ingravingen genoegzaam waren voltooid (in September 1892 waren alle kunstwerken reeds klaar) werd de inlaatsluis geopend en het water van de *Tjisokan* op de vlakte van *Tjihea* toegelaten.

De aanhoudend heerschende koorts, welke zelfs de plaatsing van een docter-djawa bij het werk noodig maakten, waren oorzaak dat het niet zoo goed vorderde als wel werd gewenscht.

Niet alleen dat daardoor volksverloop plaats had, maar herhaaldelijk ontstond daardoor volslagen gebrek aan toezichthoudend personeel, zoo wel Europeesch als Inlandsch.

De arbeid aan de aquaduct over de *Tji Soekarama* o. a. moest tot 3 malen toe worden gestaakt, wegens gebrek aan metselaars-bazen en mandoers. In Augustus en September 1891 moest zulks ook geschieden aan de tunnels, en men kan zich voorstellen, dat het later na een zoo ongelukkig jaar moeilijk was een genoegzaam aantal koelies te krijgen.

Gelukkig bleek de opzichter 1^o klasse CHRISTIAANS niet alleen tegen het ongezonde klimaat bestand te zijn, doch ook goed *Soendaneesch* te spreken, en goed met het volk te kunnen omgaan, zoodat langzamerhand, zij het dan ook met eenige kosten, weder genoeg volk op het werk was.

Bij *Gouvernements Besluit* van 3 Juni 1893 No. 13 werd op de voor de uitvoering der 1^o en 2^o sectie oorspronkelijk toegestaan som f 312.852.— eene suppletie toegestaan van f 74.130.

Behalve door de reeds genoemde tegenspoeden werd deze suppletie noodig gemaakt door het tegenvallen van den grond in de 2^o sectie, die per M³. meer onkosten vorderde dan waarop was gerekend, en verder door de vele afschuivingen die belangrijke uitgaven voor draineeringen vorderden.

De totale kosten van het werk zullen dus bedragen f 386.982 of f 87750 per K. M.

Ter vergelijking kan dienen, dat van een volgend gedeelte der hoofdleiding, ter lengte van ruim 6 K. M. en ook nog door tamelijk geaccidenteerd terrein loopend, de kosten zijn geraamd op f 21250 per K. M.

Na voltooiing der hoofdleiding zal het bevoeiingswater door middel van secundaire en tertiaire leidingen, met de noodige kunstwerken, over het terrein worden verdeeld. Daartoe wordt het geheele terrein opgemeten en in kaart gebracht. De hoogtelijnen worden op onderlinge verticale afstanden van 1 M. ingeteekend.

De triangulatie van het district is geschied door het kadaster,

waarvan het personeel toch later voor de kadastrale opnemingen in het belang van de landrenteregeling deze metingen zou hebben moeten verrichten.

Het driehoeksnet is vastgelegd aan het geografisch net over Java en heeft zijden van gemiddeld 1200 M.

Behalve de driehoekspunten zijn nog andere zoogenoemde tusschenpunten binnen de driehoeken vastgelegd. Deze zijn slechts uit 2 of 4 punten aangemeten. De vaste punten zijn op het terrein aangegeven door bekapte natuurlijke steenen van 0.75 M. lengte en 0.15 M. ongeveer in het vierkant. Zij zijn met den kop 0.25 M. boven den grond geplaatst, en op een der zijden is het corresponderend nummer van den coördinaten staat ingekapt.

Langs de wegen werd voorts nog een polygoonmeting verricht, en de coördinaten der punten hiervan evenals die der vaste punten van het driehoeksnet berekend ten opzichte van een centraalpunt op Java, in daartoe bestemde staten verzameld.

Teneinde vaste hoogtepunten te verkrijgen werden langs alle wegen, en somtijds waar deze te ver uit elkaar lagen, langs vastgestelde tracés hoofdwaterringen verricht. Om de 1000 M. werden pilaren van portland cement beton geplaatst in welker kop een ijzeren dookbout is bevestigd. In een natuurlijke steen in het voorvlak geeft een ingehakt nummer het daarmede corresponderende van een staat aan, waarin de hoogte der koppen van de ijzeren doken bekend is gesteld.

Verder werd niet met het waterpasinstrument gewerkt, daar hiervoor het terrein te geaccidenteerd is, dan alleen bij het opnemen van dwarsprofielen, waarvoor een instrument werd gebruikt, waarin voor het gemak afstandsdraden waren aangebracht.

Overigens werd bij de metingen alleen de tacheometer van RICHER en bij zeer geaccidenteerd terrein de boussole-tranchemontagne gebruikt.

Beide instrumenten geven zeer voldoende en betrouwbare resultaten.

De loop der hoofdleiding is van Soekarama af in hoofdzaak bepaald. Tot bij Tjipetir wordt in oostelijke richting de voet der heuvels gevolgd en verder loopt het laatste gedeelte der hoofdleiding in noordelijke richting over een rug om te eindigen na al het water aan de omgeving te hebben afgestaan.

De secundaire leidingen zullen in hoofdzaak in noordelijke richting moeten lopen, en daar het terrein in die richting eene algemeene helling van $\frac{1}{100}$ bezit, zullen vele stortdammen noodig zijn om het te groote verval te overwinnen.

Zij zullen telkens tusschen 2 afvoerwegen voor het water moeten worden aangelegd min of meer loodrecht op de tranches, en aan beide zijden tertiaire leidingen afgeven, wier richting meer die der tranches zal volgen.

In het reeds ontworpen stuk der hoofdleiding komen tot aan de Tji Randjang, 7 aftappingen, voor even zoovele terreingedeelten, die ieder door grootere of kleinere rivieren zijn begrensd, welke met syphons onder de hoofdleiding worden doorgebracht.

Hoewel de hoofdleiding thans nog slechts tot aan de overzij van de Tji Soekarama is voltooid kan nu toch reeds door de bestaande leiding uit de Tji Soekarama, van het water worden gebruik gemaakt.

Deze volgt den loop van het nieuwe ontworpen stuk der hoofdleiding en stort zich in de Tji Randjang.

Behalve de terreinen die langs de leiding liggen, komt nu ook voor die langs de Tji Randjang het water uit de Tji Sokan ten goede, daar het uit de eerste rivier weder wordt afgetapt,

en vooral in dit jaar dat voor de *Preanger-Regentschappen* bij uitstek droog was, bleek al dadelijk welk een zegen de aanleg van de leiding uit de Tji Sokan nu reeds voor de bevolking is, en in de toekomst nog meer zal worden.

W. ELENBAAS.

BIJLAGE E.

Opgave der boekwerken en periodieken, enz. door de afdeling sedert de laatste opgave (zie Tijdschrift 1892—1893), ontvangen:

- 1°. Ten geschenke ontvangen van de Regeering:
 - a. Jaarboek van het Mijnezen 1892, 2^{de} deel
 - b. idem idem 1893, 1^{ste} "
 - c. Necrologie J. A. Hoose, door P. VAN DIJK.

- 2°. Ontvangen van Genootschappen, enz. waarmede de afdeling van edita wisselt:

Van het Bataviaasch Genootschap voor Kunsten en Wetenschappen:

- a. Notulen van de Algemeene en Bestuursvergaderingen 1893, deel XXXI, aflevering 4.
- b. Verklaring van de meest bekende Javaansche Raadsels in Proza, door W. MEIJER RANNEFT.
- c. Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde deel XXXVII, afleveringen 1 t/m. 4, 1893/94.

- 3°. Van het Koninklijke Instituut voor Taal-, Land- en Volkenkunde van Ned. Indië:

- a. Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde
Deel XLIV, eerste aflevering.
Deel XLIV, tweede aflevering.

- 4°. Van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië:

- a. Natuurkundig Tijdschrift voor Ned. Indië.
Deel LIII, 1^{ste}, 2^{de}, 3^{de} en 4^{de} aflevering.

- 5°. Van de Vereeniging tot bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Ned. Indië:

- a. Geneeskundig Tijdschrift voor Ned. Indië.
Deel XXXIII, 2^{de} en 3^{de} aflevering.
Deel XXXIV, 1^{ste} en 2^{de} aflevering.

- 6°. Van de Koninklijke Paketvaart Maatschappij:
Halfjaarlijksche dienstregeling, passage en pakketten tarieven, enz.

- 7°. Diverse monsters, prijscouranten, catalogi, enz.

ALGEMEEN VERSLAG BETREFFENDE DEN TOESTAND
EN DE WERKZAAMHEDEN VAN DE AFDEELING
NEDERLANDSCH-INDIË VAN HET K. I. V. I.
VAN 1 APRIL 1893
TOT 1 APRIL 1894.

I. Bestuur.

In het bestuur hadden de navolgende mutatiën plaats.

Ter vervanging van den Penningmeester H. IJpes, die voor die betrekking bedankte, werd in de vergadering van 15 Mei 1893 gekozen het lid A. P. Melchior, terwijl in diezelfde vergadering het aftredend lid A. Mijer en de Secretaris L. J. C. van Es werden herkozen.

In de vergadering van 7 December 1893 werd ter vervanging van den afgetreden titularis J. K. Kempees, de Vice-President J. E. de Meijer tot President verkozen. In diens plaats werd gekozen het Bestuurslid G. P. A. Renaud, die echter volgens later ingekomen bericht voor die benoeming bedankte.

II. Leden.

Het aantal leden bedroeg 141 volgens den ledenlijst op 1 April 1894 tegen 137 op 1 April 1893.

III. Financiën.

Blijkens de balans bedraagt het kapitaal der afdeeling op 1 April 1894 f 12.214,12 tegen f 12.619,88^s op 1 April 1893.

IV. Vergaderingen.

Op 15 Mei, 28 Juli en 7 December 1893 werden vergaderingen gehouden.

V. Bibliotheek.

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

VI. Tijdschrift.

Het tijdschrift 1892--93 werd in het begin van 1894 uitgegeven. De notulen der eerste van de onder IV sub 1^e genoemde vergadering werden daarin reeds opgenomen.

J. E. DE MEIJER.
President,
L. J. C. VAN ES.
Secretaris,

VERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER OVER HET
TIJDSKAK LOOPENDE VAN 1 APRIL 1893
TOT ULT^o. MAART 1894.

Uit de als bijlage overgelegde winst- en verliesrekening blijkt, dat de kapitaal-rekening in het afgelopen boekjaar weder eene vermindering toonde van f 405.76^s, zoodat het kapitaal der vereeniging op ult^o. Maart 1894 bedroeg f 12.214,12.

De bedoelde vermindering geeft geen reden tot bezorgdheid, indien men rekening houdt met de onder het hoofd "afdeeling's tijdschrift" medegedeelde bedragen.

Contributie.

Aan reeds afgeschreven contributiën werd, na aftrek van het aandeel daarin toekomende aan de Instituutskas in Nederland, ontvangen:

over 1888 — 89 f 20.
" 1889 — 90 " 45.
" 1890 — 91 " 110.

Volgens het voorgaand verslag was op ult^o. Maart 1893 over 1891—92 nog te innen f 580.—, welk bedrag wegens nog verschuldigd mailsurplus nader tot f 595.— is verhoogd.

Van dit bedrag werd f 530.— ontvangen. Twee leden werden geroyeerd, zoodat f 40.— moest worden afgeschreven, van welke schade f 20.— komt ten laste van de kas der Afdeeling. Van één in Europa verblijf houdend lid werd de contributie nog niet afgeschreven, omdat het nog niet bekend is of bedoeld lid wellicht intusschen aan de Instituutskas in Nederland zijn debet heeft voldaan.

Volgens het voorgaand verslag was op ult^o. Maart 1893 over 1892—93 nog in te vorderen f 1900.

Dit bedrag was feitelijk f 145.— te hoog, daar later bleek, dat eenige leden vóór het intreden van het boekjaar reeds naar Europa waren vertrokken.

Hierdoor daalt de nog te innen som tot f 1745.

Van dit bedrag werd f 1435.— geïnd, f 40.— werd afgeschreven ten name van 2 geroyeerde leden. Een bedrag van f 270.— is nog te ontvangen en op de balans gebracht.

Over 1893—94 is verschuldigd geworden:

door 136 gewone leden à f 25.— f 3400.—
" 8 buitengew. " " 15.— " 120.—
" 15 leden mailsurplus " " 5.— " 75.—

te zamen f 3595.—

Hiervan is ontvangen f 2455.— en nog te innen f 1140.

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

Deposito en effecten.

In de belegging der geldmiddelen kwam geen belangrijke verandering. Een bedrag van..... f 8735.— bleef belegd in 9 pandbrieven der Rotterdamsche Hypotheek-bank, terwijl in de Bataviasche Spaarbank lag gedeponoord..... " 1034.45 en bij de N. I. Escompto-bank..... " 600.—
f 10.369.45

Rente.

De gekweekte rente ad f 328.50 werd in hoofdzaak genoten op de pandbrieven. Het bedrag van f 125.— voorkomende op de balans is ongeveer het 5/6 gedeelte van de waarde der op 1 Mei 1894 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 zijn gemaakt voor het inbinden van boekwerken en voor reparatie en vervoer van de brandkast.

Instituutskas in Nederland.

Aan de instituutskas in Nederland werd f 1400.— geremiteerd. De rekening-courant gaf op ult°. Maart een saldo ten voordeele der Afdeeling aan van f 147.16.

Frankeer- en expeditiekosten.

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

Afdeelings tijdschrift.

Ten behoeve van het in den loop van het boekjaar verschenen afdeelings tijdschrift werd uitgegeven f 1293.60, ten behoeve van het voorgaande tijdschrift nog f 208.25 en ten behoeve van het afdeelings tijdschrift 1893—94 reeds f 75.

In het geheel werd dus aan het afdeelings tijdschrift f 1576.85

besteed, terwijl dit bedrag over de 5 voorafgaande jaren gemiddeld slechts bijna f 620.— beliep.

Vergaderingen en lokaal.

Onder dit hoofd zijn uitgaven geboekt tot een bedrag van f 545.60, waaronder f 400.— lokaalhuur, terwijl f 80 werd gereserveerd voor de op ult°. Maart nog niet betaalde huur over de maanden Februari en Maart 1894.

Kassa.

Het kassaldo bedroeg f 167.51.

BATAVIA, 31 Maart 1894.

De Penningmeester,
A. P. MELCHIOR.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

1 April 1893 tot 31 Maart 1894.

Winst- en Verliesrekening.

Debet.

Credit.

Contributie-aandeel aan de instituukskas in Nederland	f 1440	—	Nagekomen Contributien over 1888-89.....	f 20	—
Herziening Contributierekening over 1892-93..	" 155	—	" " " 1889-90.....	" 45	—
Afgeschreven Contributie over 1891-92.....	" 20	—	" " " 1890-91.....	" 110	—
" " " 1892-93.....	" 40	—	" mailsurplus " 1891-92.....	" 15	—
" op meubilair en bibliotheek	" 35	85	Contributie rekening 1893-94.....	" 3595	—
Vergaderingen en lokaal	" 625	60	Rente rekening	" 328	50
Diverse uitgaven w.o. disconto wissels.....	" 91	09 ⁵	Verkoop afdeeling's tijdschrift 1888-89.....	" 4	34
Frankeer- en expeditiekosten.....	" 539	16	Nadeelig saldo overgebracht op de kapitaal rekening.....	" 405	76 ⁵
Afdeeling's tijdschrift 1891-92.....	" 208	25			
" " 1892-93.....	" 1293	60			
" " 1893-94.....	" 75	—			
Wijziging saldo rekening-courant met den Raad van Bestuur.....	" 0	05			
	f 4523	60 ⁵		f 4523	60 ⁵

Balans.

Aan deposito- en effecten rekening.....	f 10.369	45	Per kapitaal rekening.....	f 12.214	12
" meubilair en bibliotheek	" 250	—	" vergaderingen en lokaal voor nog te betalen lokaalhuur.....	" 80	—
" rente rekening	" 125	—	" frankeer kosten, nog te betalen.....	" 200	—
" Contributie rekening 1891-92.....	" 25	—			
" " " 1892-93.....	" 270	—			
" " " 1893-94.....	" 1140	—			
Raad van Bestuur, voordeelig saldo.....	" 147	16			
Kassa.....	" 167	51			
	f 12.494	12		f 12.494	12

Gezien en accoord bevonden:

De Commissie van verificatie,

J. B. HUBENET.

A. SNETHLAGE.

BATAVIA, den 1^e April 1894.

De Penningmeester,

A. P. MELCHIOR.

KONINKLIJK INSTITUUT van INGENIEURS, Afdeeling NEDERLANDSCH-INDIË.

Naamlijst der leden op 1 September 1894.

J. C. van Aalst.	Magelang.	J. Homan van der Heide.	Buitenzorg.
J. P. J. H. Alsdorf.	Loemadjang.	G. van Houten.	Batavia.
J. André de la Porte.	Blitar.	B. V. E. Houthuyzen.	Bodjonegoro.
E. A. van Arcken.	Patti.	B. Hubenet.	Batavia.
W. F. Batenburg.	Benkajang W. a/d. Borneo.	M. Ijpelaar.	Pekalen.
S. W. Becking.	Soerabaia.	J. W. IJzerman.	Solok.
F. Beijerinck.	Muntok.	J. IJcken.	Bandjarnegara.
E. J. Bergmans.	Brebes.	W. de Jong Dzn.	Bondowoso (Bezoekie).
H. E. van Berckel.	Tegal.	L. L. Ch. H. Jonkergouw.	Poerworedjo.
P. J. Bertel.	Kesessie (Pekalongan).	J. G. Kerlen.	Atjeh.
C. J. N. Bijvanck.	Tjilatjap.	B. Kersjes.	Soerabaia.
R. Birckenhauer.	Solo.	F. M. E. L. Kerstens.	Medan.
B. M. Blijdenstein.	Modjokerto.	T. M. G. Keulemans.	Bandong.
J. de Boöij.	Djocjarta.	W. Klaus.	Kraksaan.
Dr. Th. J. van Buuren.	Soerabaia.	W. A. Kloppenburg.	Porrang.
L. J. J. Caron.	Modjokerto fab. Soekosono.	F. H. van Kooten.	Koedoes (Japara).
F. W. P. Clignett.	Atjeh.	W. P. H. de Bruijn Kops.	Semarang.
Th. C. Colenbrander.	Malang.	J. P. Kruiemel.	Tjirandjang (Pr. Rgt.)
J. G. Cook.	Soerabaia.	D. A. Koster.	Kasri.
J. A. van Delden.	Batavia.	E. C. Lantzius.	Kesessie.
Th. F. A. Delprat.	Malang.	G. Lebret.	Pasoeroean (Kedanoeng).
L. Ch. H. Derx.	Semarang.	P. Lichthart.	Padang.
Jhr. F. L. C. van Doorn van Koudekerke.	Wonosalem (Cheribon).	D. R. J. Baron van Lijnden.	Batavia.
C. Doesberg.	Palembang.	C. L. Loon.	Blinjoe.
G. L. Driessen.	Poeworedjo.	F. A. C. Mallinckrodt.	Soerabaia.
J. H. Duppen.	Batavia.	F. J. F. Martij.	Probolinggo.
F. Th. Engel.	Banjoemas.	J. E. de Meijier.	Batavia.
J. P. Ermeling.	Buitenzorg.	A. P. Melchior.	Batavia.
E. A. C. F. von Essen.	Batavia.	H. P. Mensinga.	Poerworedjo.
J. C. H. Fischer.	Tjimahi (Pr. Rgt.)	D. H. R. Mentel.	Bondowoso (Bezoekie).
P. J. Fritzlin.	Magetan.	A. Mijer.	Batavia.
J. Frenkel.	Padang.	J. J. A. Muller.	Padang Sidempoean.
L. J. R. Geene.	Batavia.	S. C. P. van Musschenbroek.	Batavia.
H. van Gelderen.	Sembilangan (Madoera).	A. Ch. Nieuwenhuys.	Bodjonegoro.
E. Gerst.	Tegal (Notoh).	S. J. Numans.	Semarang.
J. F. de Gijsselaar.	Bodjonegoro.	G. Oosting.	Semarang.
Z. K. H. Prins Hario Gondosiwojo.	Soerakarta.	H. Oostinjer.	Djocjarkarta.
W. B. van Goor.	Bodjonegoro.	F. J. van Oppen.	Semarang.
W. J. van de Graaff.		G. L. J. Palmer van den Broek.	Atjeh.
A. D. J. Groenemeijer.	Soerabaia.	I. H. C. de Paulij.	Glagamidoeng (Cheribon)
C. de Groot Jr.	Singkep.	J. L. Pierson.	Bodjonegoro.
J. Groothoff.	Billiton.	W. Polman.	Cheribon.
A. Vroesom de Haan.	Bodjonegoro.	J. F. Quant.	Magelang.
J. Haringhuizen.	Tegal.	J. J. R. Raat.	Poerworedjo.
S. G. Heijmering.	Klatten.	J. Radersma.	Loemadjang.
J. C. Heijning.	Kediri.	L. L. Graaf van Randwijk.	Malang.
A. W. Hein.	Soerabaia.	O. E. Rappard.	Banjoemas.
W. F. Heskes.	Batavia.	G. P. A. Renaud.	Batavia.
A. Hesselink.	Manondjaja.	P. J. A. Renaud.	Batavia.
A. A. van Heurn.	Batavia.	J. G. Ribbers.	Porrang.
B. A. Hildebraud.	Pekalongan.	P. Richter.	Sitoebondo.
M. Hofland.	Banjoemas.	Th. J. Roskopf.	Soerakarta.
		T. J. W. van Rossum.	Bodjonegoro.
		A. S. Ruzette.	Atjeh.
		J. H. P. Saaijers.	Kendal.

M. Sanders.
W. H. M. Schadee.
J. W. Th. van Schaik.
A. Scheers.
F. R. Scherius.
H. W. Scheuer.
C. J. Schleijer.
C. J. Schotel.
M. C. A. Seijfarth.
A. Sijthoff.
Jhr. H. G. Six.
L. H. Slinkers.
A. Snethlage.
R. H. J. Spanjaard.
J. J. Staal.
H. G. Stal.
J. J. Stieltjes.
J. T. P. J. Straatman.

Djember.
Atjeh.
Batavia.
Bondowosso (Bezoekie.)
Wonosalam (Cheribon.)
Banka.
Semarang.
Magelang.
Banjoemas.
Poerworedjo.
Semarang.
Probolinggo.
Fatavia.
Probolinggo.
Buitenzorg.
Medan.
Batavia.
Modjokerto.

H. C. J. Strengnaerts.
L. van der Tas.
J. K. E. Triebart.
J. Tirion.
L. G. de Val.
C. J. van Vassen.
J. Nuhout van der Veen.
T. C. A. Vemer.
A. Verburgh.
H. J. Verdam.
J. C. Voorduin.
C. de Vries Jr.
C. W. Weijs.
J. G. Westenberg.
R. P. O. D. Wijnmalen.
J. Wilke.
H. IJpes.

Bandjarnegara.
Poerworedjo.
Demak.
Padang.
Karang-Anjer.
Buitenzorg.
Batavia.
Palembang.
Fort de Kock.
Bandoeng.
Sitoebondo.
Padang.
Malang.
Modjokerto.
Padang.
Semarang.
Batavia.

VRAAG aan de LEDEN.

Een lid der Afdeeling stelde aan het Bestuur de volgende vragen:

- 1°. Op welke wijze moeten in Indie portland-cement vloeren worden gelegd, opdat men zekerheid hebbe dat zij niet scheuren?
- 2°. Wat heeft de ondervinding geleerd omtrent het gebruik van portland-cement betonvloeren, van boven glad afgewerkt en aangebracht op een zandlaag?

Welke dikte behoort in verschillende gevallen aan deze laag te worden gegeven, in verband met het verschillende gebruik der lokalen?

Naar aanleiding van het bovenstaande noodigt het Bestuur der Afdeeling de leden, die omtrent de toepassing van portland-cement pleister- en betonvloeren ondervinding hebben opgedaan, uit de door hen verkregen uitkomsten aan het Bestuur mede te deelen.

BLADVULLING.

In het weekblad „de Ambachtsman” van 1 December 1894 komt onder het geschrift: *Nieuw middel tegen paalworm* het volgende voor:

In Noord-Amerikaansche havens heeft men het volgende middel tegen den paalworm toegepast:

Om den paal wordt een wijde buis van verzinkt ijzer

geschoven. Die buis heeft de lengte van den paal en reikt tot in den bodem. Na 't stellen wordt het water, dat om den paal in de buis staat, er uit gepompt en de opening dan volgegoten met slap cementbeton. Dit middel schijnt afdoende te zijn, zelfs dan nog, schrijft „Haarmann's Zeitschrift”, wanneer de buis reeds lang verteerd is.

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel.

V. Straat Banka.

§ 1. Op twee zeer gunstig gelegen punten in straat *Banka*, nl. *Tandjong Kalean*, een kaap bewesten *Muntok*, en *Poeloe Besar*, in het zuidelijk gedeelte der straat, zijn door de lichtopzichters der kustlichten gedurende ruim twee jaren waarnemingen van waterstand en stroomrichting gedaan, die, dank zij de juistheid waarmede zij blijkbaar verricht zijn, veel licht verspreiden over de moeilijke en ingewikkelde vraagpunten, die zich steeds voordoen daar waar getijgolven en getijstroomen zich in eene betrekkelijk nauwe straat moeten voortplanten.

Tandjong Kalean ligt op eene lengte $105^{\circ} 7'.4$ Oostelijk van *Greenwich* en op $1^{\circ} 57'.7$ Zuidbreedte. De observaties zijn hier verricht van af September 1890 door den lichtopzichter der 2de klasse, den heer *G. Hoedt*.

Poeloe Besar ligt op $106^{\circ} 8'$ Oosterlengte en $2^{\circ} 52'.8$ Zuidbreedte; de waarnemingen zijn van af Januari 1891 verricht door den lichtopzichter der eerste klasse, de heer *H. L. W. van Soelen*.

§ 2. In de inleiding tot studie II is medegedeeld, dat, op verzoek der *Royal Society*, in 1839 op verschillende plaatsen waarnemingen van getijden en getijstroomen verricht zijn, en tevens dat deze proefneming niet tot eene uitkomst heeft geleid, die ook slechts eenigszins evenredig was aan de daaraan ten koste gelegde moeite en uitgaven. Eigenlijk is alleen te *Muntok* de met deze waarnemingen belaste officier der Kon. Ned. Marine *P. J. Danens Keuchenius* er in geslaagd de bekomen opdracht volledig ten uitvoer te brengen en gedurende een vol jaar observaties te doen of te laten verrichten. De beide door dien officier uitgebrachte rapporten zijn niet gepubliceerd en, zoowel wegens den inhoud als den vorm, ook voor publicatie ongeschikt; van de vele daarin voorkomende zeer juiste opmerkingen en mededeelingen is echter gebruik gemaakt in het algemeen verslag, dat door den luit. t. z. *W. baron Constant de Rebecque* is gesteld, en te vinden is in de „Verhandelingen en Berigten omtrent het Zeewezen” III, 1843. De reden waarom het rapport voor publicatie minder geschikt is ligt voornamelijk in het door den auteur ingenomen standpunt van waar uit beschouwd het régime der getijden en getijstroomen wel geheel en al onverklaarbaar moest schijnen. „Al wat de getijden betreft (zegt de schrijver), hun duur, achtereenvolgende terugkomst, grootte van rijzing en daling, als ook alles wat de vaart, rigting en duur der stroomen betreft, waarmede de getijden aangebracht worden, is zeer ongeregeld in beide moessons; hetwelk ik veronderstel veroorzaakt wordt door de verschillende winden en kracht van hen, aan weerskanten buiten deze straat waaijende, hun invloed op de meerdere of mindere instrooming der zeeën benoorden en bezuiden haar insluitende

alsmede en wel vooral ook door de meerdere of mindere afstroming der rivieren van *Banka's Westkust* en *Sumatra's Oostkust*.”

Het is geen wonder dat het rapport, op deze stelling gebaseerd, meestal verre van duidelijk is, iets wat trouwens de schrijver zelf inziet, zich er steeds over beklagende, dat alle theorie hier nutteloos blijkt en met de feiten in tegenspraak. Wind, zee- en moessonstroomingen, en zelfs waterafvoer uit rivieren oefenen op de voortplanting der eigenlijke getij-golf-beweging slechts een geringen invloed uit. Zeer merkbaar bij de on-eigenlijke, de meteorologische getijden S_1 en S_a , zijn zij bij de bepaling langs statistischen weg van de constanten der eigenlijke getijden van weinig of geen beteekenis en uit de volgende tabellen zal blijken, dat integendeel zich die constanten in straat *Banka* met eene verrassende juistheid laten bepalen, vrij wat scherper dan op andere plaatsen waar de amplitude minder groot en het karakter meer gemengd is. Het bewijs voor deze voor menigeen zeker ietwat paradoxale stelling wordt geleverd door de Tabel I.

Tabel I.

Constanten der Getijden te *Tandjong Kalean*.

	Eerste jaar.		Tweede jaar.		Gemiddeld.		uren
	H	k	H	k	H	k	
	c.m		c.m		c.m		
S_2	9.9	217°	12.6	208°	11.3	213°	7.1
M_2	20.4	185°	25.2	186°	22.8	186°	6.4
K_1	93.6	159°	92.6	157°	93.1	158°	10.5
O	56.0	93°	53.6	94°	54.8	94°	
P	25.4	154°	21.2	157°	23.3	156°	
N	7.1	202°	3.8	144°	5.5	173°	
K_2	1.9	248°	3.5	189°	—	—	
S_a	32.3	290°	13.5	43°	15.6	312°	
S_{sa}	8.2	60°	8.7	231°	1.4	166°	
W	— 135.4		— 122.5		— 129.0		

Hieruit blijkt, dat de drie hoofdgetijden, K_1 , O en P, allen enkeldaagsch, reeds uit één jaar observeerens met volkomen juistheid kunnen bepaald worden, zoowel wat betreft de grootte als de kappagetallen; de gemiddelde waarden voor beide jaren van de laatsten zijn blijkbaar tot op één graad d.i. tot op ongeveer een vijftiende deel van een uur of tot 4 minuten tijds zeker.

Zulk eene bepaling nu zou onmogelijk uit betrekkelijk zoo weinig waarnemingen kunnen geschieden, indien alle gewoonlijk aangenomen bronnen van onregelmatigheden hier werkelijk bestonden en zij mag als een krachtig bewijs gelden, dat golfbeweging zich voortplant op hare eigene wijze, onafhankelijk van andere bewegingen, die met haar in periode verschillen. Ook in andere opzichten blijken deze enkeldaagsche getijden, te samen één systeem vormende, zoo reglementair mogelijk; het getij O toch is ongeveer twee malen kleiner dan het getij K_1 en het getij P ongeveer 4 malen kleiner, en dit zijn juist de verhoudingen, die in studie III als norm zijn aangenomen. Omstreeks 21 Juni zal men dus bij springtij hoogwater waarnemen te half elf des avonds met een verval van

$$2 (93.1 + 54.8 + 23.3) = 343 \text{ c.m.}$$

en dit springtij zal, evenals trouwens alle volgende, voorkomen op den

$$\frac{158^\circ - 94^\circ}{26.3528} = 2.43 \text{ sten dag}$$

na den datum van grootste maansdeclinatie. Tot September zal nu dit verval bij springtij steeds kleiner worden en omstreeks dien tijd bedragen

$$2 (93.1 + 54.8 - 23.3) = 249 \text{ c. m.}$$

terwijl de tijd van laagwater elke maand 2 uren vroeger zal invallen. Van af September tot December neemt het verval wederom toe en hoogwater zal dan invallen te half elf des voormiddags, laagwater te 10.5 des avonds.

Doodtij komt voor ruim 2 dagen (derhalve 2 of 3) na den maansdoorgang door den equator met een verval van

$$2 (93.1 - 54.8 + 23.3) = 123 \text{ c.m.}$$

in Juni en December, en van

$$2 (93.1 - 54.8 - 23.3) = 30 \text{ c.m.}$$

in September en Maart.

Omstreeks dezen tijd van het jaar zijn er dus dagen waarop het krachtige enkeldaagsche getijstelsysteem, dat als maximum een verval van 3.5 meter kan te voorschijn roepen, bijna geheel verdwijnt, zoodat nu het dubbeldaagsch systeem merkbaar op den voorgrond treedt.

Afgezien toch van de kleine getijden N en K_2 , die blijkbaar van geringe beteekenis zijn, wordt door het dubbeldaagsch systeem der getijden M_2 en S_2 springtij veroorzaakt

$$\frac{213^\circ - 186^\circ}{24.3815} = 1.11 \text{ dagen}$$

na den datum van volle of nieuwe maan met een verval van

$$2 (22.8 + 11.3) = 64 \text{ c.m.}$$

terwijl doottij van deze getijden voorkomt één dag na den datum der kwartiermanen met een verval van

$$2 (22.8 - 11.3) = 22 \text{ c. m.}$$

Zooals men ziet is ook hier de verhouding der particele getijden normaal en S_2 de helft kleiner dan M_2 . Vergeleken met straat *Madoera* bij *Sembilang* is dus het karakter der getijden in 't noorden van *Straat Banka* nog sterker enkeldaags dan daar het geval was, want de verhouding van M_2 tot K_1 is kleiner dan dáár, terwijl de onderlinge verhoudingen meer tot de normale naderen. Te *Sembilang* toch waren de S_2 en M_2 getijden ongeveer even groot.

Opmerking verdient het feit dat het eigenlijke havengetal, nl. het kappagetal van M_2 , hier met eene waarlijk astronomische juistheid kon bepaald worden; de gemiddelde waarde toch verschilt niet meer dan een halven graad, d. i. één minuut tijds met de beide grootheden uit één jaar berekend.

Van onregelmatigheid vindt men ten slotte dus alleen sporen in het meteorologisch getij Sa, dat in het eerste jaar veel krachtiger optreedt dan in het tweede, 't geen stellig een gevolg is van krachtiger moessoninvloed. Niet alleen in de grootere amplitude, ook in den tijd van optreden komt dit uit. Tellen wij toch, voor reductie tot 1 Januari, 78° bij de kappagetallen van Sa op (zie studie *Sembilang*), dan vinden wij voor de datums van hoog- en laagwater:

$$\begin{array}{l} \text{eerste jaar, hoogwater} \quad \frac{290^\circ + 78^\circ}{0.986} = 9 \text{ Jan., laagwater } 11 \text{ Juli} \\ \text{tweede jaar} \quad \frac{43^\circ + 78^\circ}{0.986} = 4 \text{ Mei,} \quad \quad \quad 2 \text{ Nov.} \end{array}$$

terwijl ook voor den totalen jaarlijkschen waterstand gedurende het eerste jaar eene ongeveer 13 c.m. met die van het tweede jaar verschillende waarde werd gevonden.

Uit de volledige overeenstemming, die er bestaat tusschen de kappagetallen der hoofdgetijden berekend uit de beide van elkander volkomen onafhankelijke jaarreeksen, mag men besluiten dat deze getallen met zekerheid zijn bepaald en even goed geographische constanten zijn, kenmerkend voor de plaats van waarneming, als b.v. de geographische lengte en breedte. Uit deze zekerheid volgt dan ook terstond, dat de oorsprong der getijden in het Noordelijk deel van straat *Banka* eene geheel andere moet zijn dan die der getijden op *Borneo's Westkust* of te *Tandjong Priok*. Het kappagetal van het hoofdgetij K_1 toch is te *Priok* 9.6 uren, d.i. een vol uur vroeger dan te *Tandjong Kalem*; nemen wij dus aan dat de oorsprong der getijden van *Priok* in de *Chineesche Zee* te zoeken is, dan moet die der getijden in straat *Banka* eene geheel andere zijn, want het is niet aan te nemen, dat een getij, uitgaande van het midden der *Chineesche Zee*, te *Batavia* vroeger zou aankomen dan te *Tandjong Kalem*.

Dezelfde bemerking is toepasselijk op de kappagetallen van het getij M_2 , die voor *Tandjong Kalem* een havengetal van 6.4 uren en voor *Priok* van 12 uren geven; deze zijn dus bijna diametriaal tegengesteld aan elkander en er blijft voorloopig geene andere hypothese over, dan deze, dat de getijden van straat *Banka* hun oorsprong vinden in die van straat *Malakka* en dat, op soortgelijke wijze als in het nauw van straat *Madoera* geschiedt, ook hier een getij van dubbeldaagsch karakter door weerstandsinvloed in een van enkeldaagsch karakter is omgezet.

Wel is waar is het dubbeldaagsch getij ook in het zuidelijk deel van straat *Malakka* nog buitengewoon sterk, maar dit is juist een gevolg van de vernauwing der straat en gaat dus gepaard met een groot verlies van energie, dat eerst duidelijk wordt als het enge terrein wederom voor een uitgebreider moet verwisseld worden.

In de Tabel I zijn voor de amplituden der getijden K_1 en O gemiddelde waarden gegeven: beide getijden echter zijn onderworpen aan eene vrij sterke schommeling in ongeveer 19 jaren tengevolge der veranderingen die gedurende dien tijd de maansdeclinatie ondergaat. Voor een speciaal geval d.i. hier voor een bepaalden tijd, moeten dus in de plaats van deze gemiddelde grootheden de volgende gesubstitueerd worden.

Tabel II.

Amplituden der getijden K_1 en O .

	K_1	O		K_1	O
	c. m.	c. m.		c. m.	c. m.
1890	95.9	57.3	1901	87.1	48.9
1891	98.9	60.2	1902	84.2	46.1
1892	101.5	62.6	1903	82.4	44.4
1893	103.0	64.1	1904	82.4	44.4
1894	103.7	64.8	1905	83.7	45.7
1895	103.5	64.6	1906	86.4	48.3
1896	102.4	63.6	1907	89.9	51.6
1897	100.5	61.7	1908	93.8	55.3
1898	97.7	59.1	1909	97.1	58.5
1899	94.4	55.9	1910	100.1	61.3
1900	90.8	52.5			

Uit deze tabel blijkt, dat omstreeks 1893 en 1894 een aanmerkelijk grooter verval bij springtij wordt waargenomen, dan boven als gemiddeld verval werd berekend.

Afgezien toch van het getij P , vindt men uit Tabel I voor het verval bij springtij:

$$2 \times 147.9 = 296 \text{ c. m.}$$

maar voor 1894

$$2 \times 168.5 = 337 \text{ c. m.}$$

terwijl in 1903 en 1904 bij springtij, het getij P buiten rekening gelaten, een verval zal gevonden worden van slechts

$$2 \times 126.8 = 254 \text{ c. m.}$$

Wat de gemiddelde maandelijksche waterstanden betreft, zoo kunnen de gemiddelden uit de drie waarnemingsuren berekend volstrekt niet tot zuiveren maatstaf dienen, maar moeten deze eene, hier aanzienlijke, correctie ondergaan voor den invloed, dien de getijden K_1 en P uitoefenen. Daar aan deze gemiddelde waterstanden voor de kennis der moessoninvloeden groote waarde moet toegekend worden, is het der moeite zeker waard deze correctiën te berekenen en de zuivere maandgemiddelden vast te stellen. Zelfs een uitgebreid systeem toch van windwaarnemingen kan m. i. niet zooveel leeren omtrent de groote atmosferische invloeden als deze waterhoogten, die het resultaat zijn van de totale inwerkingen van wind en stroom, zoodat zij als 't ware als integrators kunnen dienen voor groote oorzaken, terwijl bij windwaarnemingen plaatselijke bijzonderheden den boventoon voeren, en de terrestrische door de locale oorzaken worden verdrongen. Bovendien geeft de waterhoogte eene directe quantitatieve maat aan, die men te vergeefs bij windobservaties zal zoeken.

De correcties, berekend uit Tabellen I en II volgens de in studie II gegeven formules, bedragen:

Tabel III.

	K_1	P	Som
	c. m.	c. m.	c. m.
September	— 34.46	11.17	— 23.29
October	— 52.58	5.94	— 46.64
November	— 56.75	— 0.88	— 57.63
December	— 45.59	— 7.46	— 53.05
Januari	— 22.16	— 12.04	— 34.20
Februari	7.10	— 13.40	— 6.30
Maart	34.46	— 11.17	23.29
April	52.58	— 5.94	46.64
Mei	56.75	0.88	57.63
Juni	45.59	7.46	53.05
Juli	22.16	12.04	34.20
Augustus	— 7.10	13.40	6.30

Bij deze berekening zijn gemakshalve de correcties voor beide jaren als even groot aangenomen en is die voor het getij S_2 verwaarloosd. De fouten hierdoor ontstaan kunnen niet anders dan van weinig beteekenis zijn.

Tabel IV.

Gemiddelde maandelijksche Waterstanden.

	c. m.		c. m.
September 1890	3.5	September 1891	3.6
October "	22.9	October "	11.2
November "	24.9	November "	21.8
December "	22.2	December "	31.5
Januari 1891	21.9	Januari 1892	43.8
Februari "	31.8	Februari "	27.3
Maart "	21.8	Maart "	48.9
April "	14.9	April "	34.1
Mei "	14.2	Mei "	30.1
Juni "	4.9	Juni "	31.5
Juli "	6.9	Juli "	33.6
Augustus "	5.3	Augustus "	35.9
Jaar	16.4	Jaar	29.4

Uit deze tabel blijkt dat inderdaad de waterstanden, vooral gedurende het tweede jaar, een ietwat onregelmatig karakter vertoond hebben; van af December zijn zij voortdurend hooger geweest dan in het eerste jaar, terwijl Februari hierop eene uitzondering maakt en een ongewoon minimum in Maart optreedt. De waterstanden, die oorspronkelijk met negatieve teekens zijn opgegeven, omdat blijkbaar het nulpunt der peilschaal bovenaan is geplaatst, zijn hier in positieve veranderd door bijtelling der constante grootheid 150 c. m.

De Noord-Westen-wind veroorzaakt derhalve in het Noorden van straat *Banka* hoogwater, de Zuid-Oostmoesson laagwater; het verschil bedraagt in normale gevallen 25 c. m, maar kan tengevolge van schommelingen van langen duur, die zich bij de periodieke voegen, aanmerkelijk grooter worden.

b. Stroomen.

Evenmin als de reputatie van gebrek aan regelmaat, die waarschijnlijk nog stamt uit den tijd van het bovengenoemd rapport, bij de beschouwing der getijden stand kan houden, tegenover de resultaten der objectieve waarneming, evenmin mogen de stroomen te *Tandjong Klean* onberekenbaar en wisselvallig genoemd worden; want, zooals blijken zal, kan dit stroomstelsel integendeel aangehaald worden als een model van berekenbaarheid en normale verhoudingen. Terwijl toch bij *Sembilang* in straat *Madoera* de getijstroom een geheel ander karakter droeg dan de getijden en dus daarmee in geen vast verband te brengen viel en men eene soortgelijke, maar nog vreemder, verhouding in de stroomen van straat *Soenda* zal terugvinden, is hier in straat *Banka* de verhouding tusschen getijden en stroomen zoo eenvoudig mogelijk en overeenkomstig het gewoonlijk (ten onrechte echter) aangenomen begrip dat getijstroomen het sterkst moeten zijn als de waterstand de gemiddelde hoogte bereikt heeft en dus rijzing of val het sterkst is.

Alvorens de resultaten van het onderzoek mede te deelen, moeten hier nog enkele punten der methode van onderzoek worden aangestipt, te meer daar in studie IV, waar de verhouding zoo eenvoudig bleek, hiertoe geene gelegenheid bestond of liever de gelegenheid met voordacht vermeden is om niet door het geven van te veel formules den lezer ontijdig af te schrikken.

Evenals in *Straat Madôera* is hier het onderzoek gemakkelijk gemaakt doordat slechts twee stroomrichtingen voorkomen, n.l. om de Noord-West en om de Zuid-Oost, zoodat, evenals bij de getijhoogten, met positieve en negatieve getallen kon gewerkt worden.

De richting Zuid-Oost werd positief, Noord-West negatief genoemd. De rangschikking volgens de getijden M en O leverde dus niet meer bezwaren op, dan die der getijden en de resultaten zijn, zooals uit de volgende Tabel blijkt, duidelijk genoeg, zoowel voor het dubbel periodieke getij M_2 , als voor het enkel periodieke getij O; ter besparing van ruimte zijn de uurhoeken twee aan twee genomen, zoodat elk getal betrekking heeft op gemiddeld

$$\frac{1095}{12} = 91.25 \text{ observaties.}$$

Tabel V.

	Eerste jaar.		Tweede jaar.	
	M_2	O	M_2	O
0/1	— 8	4	28	33
2/3	19	12	26	26
4/5	27	35	— 17	17
6/7	17	28	— 36	6
8/9	— 13	34	— 12	— 21
10/11	— 43	35	23	— 35
12/13	— 9	21	23	— 41
14/15	22	— 7	33	— 50
16/17	32	— 22	26	— 15
18/19	26	— 49	— 8	12
20/21	— 19	— 49	— 54	32
22/23	— 51	— 41	— 25	42

Berekent men hieruit de constanten der *Besselsche* formule, zoo vindt men dat de vier perioden voorgesteld kunnen worden door de vier volgende uitdrukkingen:

$$M_2 \quad 37.0 \cos. (nt - 89^\circ). \\ 39.4 \cos. (nt - 76^\circ).$$

$$O \quad 45.0 \cos. (nt - 12^\circ). \\ 41.6 \cos. (nt - 357^\circ).$$

in welke formules, door toevoeging van het astronomisch argument op den aanvangsdatum, het aanvangspunt reeds tot een zelfden oorsprong is teruggebracht. Neemt men b.v. van de beide formules voor getijstroom M_2 de gemiddelde waarde

$$38.2 \cos (nt - 82^\circ)$$

zoo beteekent deze uitdrukking derhalve, dat het dubbeldaagsch maansgetij een getijstroom in 't leven roept van gelijke periode, echter met een argument

$$186^\circ - 82^\circ = 104^\circ$$

verschillende met dat van de getijden en met zulk eene kracht dat men, als deze stroom het sterkst is, 38.2 malen op de 91.3 kans heeft hem het veld te zien behouden. In percentage uitgedrukt zal dus de kracht, of liever de frequentie, zijn

$$\frac{3820}{91.3} = 42 \%$$

Uit Tabel I volgt dat het getij M_2 hoogwater geeft te

$$\frac{186^\circ}{n} = 6.4 \text{ uren}$$

na den doorgang van de gemiddelde maan door den meridiaan, de sterkste rijzing van het water had dus plaats te

$$\frac{96^\circ}{n} = 3.3 \text{ uren}$$

na maansdoorgang: volgens bovenstaande formule echter loopt de getijstroom het sterkst met eene positieve waarde d. i. om de Zuid-Oost te

$$\frac{82^\circ}{n} = 2.8 \text{ uren}$$

zoodat men tot de conclusie komt, dat, in 't algemeen genomen, de getijstroom M_2 bij rijzend water de straat in, bij dalend water de straat uitloopt; dat echter voor zooverre de nu verkregen waarden recht geven op het trekken eener conclusie, de stroom het sterkst doorstaat ongeveer een half uur vóór het oogenblik waarop het water het sterkst wast.

Deze redeneeringen betreffende de getijstroomen M_2 en O mogen tot voorbeeld dienen van deze zeker ietwat ongewone wijze van behandeling van stroomwaarnemingen.

Voor de berekening van den getijstroom K_1 echter geldt hetzelfde bezwaar als in studie II werd uit eengezet n.l. dat hierbij uit enkele observaties daags onmogelijk kan uitgemaakt worden of men met een getijstroom of met een moessonstroom te doen heeft, daar beiden in verschillende tijden van het jaar van richting veranderen, terwijl men uit eene combinatie van enkele uren daags door berekening moet komen tot het aandeel dat ieder, getijstroom en moessonstroom, in de resultante aanbrengt.

De eenvoudige rangschikking volgens K_1 is hier dus geheel onvoldoende, men zou hierbij groot gevaar lopen voor getijstroom aan te zien wat inderdaad alleen moessonstroom is. Zonder rangschikking, alleen door, als in Tabel VI is gedaan, het aantal malen der overschotten voor elk uur en elke maand overzichtelijk saam te stellen is het echter mogelijk terstond hieromtrent een oordeel te vellen.

Tabel VI.

Stroomrichtingen te *Tandjong Kalean*.

	9v.m.	2n.m.	6n.m.	9v.m.	2n.m.	6n.m.	
Sept. 1890	0	12	— 2	16	8	0	Sept. 1891
Oct. "	9	7	— 15	13	— 1	— 5	Oct. "
Nov. "	14	— 14	— 24	14	— 15	— 25	Nov. "
Dec. "	7	— 27	— 27	1	— 31	— 29	Dec. "
Jan. 1891	7	— 31	— 31	— 2	— 31	— 29	Jan. 1892
Febr. "	— 5	— 28	— 12	— 16	— 29	— 5	Febr. "
Maart "	— 19	— 21	21	— 29	— 21	17	Kaart "
April "	— 30	— 8	26	— 30	— 6	22	April "
Mei "	— 31	— 5	25	— 31	9	19	Mei "
Juni "	— 28	12	20	— 30	22	16	Juni "
Juli "	— 13	21	23	— 17	18	9	Juli "
Aug. "	— 3	13	9	9	13	— 3	Aug. "
Som	— 86	— 69	13	— 102	— 64	— 13	
	9v.m. 6n.m.	9v.m. 2n.m.	9v.m. 6n.m.	9v.m. 6n.m.	9v.m. 2n.m.	9v.m. 6n.m.	
Sept.	2	— 12	— 2	16	8	16	Sept.
Oct.	24	2	— 6	18	14	8	Oct.
Nov.	38	28	— 10	39	29	— 11	Nov.
Dec.	34	34	— 20	38	32	— 28	Dec.
Jan.	38	38	— 24	27	29	— 31	Jan.
Febr.	7	23	— 17	— 11	13	— 21	Febr.
Maart	— 40	2	2	— 46	— 8	— 12	Maart.
April	— 56	— 22	— 4	— 52	— 24	— 8	April.
Mei	— 56	— 26	— 6	— 50	— 40	— 12	Mei.
Juni	— 48	— 40	— 8	— 46	— 52	— 14	Juni.
Juli	— 36	— 34	10	— 26	— 35	— 8	Juli.
Aug.	— 6	— 19	12	12	— 4	6	Aug.
	— 8.3	— 1.4	— 6.1	— 7.4	— 3.2	— 9.6	
	M_1	M_2		M_1	M_2		

Bestonden er toch alleen moessonstroomen, dan zou het teeken van het overschot ongeveer gelijk zijn voor de verschillende waarnemingsuren, want men kan veilig aannemen dat een moessonstroom, die des ochtends te 9 v.m. doorstaat, des avonds nog met dezelfde kracht zal loopen, afgezien natuurlijk van bijkomende periodieke veranderingen.

Bestaan er echter alleen getijstroomen, dan moeten de overschotten te 9 v.m. bijna overal juist tegenovergestelde teekens vertoonen met die der restanten te 6 n.m. In die maanden toch waarin des ochtends te 9 uur de stroom met maximum snelheid om de Noordwest loopt, zal des avonds te 9 uur de stroom met grootste snelheid om de Zuid-Oost loopen en dus ook te 6 uur n.m., schoon nog niet met volle kracht, in dezelfde richting.

In de volgende maand valt de sterkste stroom om de Noordwest 2 uren vroeger d. i. te 7 v.m. in, nu zal dus te 9 v.m. de stroom minder sterk, maar toch nog om de Noordwest zijn en die te 6 n.m. sterker om de Zuid-Oost.

Ware derhalve te 9 n.m. waargenomen in plaats van te 6 n.m. dan zou het verschil tusschen beide uren steeds de dubbele kracht aangeven van de te 9 v.m. heerschende richting en, door dit verschil te nemen van twee waarnemingen op één dag verricht, wordt bovendien de invloed der moesson-strooming geëlimineerd.

Hoe groot nu in dit geval de verschillen zullen zijn tusschen 9 v.m. en 2 n.m. en 6 n.m. moet de berekening aangeven, waartoe in studie II de noodige formules zijn afgeleid.

Behalve de jaarlijksche variaties toch bestaat elke maandgemiddelde voor een bepaald uur U uit:

primo, een constant gedeelte

$$S_1 \cos. (15 U - C_1) + S_2 \cos. (30 U - C_2)$$

dat natuurlijk betrekking heeft op de totale maandgemiddelde; secundo, een enkel-periodiek gedeelte

$$a K_1 \cos (30 x + 15 U + 15^\circ - C_k) \\ + b P \cos (30 x + 15^\circ - 15 U + C_p)$$

waarin x het rangnummer der maand voorstelt, en tertio, een dubbel-periodiek gedeelte

$$c K_2 \cos. (60 x + 30 U + 30^\circ - C_{2k}).$$

De constanten a , b en c zijn in studie II berekend.

Duiden wij derhalve de observatiën te 9 v.m., 2 n.m. en 6 n.m. aan met de symbolen (1), (2) en (3), dan vindt men, door substitutie in de gegeven formules van de drie waarden voor U en de bekende transformaties voor verschillen van periodieke grootheden, gemakkelijk:

primo, voor het constante gedeelte

$$(1)-(3) \dots\dots \frac{M_1}{2 \sin 45^\circ} = S_2 \sin (45^\circ - C_{2s}) \quad (1)$$

$$(1)-(2) \dots\dots \frac{M_2}{2 \cos 15^\circ} = -S_2 \cos. (75^\circ - C_{2s})$$

secundo, voor het enkel-periodiek gedeelte, stellende:

$$X = K_1 \cos (C_k - 7.5^\circ), Y = K_1 \sin (C_k - 7.5^\circ) \\ X_1 = P \cos (C_p - 7.5^\circ), Y_1 = P \sin (C_p - 7.5^\circ)$$

$$(1)-(3) \text{ coëfficiënt van cosinus, } \frac{A_1}{2 R_2 \cos 22.5^\circ} = X \sin 30^\circ - Y \cos 30^\circ - Y_1$$

$$(1)-(3) \text{ coëfficiënt van sinus, } \frac{B_1}{2 R_2 \cos 22.5^\circ} = X \cos 30^\circ + Y \sin 30^\circ - X_1(2)$$

$$1)-(2) \text{ coëfficiënt van cosinus, } \frac{A_2}{2 R_2 \cos 52.5^\circ} = Y - X_1 \cos 60^\circ - Y_1 \sin 60^\circ$$

$$(1)-(2) \text{ coëfficiënt van sinus, } \frac{B_2}{2 R_2 \cos 52.5^\circ} = X - X_1 \sin 60^\circ + Y_1 \cos 60^\circ$$

en, tertio, voor het dubbel-periodiek gedeelte, waarvoor natuurlijk alleen met voordeel de combinatie (1) en (2) kan gebruikt worden, omdat te 9 v.m. en 6 n.m. bijna gelijkwaardige grootheden eener dubbele periode ontstaan:

$$(1)-(2) \text{ coëfficiënt van cosinus, } \frac{A_3}{2 R_3 \cos 15^\circ} = K_2 \sin (15^\circ - C_{2k}) \quad (3)$$

$$(1)-(2) \text{ coëfficiënt van sinus, } \frac{B_3}{2 R_3 \cos 15^\circ} = K_2 \cos (15^\circ - C_{2k})$$

Hierbij moet opgemerkt worden, dat de formules (1) ter bepaling van getij S_2 alleen dan juist zijn als S_1 verwaarloosd mag worden, is dit niet het geval, dan zijn de drie waarnemingen per dag eenvoudig niet in staat om berekening van S_1 en S_2 mogelijk te maken; hiertoe toch zijn vijf vergelijkingen noodig.

Voor de hoeksnelheden van K_1 en P en K_1 zijn gemakshalve 15° en 30° aangenomen, 't geen voor deze berekening geen noemenswaardige onjuistheid te weeg brengt. De formules (1), (2) en (3) geven dus eene andere methode ter berekening van S_2 , K_1 , K_2 en P aan dan die welke in Studie II is uiteengezet, eene methode die dit groote voordeel heeft, dat zij terstond uit de gegevens een der onbekenden, nl. de jaarlijksche variatie elimineert, zoodat men voor berekening van K_1 en P slechts met vier vergelijkingen in plaats van met zes te doen heeft. Ook valt het terstond in het oog, dat de oplossing niet moeilijk is wegens den eigenaardigen vorm der vergelijkingen, die eliminatie der kleinste onbekenden, nl. X_1 en Y_1 gemakkelijk maakt. Voor de berekening van den getijstroom K_1 is zeker de hier uiteengezette methode de aangewezen; voor dit doel echter kan het getij P buiten beschouwing gelaten worden en van de vergelijkingen (2) alleen die der combinatie (1)-(3) gebezigd worden, die natuurlijk de meest voordeelige is. Stellende

$$m = \frac{A_1}{2 R_2 \cos 22.5^\circ} \quad n = \frac{B_1}{2 R_2 \cos 22.5^\circ}$$

$$\text{vindt men } Y = n \sin 30^\circ - m \cos 30^\circ$$

$$X = m \sin 30^\circ + n \cos 30^\circ \quad (4)$$

en

$$C_k = \text{bgtg. } \frac{Y}{X} + 7.5^\circ$$

$$F = \text{stroomfrequentie op 30 observaties} = \sqrt{Y^2 + X^2}$$

Tabel VI, waarin reeds terstond uit het verschil in de wijze waarop de minusteekens over de 3 waarnemingsuren verdeeld zijn, duidelijk uitkomt, dat er een sterke getijstroom K_1 moet bestaan, levert derhalve in de daaronder gegeven verschillen alles wat noodig is ter berekening van de S_2 - en K_1 stroomen en zelfs ook van den K_2 stroom, zoo die mocht bestaan, 't geen hier niet der moeite waard werd geacht te onderzoeken, wegens de kleinheid en onzekerheid van getij K_2 .

Nog eene derde kolom is bijgevoegd nl. de combinatie (1) + (3) waarin voor een groot deel de invloed van getijstroom K_1 is geëlimineerd, zoodat de dubbele moesson-invloed alleen overblijft. Ware er te 6 v. m. en 6 n. m. of te 9 v. m. en 9 n. m. waargenomen, dan zou deze invloed volkomen geneutraliseerd zijn; nu echter blijft er, bij een sterken enkeldaagschen getijstroom en een zwakken moessonstroom, de mogelijkheid over dat de eliminatie niet volkomen was. De berekening geeft echter den weg aan om daarvoor te corrigeren als eenmaal de frequentie van den getijstroom en diens argument bekend zijn.

Voor den moessonstroom voegen zich voor beide uren gelijke grootheden te zamen, daarvoor kan men dus, als P het percentage is, voor de combinatie (1) + (3) de uitdrukking stellen:

$$\frac{60 P}{100} \cos (30 x + 15^\circ - C)$$

voor den invloed der getijstrooming K_1 echter vindt men als p het percentage voorstelt:

$$\frac{30 P}{100} \left\{ \cos (30 x + 331^\circ - C_k) + \cos (30 x + 105^\circ - C_k) \right\} \\ = \frac{60 P}{100} \cos 113^\circ \cos (30 x + 218^\circ - C_k) \quad (5)$$

Indien dus door de getallenreeks (1) + (3) de formule $A \cos 30^\circ x + B \sin 30^\circ x$.

gelegd wordt, dan vindt men voor de berekening van P en C , percentage en argument der moessonstroomen S_a :

$$0.6 P \sin (C - 15^\circ) = B + 0.234 p \sin (C_k + 142^\circ) \\ 0.6 P \cos (C - 15^\circ) = A + 0.234 p \cos (C_k + 142^\circ) \quad (6)$$

Verkiest men echter boven de analytische uitdrukking der moessonstroomen de werkelijk waargenomene, dan moet de getallenreeks, onder (5) aangeduid, berekend worden en met omgekeerd teeken worden toegepast. De wijze waarop de constanten verkregen zijn, die in Tabel VII zijn saamgesteld en die voor de stroomrichtingen dezelfde beteekenis hebben als die der Tabel I voor de waterhoogten, zal geene verdere toelichting noodig hebben, evenmin als de tabel zelve.

Tabel VII.

Constanten der stroomrichtingen te Tandjong Klean.

	Eerste jaar.		Tweede jaar.		Gemiddeld.	
	Procent	k	Procent	k	Procent	k
S_1	23	163°	14	136°	19	150°
S_2	21	158°	18	147°	20	153°
M_2	41	89°	43	76°	42	82°
K_1	89	79°	87	66°	81	73°
O	49	12°	46	357°	48	5°
S_a	23	5°	11	299°	15	21°
W	—15		—17		—16	

Hierbij zij opgemerkt, dat ook S_1 is gegeven in afwijking van de vroeger gemaakte onderstelling. Even zoo goed echter als men $S_1 = 0$ kan stellen en S_2 berekenen, kan men ook het omgekeerde doen en aannemen dat de dagelijksche gang, die duidelijk uitkomt in Tabel VI, te wijten is, niet aan het zonsdubbelgetij, maar aan den invloed van land- en zeewind.

De eenvoudigheid der methode van observatie is hier verkregen ten koste van volledigheid van kennis wat dit, trouwens ondergeschikt, punt betreft; alleen uitvoerige waarnemingen kunnen tot de oplossing van dit probleem bijdragen.

Dat de sommen der percentages te zamen veel meer dan 100 uitmaken zal, na de bovengemaakte bemerking, zeker geen verwondering wekken; het zijn allen maximumwaarden, zooals alle amplituden.

Ofschoon nu door de beide tabellen I en VII getijden en stroomen, elk voor zich, met juistheid bepaald zijn en dit voor een onderzoek voldoende is, kan men zich ook de vraag stellen of er een bepaald verband bestaat tusschen getijden en stroomen.

Reeds het onderzoek der toestanden bij *Sembilang* heeft geleerd, dat zulk een verband niet altijd bestaat en de theorie der golfbeweging, die op vele punten zoo juist weergeeft wat werkelijk in de natuur geschiedt, geeft, geheel in tegenstelling met de algemeen geldende opvatting, aan, dat de sterkste

getijstroomen voorkomen bij hoog- en laagwater; dit geldt echter alleen voor de uiterst zwakke getijstroomen die bij vrije ontwikkeling ontstaan; heeft er echter stuwings plaats, zooals meestal bij kusten en in straten, dan zal, en hierop is de algemeen geldende opinie gebaseerd, de sterkste stroom voorkomen bij sterkste rijzing of daling van het water, tenzij stroomen en getijden een verschillenden oorsprong hebben.

In straat *Banka* is dit inderdaad het geval en verhouden zich de grootheden vrij normaal tegenover elkander, 't geen een der redenen was waarom de bewerking van straat *Banka* aan die van andere plaatsen vooraf moest gaan. De kappagetallen in Tabel I geven, zooals bekend is, aan wanneer hoogwater zal voorkomen na den doorgang door den Meridiaan van de fictieve ster; de oogenblikken waarop het water het sterkst rijst verkrijgt men derhalve, in hoekmaat, door 90° van die getallen af te trekken en den tijd waarop het water het snelst daalt door er 90° bij op te tellen.

Bepalen wij ons tot de beschouwing der gemiddelden, zoo vinden wij:

Tabel VIII.

	Sterkste rijzing.	Sterkste stroom om Zuid-Oost	Vershil.	Vershil. in tijd.
S_2	123°	153°	30°	+ 1 uur.
M_2	96°	82°	— 14°	— 0.5 "
K_1	68°	73°	5°	0.3 "
O	4°	5°	1°	0.1 "
S_a	222°	21°	—	—

Hieruit volgt, dat voor alle ware getijstroomen dezelfde wet geldt, nl. dat de sterkste stroom om de Zuid-Oost, d. i. de straat in, invalt op het oogenblik waarop de rijzing van het water het sterkst is. Daar er hier dus een bepaald, niet te loochenen verband bestaat, kan men zeggen, dat bij vloed de stroom de straat in en bij eb de straat uitloopt. De beide sterkste getijstroomen toch, K_1 en O , geven verschillen die zoo gering zijn, dat men aan mag nemen, dat zij bij voortgezette waarneming zullen verdwijnen, terwijl voorts bij zwakkere stroomen, als M_2 en S_2 , de verschillen grooter worden. Voor de moessonstroomen bestaat echter zulk een eenvoudig verband niet, zooals trouwens te verwachten was; hier is geen sprake van verval als oorzaak der strooming, zoodat bij maximum standen de stroom het sterkst is of m. a. w. bij de kentering, maar integendeel van stuwings, die het krachtigst is als de wind het sterkst doormaakt: hier zal dus veeleer het tijdstip van hoogsten en laagsten waterstand overeenkomen met sterkste strooming.

Volgens Tabel VII bestaat er tusschen de resultaten voor beide jaren nog een te groot verschil, evenals trouwens voor de waterhoogten zelve, dan dat hieromtrent een algemeene regel zou te stellen zijn.

Zoowel moessonstanden als moessonstroomen schijnen in 't noordelijk deel van straat *Banka* hun invloed vrij onregelmatig te doen gelden.

Neemt men het eerste waarnemingsjaar, als het meest regelmatige, tot basis, dan moet men aannemen, dat in den regel hoogwater voorkomt in 't begin van Januari, terwijl de sterkste strooming om de Zuid-Oost op ongeveer 26 Maart valt.

Wat echter niet aan twijfel onderhevig schijnt, omdat het resultaat voor beide jaren bijna gelijk is, is het feit dat er ge-

durende het geheele jaar eene neiging bestaat tot eene strooming om de Noord-West, d. i. de straat uit, gemeten door de hoeveelheid 16 procent. Men kan dit resultaat opvatten of als eene neiging, die gedurende het geheele jaar bestaat als zee-strooming, of ook als een overschot van den invloed der moesson winden, zoodanig dat de moessonwind, die een stroom om de Noordwest veroorzaakt, altijd sterker is, dan de moessonwind die een tegengestelden stroom in het leven roept.

In elk geval heeft er onder den *Banka-wal* eene, zij het ook geringe, waterverplaatsing de straat uit plaats. De invloed hiervan zal dus zijn dat de ebstroom, die in dezelfde richting loopt, versterkt zal worden, terwijl de vloedstroom even veel verzwakt wordt; niet alleen op de kracht, ook op den duur dezer beide stroomen zal dit merkbaar zijn, eene consequentie, die geheel en al overeenkomt met het resultaat waartoe de heer KEUCHENIUS komt in zijn boven vermeld rapport, dat n.l. gemiddeld de vloedstroom slechts 8 uren doorstaat per etmaal met eene snelheid van ongeveer één mijl, de ebstroom echter gedurende 16 uren met eene snelheid van $1\frac{1}{2}$ à 2 mijlen per wacht van 4 uren.

Eene compensatie voor deze permanente uitstrooming vindt plaats onder den *Sumatra-wal* aan de overzijde der straat, waar omgekeerd de vloedstroom het steeds van den ebstroom in kracht en duur wint. Gedurende den Oostmoesson staat de ebstroom daar 6 à 7 uren door, de vloedstroom daarentegen 16 uren met eene 2 à 3 mijls snelheid, terwijl in den Westmoesson de stroom bijna altijd door om de Zuid-Oost loopt, zonder dat, somtijds, gedurende dagen achtereen, de ebstroom anders dan in vermindering van snelheid tot ontwikkeling kan komen.

Omtrent het zuidelijk deel der straat, waar de heer KEUCHENIUS geene bepaalde waarnemingen verricht heeft, is het rapport minder duidelijk en begrijpelijkerwijze blijkbaar ook minder juist, 't geen rapporteur trouwens zelf erkent waar hij schrijft:

„de gemiddelde duur van die stroomen noch derzelver vaart, gelijk ook de duur van rijzing en daling van het water kan ik niet met eenige zekerheid opgeven.”

Brengt men echter, voor zooveel mogelijk, de bemerkings van den heer KEUCHENIUS in verband met de resultaten hieronder medegedeeld van de waarnemingen te *Poeloe Besar* verricht, dan is het waarschijnlijk dat de stroom in zuidelijke richting zich onder den *Sumatra-wal* in alle jaargetijden en onder alle omstandigheden zal doen gelden en dat de stroomrafeling door rapporteur bij *Poeloe Nangka* waargenomen, te wijten is aan den onder den *Banka-wal* in stroomenden getijstroom, die zich daar omhoog om een deel van het aangevoerde water in tegenovergestelde richting onder den *Sumatra-wal* met den daar permanenten stroom te doen medevoeren. Is deze onderstelling juist, dan moet die stroomrafeling, ontstaan door de wrijving der tegen, elkander inlopende en zich omhoogende stroomen, alleen dan waargenomen worden als de getijstroom onder den *Banka-wal* zich om de Oost- en Noord-Oost beweegt, niet als hij in tegen-gestelde richting loopt, terwijl de as der rafeling ongeveer loodrecht moet staan op de richting der straat. Omtrent deze punten deelt het rapport echter niets mede.

C Windrichting.

De waarneming van de windrichting is te *T. K.* eerst aangevangen eenigen tijd na dien waarop de getijden zijn begonnen; de reeks vangt aan met 1 Januari 1891 en strekt zich uit over 2 jaren. In Tabel IX wordt de gemiddelde windrichting gegeven voor elk maand, terwijl de drie waarnemingsuren bij elkaar genomen zijn. De achter de windrichting geschreven getallen

geven het percentage van het aantal malen en zijn eene maat voor de bestendigheid waarmede de moesson doorstaat en daarom tevens voor de juistheid der berekende windrichting.

De composanten hebben betrekking op het getal 30, het aantal waarnemingsdagen in elke maand.

Tabel IX.

Gemiddelde Windrichting.

	1891.				1892.			
	N	E.			N	E.		
Jan.	8	—11	N 54° W	47%	21	—13	N 32° W	83%
Febr.	13	—7	N 28° W	50	17	—11	N 33° W	67
Maart	4	—8	N 63° W	30	15	—10	N 34° W	60
April	—6	—4	S 34° W	24	—5	3	S 21° E	30
Mei	—13	6	S 25° E	47	—12	4	S 18° E	43
Juni	—12	7	S 30° E	47	—19	14	S 36° E	80
Juli	—22	14	S 32° E	87	—18	15	S 40° E	77
Aug.	—21	15	S 36° E	87	—19	14	S 36° E	80
Sept.	—18	14	S 38° E	77	—17	8	S 25° E	63
Oct.	—16	10	S 32° E	63	—8	6	S 37° E	33
Nov.	—7	0	S	23	0	—8	W	27
Dec.	6	—10	N 59° W	40	10	—9	N 42° W	43
Mei	—17	11	S 33° W	67	—16	10	S 32° E	63
Oct.								
Nov.	—3	—7	N 67° W	27	9	—8	N 42° W	40
April								

Uit deze tabel blijkt dat de waarnemingen vertrouwen verdienen; de overeenkomst tusschen de resultaten voor beide jaren verkregen is hiervoor een waarborg; eene fingerwijzing betreffende de oorzaak van de abnormale waterhoogte in Februari 1892 is in deze tabel niet te vinden; in beide jaren blies de wind gedurende die maand uit denzelfden hoek en ook de bestendigheid was vrij wel dezelfde, in het tweede jaar eer iets sterker dan in het eerste.

In Tabel X wordt de gemiddelde windrichting gegeven voor beide jaren te zamen genomen, eene berekening, die gemakkelijk is als de composanten gegeven zijn.

Tabel X.

Gemiddelde Windrichting

1891—1892.

	Componenten.		Richting.	Bestendigheid.	N—E.
	N	E			
Januari	14	—12	N 40° W	60%	26
Februari	15	—9	N 31° W	57	24
Maart	9	—9	N 45° W	43	18
April	—7	0	S	23	—7
Mei	—12	5	S 23° E	43	—17
Juni	—15	10	S 34° E	60	—25
Juli	—20	15	S 37° E	83	—35
Augustus	—20	14	S 35° E	80	—34
September	—17	11	S 33° E	67	—28
October	—12	8	S 34° E	47	—20
November	—3	—4	S 53° W	17	1
December	8	—10	N 51° W	43	18
Mei-Oct.	—16	11	S 35° E	63	
Nov.-April	6	—7	N 49° W	30	
Jaar	—5	2	S 22° E	17	

Te *Tandjong Kaeau* vallen derhalve de kenteringen in April en November als wanneer de bestendigheid het geringst is en staat de Oost-moesson veel krachtiger door dan de Noord-west moesson, de eerste met een percentage van 63 de tweede slechts met een van 30.

Uit de componenten in de beide eerste kolommen gegeven kan nog op eene scherpere wijze de juiste tijd berekend worden waarop de zuid-oosten winden optreden: trekt men n. l. de beide composanten van elkander af, dan verkrijgt men voor de N.W. winden alleen positieve en voor de S.E. winden alleen negatieve sommen, zooals blijkt uit de getallen der laatste kolom.

Legt men nu door deze getallen eene sinusoïde, m. a. w. past men hierop de enkele Besselsche formule toe, dan is het met behulp dezer formule mogelijk aan te geven, wanneer de overgang der moessons plaats heeft en wanneer zij het sterkst doorstaan.

Voor de formule vindt men:

$$31 \cos. (nt - 14^\circ 2').$$

De oorsprong van tijd is hierbij half Januari; om derhalve dezen oorsprong tot 1 Januari terug te stellen, moet het argument met ongeveer 15° vermeerderd worden; de grootste positieve waarde d. i. het midden van den N.W. moesson, valt dus (zie studie II).

$$\frac{290}{s} = \frac{290}{0,9856464} = 30 \text{ dagen.}$$

na 1 Januari of op 31 Januari; voor het aantal dagen na 1 Januari, waarop de N.W. moesson overgaat in den S.E. moesson, waarop deze moesson het sterkst doorstaat, en waarop wederom de overgang tot den Westmoesson plaats heeft, vindt men respectievelijk

$$\frac{1190}{s} = 121, \quad \frac{2090}{s} = 212, \quad \frac{2990}{s} = 303 \text{ dagen}$$

of, volgens den staat voorkomende op bladz. 7 van den Regeerings-almanak, aanwijzende het aantal verlopen dagen na 1 Januari voor iederen datum: 2 Mei, 1 Augustus en 31 October.

De bovengenoemde datum van 30 Januari voor het tijdstip waarop de Westmoesson het sterkst doorstaat valt volkomen samen met dien uit Tabel I afgeleid voor den datum van hoogsten waterstand.

Het zou zeker niet zonder belang zijn om voor vele plaatsen in den Archipel op deze wijze de moesson-kenmerken te berekenen en onderling te vergelijken; voor zooverre mij bekend is, is deze eenvoudige methode nog niet in toepassing gebracht.

De kennis der heerschende windrichtingen in het noordelijk deel van straat *Banka* wordt volledig indien nog een overzicht gegeven wordt van de wijze waarop in den loop van den dag de windrichting verandert. Korthedshalve worden in de volgende Tabel alleen de gemiddelde windrichtingen gegeven voor de beide seizoenen op de drie waarnemingsuren.

Tabel XI.

Gemiddelde windrichting

1891 — 1892.

	N	E	Richting	Bestendigheid
Nov. — April	— 4	— 15	S 75° W	53% } 9 v. m.
Mei. — Oct.	— 23	4	S 10° E	77
Nov. — April	4	— 10	N 68° W	37% } 2 n. m.
Mei. — Oct.	— 16	11	S 35° E	63
Nov. — April	18	3	N 10° E	60% } 6 n. m.
Mei. — Oct.	— 9	16	S 61° E	60

In den Westmoesson ruimt derhalve de wind in den loop van den dag, wordt, van WSW des ochtends, WNW te 2 n. m. en te 6 n. m, zelfs N en N N E: bestendig zijn deze richtingen echter niet en er zullen dikwijls afwijkingen van dezen regel voorkomen, vooral te 2 n. m., wanneer het percentage slechts 37 bedraagt en veranderlijke winden dus de overhand hebben.

In den Oost-moesson waait des ochtends de wind uit het zuiden, en wel zeer geregeld, om in den loop van den dag te krimpen, des middags SE en des avonds zelfs ESE te worden. In beide gevallen laat de zeewind, die overdag doorstaat, zich gelden en deze oosten-wind veroorzaakt ruiming in den Westmoesson en krimping in den Oostmoesson. Merkwaardig is het dat deze invloed na 2 n. m. niet alleen niet minder wordt, maar tot 6 n. m. integendeel toeneemt.

Trekt men de gelijksoortige componenten voor 9 v. m., waarin de landwind de hoofdrol speelt, af van die voor 6 n. m. waarin de invloed van den zeewind begrepen is, dan vindt men voor de richting van den zeewind:

	N	E	
Westmoesson	22	18	N 39° E
Oostmoesson	14	12	N 40° E
Gemiddeld	18	15	N 40° E

en voor de richting van den landwind natuurlijk

S 40° W

zooals uit de richting van *Sumatra's* kustlijn en die van het eiland *Banka* trouwens te verwachten was; de kustlijn toch moet, in 'talgemeen genomen, loodrecht staan op de richtingen van land- en zeewind en dus van het N W naar het S E loopen.

Deze afleiding is dan ook meer gegeven met het doel om aan te toonen, hoe scherp dergelijke grootheden langs den weg der statistiek zijn af te leiden, dan om tot een onbekend resultaat te komen; de observaties toch gedurende den West- en den Oostmoesson verricht, zijn geheel onafhankelijk van elkander en leiden tot een volkomen overeenstemmend resultaat, 'tgeen tevens eene controle op de betrouwbaarheid der waarnemingen levert. Eene andere methode van controle bestaat hierin, dat men de resultaten voor twee dicht bij elkander gelegen plaatsen onderling vergelijkt, waarbij echter de quaestie, welke serie de juiste is, als er aanzienlijke verschillen gevonden worden, niet altijd gemakkelijk is uittemaken.

Te *Muntok* zijn door den havenmeester gedurende zeven jaren, van 1886—1892, windwaarnemingen verricht; voor den dagelijkschen gang is uit deze belangrijke reeks van observaties gevonden:

	9 v. m.	2 n. m.	6 n. m.
Westmoesson	N 77° W	N 37° W	N
Oostmoesson	S 22° E	S 38° E	S 73° E

Als men in aanmerking neemt dat dit resultaat uit zeven jaren is afgeleid en dat voor T.K. slechts uit twee, en dat bovendien de ligging der beide stations niet geheel dezelfde is, dan is deze uitkomst zeer bevredigend te noemen. Ook te *Muntok* ruimt in den loop van den dag de wind in den Westmoesson en krimpt in den Oostmoesson, terwijl voor de richting van den zeewind, afgeleid op dezelfde wijze als boven voor T.K. geschied is, gevonden wordt:

	N	E	
Westmoesson	19	13	N 34° E
Oostmoesson	15	8	N 28° E
Gemiddeld	17	11	N 33° E

Voor de gemiddelde windrichting te *Muntok*, afgeleid uit de combinatie der drie waarnemingsuren, is gevonden:

Tabel XII

Gemiddelde windrichting, *Muntok*. 1886 — 1892.

	Componenten		Richting	Bestendig- heid	N-E
	N	E			
Januari	22	— 12	N 29° W	83%	34
Februari	19	— 7	N 20° W	67	26
Maart	16	— 9	N 29° W	60	25
April	— 1	1	S 45° E	3	— 2
Mei	— 10	11	S 48° E	50	— 21
Juni	— 16	12	S 37° E	67	— 28
Juli	— 18	15	S 40° E	77	— 33
Augustus	— 20	14	S 35° E	80	— 34
September	— 19	15	S 38° E	80	— 34
October	— 12	12	S 45° E	57	— 24
November	3	0	N	10	3
December	15	— 12	N 39° E	63	17
Mei — Oct.	— 16	13	S 38° E	70	
Nov. — April	12	— 7	N 30° W	47	
Jaar	— 2	3	S 62° E	13	

Op enkele bijzonderheden na, die zeer goed geweten kunnen worden aan verschil in duur der beide waarnemingsreeksen, stemt deze Tabel volkomen overeen met Tabel X. Ook te *Muntok* staat de Oostmoesson bestendiger door dan de Westmoesson, en zijn de kenteringmaanden April en November. Uit deze langdurige reeks blijkt dit laatste zelfs op bijzondere wijze, daar feitelijk de bestendigheidsfactor hier nul wordt en dus in deze maanden geene heerschende windrichting bestaat. Deze overeenstemming blijkt evenzeer uit de bepaling van de keerpunten der moessons door middel van de getallen der laatste kolom. De formule, gereduceerd op 1 Januari, uit deze getallen afgeleid is

$$35 \cos (nt - 29^\circ 45')$$

derhalve praktisch dezelfde als die voor T. K. gevonden; het verschil in argument bedraagt nog geen graad en de verschillen in tijd derhalve nog niet één dag. De moessons staan met volle kracht door op 1 Februari en 2 Augustus en de kenteringen vallen op 3 Mei en 1 November.

§ 3. Poeloe Besar.

a. Getijden.

Tabel XIII.

Constanten der Getijden te Poeloe Besar.

	Eerste jaar.		Tweede jaar.		Gemiddeld.		tijd in uren
	H	k	H	k	H	k	
	c.m		c.m		c.m		
S ₂	9.9	70°	9.2	58°	9.5	65°	2.2
M ₂	22.3	163°	23.3	167°	22.8	165°	8.7
K ₁	73.6	153°	73.9	153°	73.8	153°	10.2
O	41.2	108°	44.7	106°	43.0	107°	
P	11.3	141°	11.0	159°	11.2	150°	
N	6.3	106°	6.0	108°	6.2	107°	
K ₂	6.9	51°	5.0	57°	6.0	54°	
Sa	12.9	318°	33.7	275°	22.0	287°	
SSa	4.4	189°	4.6	209°	4.4	199°	
W	185.3		185.8		185.6		

De getallen dezer Tabel XIII, die de beantwoording van alle vragen omtrent de getijden in het zuidelijk deel van straat *Banka* in zich bevat, zijn in vele opzichten merkwaardig. De juistheid toch waarmede blijktbaar ook de kleine getijden uit eene eenjarige

reeks van observaties bepaald kunnen worden is opvallend en, moeten de getijden te *Tandjong Kalean* reeds regelmatig genoemd worden, hier is de overeenstemming tusschen beide van elkander onafhankelijke reeksen nog veel grooter.

Beschouwen wij het grootste getij, het enkeldaagsch getij K₁, zoo blijkt dat te *Poeloe Besar* de amplitude hiervan aanmerkelijk kleiner is dan te *Tandjong Kalean* en bovendien, hetgeen van meer belang is, dat de tijd van hoogwater, aangegeven door het kappa-getal, vroeger invalt in het zuidelijk deel der straat dan in het noordelijk deel; dit verschil van 18 minuten tijds kan niet aan onzekerheid toegeschreven worden; de onderlinge overeenstemming tusschen beide waarnemingsjaren sluit deze onderstelling buiten, en de methode van berekening is te scherp, dan dat hieraan dit verschil zou mogen toegeschreven worden.

Indien dit feit, in verband beschouwd met den aard der getijden in de *Chineesche* en *Java-zee*, reeds wijst op een verschil in oorsprong, nog sterker wordt dit vermoeden, indien wij ook de constanten voor het getij O vergelijken met die in Tabel I gegeven. Het blijkt dan dat, terwijl het kappa-getal voor K₁ grooter is te *Tandjong Kalean* dan te *Poeloe Besar*, dit kenmerkend getal voor het getij O daarentegen voor de laatste plaats grooter is dan voor de eerste.

Reeds meermalen is er in deze studiën op gewezen dat de verhouding dezer kappa-getallen voor de studie van den oorsprong den enkeldaagsche getijden dezelfde beteekenis heeft als de verhouding der kappa-getallen van de getijden S₂ en M₂ voor die der dubbeldaagsche, en dat men ook hierbij van een leeftijd der enkeldaagsche getijden kan spreken. De beteekenis van de zoo even besproken verschillen is dus, dat de leeftijd der enkeldaagsche getijden voor beide plaatsen aanmerkelijk verschilt. en te *Poeloe Besar* veel kleiner is dan te *Tandjong Kalean*. Terwijl voor deze plaats gevonden is een leeftijd van 2.43 dagen, vindt men voor gene

$$\frac{153^\circ - 107^\circ}{26^\circ.3527920} = 1.75 \text{ dagen}$$

zoodat hier springtij van het enkeldaagsch getij 0.7 dagen vroeger invalt dan te *Tandjong Kalean*.

Vergelijken wij voorts de dubbeldaagsche getijden voor de beide plaatsen, zoo blijkt *Poeloe Besar* te behooren tot de weinige plaatsen, die eene uitzondering maken op den regel, dat nl. springtij voorkomt een of twee dagen na den dag van nieuwe of volle maan.

Te *Poeloe Besar* toch vindt men voor den leeftijd dezer getijden eene negatieve grootheid nl:

$$\frac{65^\circ - 165^\circ}{24.3814992} = - 4.10 \text{ dagen}$$

hetgeen beteekent dat springtij wordt waargenomen vier dagen vóór den dag van nieuwe en volle maan, zoodat men, het havengetal willende bepalen uit hetgeen waargenomen wordt op een dezer dagen tot een geheel verkeerd resultaat komt. De tijd van hoogwater op deze dagen geeft zelfs niet bij benadering het havengetal, maar eene vrij samengestelde grootheid, die, met behulp der formules in studie III gegeven, berekend kan worden. De amplituden echter dezer dubbeldaagsche getijden zijn opvallend gelijk voor beide plaatsen, waaruit volgt dat, omdat de enkeldaagsche getijden te *Poeloe Besar* kleiner zijn, in het zuidelijk deel der staat de getijden in sterker mate dan in het noordelijk deel de dubbeldaagsche factoren zullen doen uitkomen. Alvorens dit met getallen aan te toonen is het wenschelijk op nog eene andere bijzonderheid te wijzen die in Tabel XIII opvalt.

Terwijl het als regel kan beschouwd worden, dat alle dubbeldaagsche getijden door kappa-getallen bepaald zijn die, op kleine verschillen na, onderling gelijk zijn, ('t geen in deze studie voor de kleine getijden N en K₂ niet altijd duidelijk is, omdat de waarnemingsreeks nog te kort, veelal ook de amplitude dier partieele getijden te klein is) is te *Poeloe Besar* van zulk eene gelijkheid weinig te bespeuren en komt het kappa-getal van K₂ meer overeen met S₂ dan met dat van M₂, terwijl dat van N, schoon voor beide reeksen volkomen gelijk, met geen van beiden correspondeert. Een ander punt van verschil eindelijk tusschen beide plaatsen is de tijd van hoogwater overeenkomende met het jaarlijksch getij Sa. Terwijl wij boven voor T. K. vonden voor den datum van hoogwater 31 Januari, vinden wij hier

$$\frac{287^{\circ} + 78^{\circ}}{5} = \frac{5^{\circ}}{0.9856} = 6 \text{ Januari}$$

zoodat ook waarschijnlijk de moessons hier vroeger invallen. Het kappa-getal van Sa is met 78° vermeerderd ten einde den onsprong van tijd van 22 Maart, den datum waarop de zonslengte nul wordt, terug te brengen tot 1 Januari. Eene beschrijving der getijden zou ongeveer als volgt moeten luiden.

In het Zuidelijk deel van straat *Banka* dragen de getijden grootendeels een enkeldaagsch karakter; de dubbeldaagsche factoren zijn echter in geenen deele te verwaarloozen en kunnen onder gunstige omstandigheden duidelijk te voorschijn treden.

Het enkeldaagsch getij geeft springtij een of twee dagen na grootste maansdeclinatie. In Juli en December, wanneer P met K₁ samenwerkt, is het verval gemiddeld:

$$2 (73.8 + 43.0 + 11.2) = 256 \text{ c. m.}$$

Een of twee dagen na doorgang van de maan door den aequator is het doortij met een verval van

$$2 (73.8 - 43.0 + 11.2) = 84 \text{ c. m.}$$

In Maart en September wordt voor het verval bij springtij en doortij gevonden

$$211 \text{ en } 39 \text{ c. m.}$$

Het dubbeldaagsch getij geeft springtij vier dagen vóór nieuwe of volle maan met een verval van 64.6 c. m. en doortij vier dagen vóór kwartiermanen met een verval van 26.6 c. m.

In Maart en September wordt dit dubbeldaagsch getij niet onbelangrijk versterkt door het getij K₂ en, wanneer in gunstige gevallen ook het elliptische getij N medewerkt, kan het verval stijgen tot:

$$2 (22.8 + 9.5 + 6.2 + 6.0) = 89 \text{ c. m.}$$

Bij de beoordeeling dezer voorbeelden moet in het oog gehouden worden, dat in de Tabel XIII voor K₁, O en K₂ gemiddelde grootheden gegeven zijn, die in 19 jarige periode veranderen. De volgende tabellen behoeven geene toelichting.

Tabel XIV.

Gemiddelde waterstanden te *Poeloe Besar*.

	1891	1892	Gemiddeld
	c. m.	c. m.	c. m.
Januari	200.1	202.1	201.1
Februari	193.8	190.8	192.3
Maart	188.5	187.5	188.0
April	184.4	176.4	180.4
Mei	184.4	160.4	172.4
Juni	178.6	165.5	172.1
Juli	178.9	189.9	184.4
Augustus	179.8	179.8	179.8
September	170.5	171.5	171.0
October	179.6	191.6	185.6
November	189.6	200.6	195.1
December	192.4	216.4	204.4
Jaar	185.1	186.0	185.6

Tabel XV.

Seculaire verandering der amplituden.

	K ₁	O	K ₂		K ₁	O	K ₂
1890	75.9	45.0	6.3	1901	68.9	38.4	5.0
1891	78.3	47.2	6.9	1902	66.7	36.2	4.7
1892	80.3	49.2	7.4	1903	65.2	34.8	4.5
1893	81.5	50.3	7.7	1904	65.2	34.8	4.5
1894	82.1	50.9	7.9	1905	66.3	35.8	4.6
1895	82.0	50.7	7.9	1906	68.4	37.9	4.9
1896	81.1	49.9	7.6	1907	71.2	40.5	5.4
1897	79.6	48.4	7.2	1908	74.3	43.4	6.0
1898	77.4	46.3	6.7	1909	76.9	45.9	6.5
1899	74.8	43.9	6.1	1910	78.1	48.1	7.1
1900	71.9	41.2	5.5				

Korthedshalve zijn hier de direct uit de waarnemingen berekende maandgemiddelden en de correcties achterwege gelaten, omdat de wijze waarop de ware gemiddelden verkregen worden nu als voldoende toegelicht kan beschouwd worden, terwijl noch voor S₂, noch voor K₂ correctie is aangebracht.

Even als in het Noordelijk gedeelte der straat is het dus in het Zuidelijk gedeelte hoogwater gedurende den West- en laag water gedurende den Oost-moesson; het verschil tusschen den Januari- en den Septemberstand bedraagt ongeveer 40 c. m.

Dit resultaat der waarnemingen ligt zeker niet voor de hand, daar men eer zou verwachten dat de stuwing, die noodzakelijk het gevolg moet zijn van den doorstaanden Oost-moesson, hoogwater zou te voorschijn roepen. Terwijl overal in de Java-zee hoogwater voorkomt in den Oost-moesson, schijnt echter benoorden de lijn die Borneo's Zuid-westelijkste punt met Sumatra verbindt het omgekeerde het geval te zijn, een merkwaardig feit dat nog nader door observaties op meerdere punten moet toegelicht worden, eer het mogelijk is zich aan eene verklaring te wagen.

b. Stroomen.

De bewerking der 2193 stroomwaarnemingen, gerangschikt volgens de perioden der getijden M₂ en O en berekend uit de maandsommen en verschillen der Tabel XVI werd voor *Poeloe Besar*, even als voor *Tandjong Kalean*, gemakkelijk gemaakt door dat slechts twee richtingen voorkomen, nl. stroomen om de Oost en om de West; de eerste zijn positief, de tweede negatief genomen. De Tabel XVII overeenkomende met Tabel VII, geeft de constanten voor de stroomrichting te *Poeloe Besar*; dezelfde bemerkingen, die bij de discussie dier tabel omtrent berekeningswijze etc. in 't midden werden gebracht, gelden ook hier.

Tabel XVI. *Poeloe Besar*,

Aantal malen Stroomrichting.

	Oost +, West —					
	1891			1892		
	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
Januari	31	31	29	31	31	31
Februari	28	26	17	24	29	— 2
Maart	29	14	— 10	31	17	2
April	20	— 23	— 19	22	— 20	— 23
Mei	1	— 30	— 22	— 3	— 24	— 29
Juni	— 15	— 30	— 24	— 23	— 30	— 22
Juli	— 19	— 30	— 13	— 27	— 31	— 17
Augustus	— 2	— 28	— 1	— 27	— 21	— 4
September	— 25	— 16	— 7	— 14	— 12	10
October	— 2	— 13	0	— 1	5	19
November	10	2	6	4	15	24
December	19	24	27	11	29	24
Som	75	— 73	— 17	28	— 12	13

	9 v.m.	9 v.m.	9 v.m.	9 v.m.	9 v.m.	9 n.m.
	—	—	+	—	—	+
	6 n.m.	2 n.m.	6 n.m.	6 n.m.	2 n.m.	6 n.m.
Januari	2	0	60	0	0	62
Februari	11	2	45	26	— 5	22
Maart	39	15	19	29	14	33
April	39	43	1	45	42	— 1
Mei	23	31	— 21	26	21	— 32
Juni	9	15	— 39	— 1	7	— 45
Juli	— 6	11	— 32	— 10	4	— 44
Augustus	— 1	26	— 3	— 23	— 6	— 31
September	— 18	— 9	— 32	— 24	— 2	— 4
October	— 2	11	— 2	— 20	— 6	18
November	4	8	16	— 20	— 11	28
December	— 8	— 5	46	— 13	— 18	35
Gemiddeld	7.7	12.3	4.8	1.3	3.3	3.4
	M ₁	M ₂		M ₁	M ₂	

Het valt bij deze tabel terstond in het oog dat wel de minus-teekens voor de verschillende uren verschillend geplaatst zijn, zoodat ook hier zonder quaestie een enkeldaagsche getijstroom K₁ optreedt, maar lang niet in zulk eene sterke mate als in 't noordelijk gedeelte der straat, 't geen ook duidelijk blijkt uit de kleinere getallen der verschillen 9 v.m. — 6 n.m.; daarentegen doen de moessonstroomen zich veel duidelijker gelden dan te *Tandjong Kalean* en is een groot gedeelte der waargenomen stroomen toe te schrijven aan een permanenten stroom om de West in den Oostmoesson en om de Oost in den Westmoesson. Neemt men hier, evenals bij T. K., voor de totaal gemiddelde voor het geheele jaar aan het quotient

$$9 \text{ v.m.} + 2 \times 2 \text{ n.m.} + 6 \text{ n.m.}$$

4

zoo blijkt het dat hier geene vaste zeestrooming bestaat, of, als men liever wil, geen overwicht van de eene moessonstrooming over de andere.

Alle deze conclusies, waartoe reeds eene oppervlakkige beschouwing leidt, worden bevestigd en in maat en getal gebracht in Tabel XVII waaruit volgt, dat inderdaad de getijstroom K₁ meer dan twee malen zwakker is dan die te *Tandjong Kalean*, terwijl het M₂ getij even sterk optreedt; deze verhouding der getijstroomen onderling is zeer goed verklaarbaar, daar, zooals bij de studie der verschijnselen in straat *Madoera* gebleken is zoowel getijden als getijstroomen zich op verschillende wijze voortplanten naarmate de periode verschillend is, zoodat eene hindernis voor M₂ niet altijd noodzakelijk ook eene hindernis is voor K₁ en omgekeerd.

Tabel XVII.

Constanten der Stroomrichting te *Poeloe Besar*.

	1891		1892		gemiddeld	
	Procent	K	Procent	K	Procent	K
S ₁	5	189°	14	189°	10	189°
S ₂	21	257°	6	213°	13	248°
M ₂	44	256°	37	237°	41	247°
K ₁	39	211°	31	209°	35	210°
O	26	126°	26	131	26	129
Sa	55	297°	39	285°	47	291°
W	— 6		1		— 3	

De sterkste moessonstroom om de Oost heeft plaats op den

$$291^\circ + 78^\circ$$

$$0.986$$

$$= 10 \text{ Januari}$$

en de krachtigste moessonstroom om de West op den 12 Juli. Van eene zeestrooming is, zooals ook uit deze tabel blijkt, weinig te bespeuren. Vergelijkt men deze getijstroomen met de getijden zoo is het uit Tabel XII duidelijk, b. v. bij het getij M₂, dat, men in 't algemeen 90° bij de kappa-getallen der getijden heeft op te tellen om ongeveer gelijke waarden te verkrijgen als de kappa-getallen der getijstroomen voorstellen, m. a. w. dat de grootste daling van het water, wat tijd betreft, zal samen vallen met de sterkste strooming om de Oost.

Deze regel geldt echter alleen voor het getij M₂ met eenige nauwkeurigheid; zooals uit Tabel XVIII

Tabel XVIII.

	Tijd van grootste daling.	tijd van sterksten stroom om Oost.	Verschil	Verschil in tijd.
S ₂	155°	248°	+ 93°	3.1 uur
M ₂	255°	247°	— 8	0.3 "
K ₁	243°	210°	— 33°	2.2 "
O	197°	129°	— 68°	4.9 "

bleekt, is zelfs hier deze uitspraak slechts bij benadering waar en bestaat er in werkelijkheid eene *vervroeging* van den stroom van 18 minuten op dezen regel. Nog veel sterker is deze vervroeging bij den getijstroom K₁ waar deze 2.2 uren bedraagt en bij getijstroom O waar dit verschil tot bijna 5 uren klimt; toch zijn beide getijstroomen statistisch met volkomen juistheid geconstateerd en hoezeer deze verhouding ook strijdt met de algemeen geldende meening, het feit moet aangenomen worden en de meening als onjuist beschouwd, terwijl moet toegegeven worden, dat er even veel reden bestaat om, afgaande op het getij M₂, te beweren dat de vloedstroom de straat in-en de ebstroom de straat uitloopt, als om, het getij O tot grondslag nemende, te decreteren dat de stroom slechts

$$129^\circ - 94^\circ = 35^\circ = 2.5 \text{ uren}$$

na *hoog-water* met maximumsnelheid om de Oost loopt, zoodat er eigenlijk geen bepaald verband bestaat tusschen eb en vloed en de stroomrichting. Met voordacht is hier de geheel abnormale verhouding van het getij S₂ buiten beschouwing gelaten omdat, zooals boven reeds werd opgemerkt, de berekening van de S₂ stroom en het S₂ getij uit drie observaties daags niet zonder willekeur geschiedt, zoodat het resultaat niet als klemmend argument mag beschouwd worden.

Het régime der getijstroomen, vrij eenvoudig in het Noordelijk gedeelte der straat, is in het Zuidelijk deel derhalve zeer gecompliceerd en het voor de land liggende practische resultaat alleen dit, dat in den Oostmoesson de stroom, die de straat inloopt, men moge die nu vloedstroom noemen of niet, gesteund en versterkt zal worden door den moessonstroom, zoodat men gedurende een veel langer gedeelte van het etmaal den stroom om de Oost zal zien loopen dan om de West, terwijl in den West-moesson daarentegen de strooming om de Oost in kracht en in duur de overhand zal hebben, terwijl men dikwerf, maar volstrekt niet altijd, bij wassend water een stroom om de Oost, bij dalend water om de Zuid zal waarnemen.

In den West-moesson zal men zoowel onder den *Sumatra*- als onder den *Banka* wal en derhalve in de geheele straat, behalve onder Bankawal in het Noordelijk gedeelte, eene sterke neiging vinden tot strooming in Zuidelijke en Oostelijke richting de straat uit, eene strooming die onder den *Sumatra* wal bijna permanent zal zijn en onder den *Banka* wal alleen door zwakke en korten tijd durende getijstroomen in tegengestelde richting wordt afgewisseld. Deze stroom zal zich langs *Sumatra's* Zuid-Oostkust ook bezuiden *Banka*, van af *Eerste punt* tot aan *Varkenshoek*

voortplanten en het zijne er toe bijdragen om in straat *Soenda* den welbekenden stroom om de Zuid-west te doen ontstaan, die aldaar ook in den West-moesson, tegen den heerschenden wind in, waargenomen wordt.

In den Oost-moesson loopt niet in de geheele straat, maar alleen onder den *Sumatra* wal, eene strooming in dezelfde richting de straat uit, onder den *Banka*-wal is de richting meestal de straat in en ook deze stroom versterkt den zuidelijke stroom onder den *Sumatra* wal door zich in de straat om te buigen, zoodat ook nu langs *Sumatra's* Zuid-Oostkust zich een permanente stroom om de Zuid zal bewegen, die nu met het direct door den Cost-moesson in de *Javazee* opgestuwde water de bron zal zijn van den Zuid-weststroom in straat *Soenda*. Deze gevolgtrekkingen zijn in overeenstemming met de waarnemingen verricht aan boord van Hr. Ms. opnemingsvaartuig "*Blommendal*"

In de "*Hydrographische mededeelingen*" 1889, No. 3, beschrijft de Luit. t. z. 1st kl. *J. W. A. F. van Maren Bentz van den Berg* aldus de stroomen onder *Sumatra's* Oost-kust van hoek *Sekapong* tot hoek *Kenam*:

a. De stroom loopt in den Oost-moesson ongeveer 6 uren lang om de N N W en N W en het geheele overige gedeelte van het etmaal om de Z Z W en Z W. Tijdens den West-moesson bestaat hetzelfde verband tusschen de stroomen en getijden, ook nu loopt de stroom slechts ongeveer 6 uren om de Noord, en het overige gedeelte van het etmaal om de Zuid.

Hetzelfde feit, dat nl. zoowel gedurende den Oost- als den West-moesson Zuidelijke stroomen de overheerschende zijn en eene symmetrieke ontwikkeling der getijstroomen belemmeren, wordt voor het gedeelte der kust van of hoek *Kenam* tot *Luciparapunt* geconstateerd door den Luit. t. z. 1st kl. *D. A. Krayenhoff van de Leur* in Hydr. Meded. 1891. No. 5.

c. *Windrichting.*

Waarnemingen van de windrichting werden te *Poeloe Besar* niet verricht vóór Augustus 1892 en zijn bewerkt tot Februari 1893.

Ofschoon deze waarnemingen nog over een te korten tijd loopen om algemeene gevolgtrekkigen mogelijk te maken, doen zij toch zien, dat te *Poeloe Besar* de Oost-moesson niet, als te *Tandjong Klean*, bestendiger is dan de West-moesson, 't geen misschien te wijten is aan de bekende voorliefde van luchtstroomingen om zich over zee een weg te banen met vermijding van het land, zoodat in het Noordelijk deel der straat de Zuid-Oostenwinden als het ware door den afgelegden weg over de straat gedwongen geworden zijn tot eene vastere richting, op dezelfde wijze als in bergstreken plaatselijk zeer constante windrichtingen optreden veroorzaakt door den gedwongen doorgang door bepaalde bergpassen.

Tabel XIX.

Windrichting te *Poeloe Besar*.

		9 v. m.		2 u. m.		6 u. m.	
Augustus 1892	S 24° E 60%		S 31° E 77%		S 33° E 67%		
September "	S 29° E 83		S 29° E 87		S 45° E 80		
October "	S 6° W 30		S 45° E 77		S 71° E 57		
November "	S 78° W 50		S 17° E 33		E 30		
December "	N 65° W 63		N 86° W 53		N 65° W 97		
Januari 1893	N 33° W 100		N 51° W 87		N 13° W 90		
Februari "	N 39° W 87		N 56° W 73		N 5° W 70		
Aug.-Nov. "	S 4° E 43		S 33° E 67		S 52° E 50		
Dec.-Febr. "	N 43° W 57		N 63° W 53		N 31° W 60		

Te *Poeloe Besar* is in den Oost-moesson, even als te *Tandjong Klean* eene krimpung van den wind in den loop van den dag waar te nemen van S tot S E, terwijl in den West-moesson, althans voor zooverre dit op te maken is uit deze korte waarnemingsreeks, van eene ruiming niets te bespeuren is.

VAN DER STOK.

BATAVIA, September 1893.

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel.

VI. De Bril en Kotta Baroe.

§ 1. De meest oostelijk gelegen plaats, waar waarnemingen van den waterstand op drie vaste uren zijn verricht, is het rif *de Bril*, gelegen in het oostelijkst gedeelte van de *Java-zee* of, als men wil, in den mond van straat *Makasser* op 6° 5' Zuiderbreedte en 118° 54' Oosterlengte van *Greenwich*, ongeveer halverwegen tusschen den Zuid-westhoek van *Celebes* en de *Sabalana* of *Postillon-eilanden*. Van af October 1890 zijn hier door de heeren *J. M. Morrees*, *A. Wijkman* en *A. Leij*, ambtenaren bij den dienst der kustverlichting, waarnemingen van waterstand en stroomrichting verricht, die, wegens de bijzondere ligging midden in zee op een driesprong van *Java-zee*, *Straat Makasser* en *Soenda-zee*, van groot belang zijn, en buitendien, door de moeilijkheden, die bij de bewerking werden ondervonden, ook van uit een theoretisch standpunt gezien, eene afzonderlijke behandeling verdienen.

Ten einde deze moeilijkheden beter te doen uitkomen is het wenschelijk de logische orde van zaken om te keeren en niet de tabel der constanten, maar eene gevolgtrekking daaruit, den gemiddelden maandelijkschen waterstand, het eerst te beschouwen.

§ 2. Even als ook voor andere plaatsen is geschied, is bij de correctie der direct verkregen maandgemiddelden geene rekening gehouden met de seculaire verandering, die de amplitude van het getij K_1 ondergaat en is dus voor beide jaren, waarover zich deze bewerking uitstrekt, nl. van October 1890 tot September 1892 eene voor beide jaren geldende, voor elke maand constante correctie aangenomen; het getij K_2 bleek te klein dan dat eene correctie hiervoor noodzakelijk of zelfs mogelijk zou zijn. In de Tabellen I en II vindt men de berekende correcties en de hieruit afgeleide werkelijke gemiddelde waterstanden.

Tabel I.
Correcties

	K_1	P	S_2	Som
	c. m.	c. m.	c. m.	c. m.
October	15.04	— 6.35	— 0.50	8.19
November	10.55	— 4.54	— 0.50	5.51
December	3.23	— 1.51	— 0.50	1.22
Januari	— 4.95	1.93	— 0.50	— 3.52
Februari	— 11.81	4.85	— 0.50	— 7.46
Maart	— 15.50	6.47	— 0.50	— 9.56
April	— 15.04	6.35	— 0.50	— 9.19
Mei	— 10.55	4.54	— 0.50	— 6.51
Juni	— 3.23	1.51	— 0.50	— 2.22
Juli	4.95	— 1.93	— 0.50	2.52
Augustus	11.81	— 4.85	— 0.50	6.46
September	15.50	— 6.47	— 0.50	8.53

Tabel II.
Gemiddelde maandelijksche Waterstanden.

		Berekend.	Gecorrigeerd.			Berekend.	Gecorrigeerd.
		c. m.	c. m.			c. m.	c. m.
Oct.	1890	105.9	114.1	Oct.	1891	92.4	100.6
Nov.	"	102.0	107.5	Nov.	"	105.7	111.2
Dec.	"	117.6	118.8	Dec.	"	109.1	110.3
Jan.	1891	119.8	116.3	Jan.	1892	124.2	120.7
Feb.	"	129.9	122.4	Feb.	"	126.5	119.0
Mrt.	"	132.8	123.2	Mrt.	"	138.3	128.7
Apr.	"	129.3	120.1	Apr.	"	143.7	134.5
Mei	"	116.5	110.0	Mei	"	145.2	138.7
Juni	"	115.2	113.0	Juni	"	134.9	132.7
Juli	"	96.2	98.7	Juli	"	132.0	134.5
Aug.	"	86.0	92.5	Aug.	"	125.2	131.7
Sept	"	85.0	90.5	Sept.	"	121.6	130.1
Jaar	"	111.4	110.9	Jaar	"	124.9	124.4

Uit deze tabel der gemiddelde maandelijksche waterstanden blijkt, dat deze gedurende het tweede waarnemingsjaar van af Maart tot September op abnormale wijze gestadig zijn toegenomen, zoodat beide jaren niet in dezelfde maand hoogwater vertoonen. Uit de oorspronkelijke opgaven blijkt niet dat deze abnormiteit aan eene waarnemingsfout, b. v. eene verplaatsing van de peilschaal, moet toegeschreven worden; wel wordt in het eerste jaar somtijds aangeteekend, dat de peilschaalaanwijzing geene betekenis heeft omdat het rif is droog gelooopen en komen deze opmerkingen in het tweede jaar niet meer voor; maar ook dit is natuurlijk als gedurende het eerste jaar inderdaad, zooals de tabel aanwijst, de waterstand niet onbelangrijk lager geweest is, dan gedurende het tweede jaar. Hoe dit ook zij, door eene dergelijke oploopping van de maandgemiddelden, zij moge kunstmatig of natuurlijk zijn, wordt er in de theorie der bewerking, zooals die in Studie II gegeven is, eene verandering gebracht waarmede rekening moet gehouden worden.

Het is duidelijk dat hierdoor het maximum verplaatst wordt: bij toeneming der getallen in positieve richting, d. i. later in tijd, en bij afneming in negatieve richting: de uit de ongecorrigeerde berekende jaarlijksche periode, die twee der zes vergelijkingen levert, wordt hierdoor onjuist en, daar bij rangschikking volgens de perioden der getijden K en P eigenlijk eveneens volgens 15 daagsche perioden gerangschikt wordt, eene rangschikking, die alleen door de combinatie van meerdere waarnemingsuren gewijzigd wordt, zijn ook de resultaten voor K_1 en P niet zoo-

danig dat onmiddellijk de gegeven voorschriften gevolgd kunnen worden. Alle zes vergelijkingen, of liever de grootheden A en B moeten dus eerst hiervoor gecorrigeerd worden.

In plaats toch, dat men de ongecorrigeerde maandgemiddelden mag voorstellen door de vergelijking

$$Y = M + J_1 \cos (nt - C_1) + J_2 \cos (2nt - C_2)$$

moet voor deze vergelijking gesteld worden

$$Y = M + at + J_1 \cos (nt - C_1) + J_2 \cos (2nt - C_2)$$

Stelt men de volgorde der maandgemiddelden door getallen voor, dan wordt de grootheid a gevonden door de vergelijking:

$$8a = (3 + 6 + 9 + 12) - (1 + 4 + 7 + 11)$$

zoals gemakkelijk te bewijzen is. Evenzeer kan door hen, die de theorie in Studie II hebben nagewerkt en toegepast, zonder bezwaar berekend worden welke de correcties zijn, die op de grootheden A en B moeten worden toegepast als voor a eene aanmerkelijke grootheid gevonden wordt, die niet mag verwaarloosd worden. Voor het tweede waarnemingsjaar vindt men:

$$a = + 1.45 \text{ c. m.}$$

voor de correcties van A en B — 1.08 en 3.08 c. m.

voor die van A_1 en B_1 1.84 en — 2.70 c. m.

voor die van A_2 en B_2 1.45 en 5.41 c. m.

correcties, die, al zijn zij niet groot, toch een aanmerkelijken invloed op de resultaten der berekening uitoefenen. De voorschriften in Studie II gegeven moeten derhalve in zooverre aangevuld worden, dat het steeds noodzakelijk is zich van te voren te vergewissen van de waarde van a en hiervoor te corrigeren als deze grootheid niet onbetwistend is. Bij de opstelling der theorie was door den schrijver verzuimd met zulk een geval, dat zich trouwens niet liet verwachten, rekening te houden.

Het spreekt van zelf dat ook de grootheden A^1 , B^1 , A^2 en B^2 eene correctie moeten ondergaan.

Eene andere methode tot berekening der constanten van K_1 , P, K_2 , S_a en S_{sa} , waarbij de onregelmatige bewegingen van den dagelijkschen gemiddelden waterstand volledig geëlimineerd worden door alleen de verschillen te gebruiken van de waarnemingen op één dag verricht, is in Studie V uitvoerig besproken. De daar voor berekening van stroomperiodes gegeven formules zijn natuurlijk evenzeer geldig voor getijden zoodat het niet noodig schijnt hier nogmaals den in zulk een geval te volgen weg aan te wijzen. De in Studie II gegeven formules voor de maandgemiddelden geven alles wat voor eene berekening noodig is. In Tabel II vindt men de constanten voor „de Bril” berekend volgens de laatste methode der verschillen, daar de eerste geheel en al ongeschikt bleek voor berekening van K_1 en P, zoodat zeker aan onjuiste waarneming gedacht zou zijn, ware het niet dat deze onderstelling door de goede overeenkomst der constanten van de getijden O en M_2 werd gelogenstraft.

Tabel II.

	Eerste jaar		Tweede jaar		Beide jaren	
	H	k	H	k	H	k
	c. m.		c. m.		c. m.	
S_2	5.0	150°	3.2	145°	4.1	148°
M_2	21.1	21°	19.3	11°	20.2	16°
K_1	29.1	300°	24.6	300°	26.9	300°
O	18.6	276°	16.8	271°	17.7	274°
P	8.8	291°	11.7	277°	10.3	284°
N	5.7	355°	3.1	338°	4.4	347°
K_2	0.3	162°	0.6	43°	0.5	53°
S_a	11.5	41°	15.4	48°	13.5	45°
S_{sa}	3.6	100°	1.9	239°		
W	111.4		124.5		118.0	

Het systeem der getijden in dit gedeelte der Java-zee valt derhalve zeer bepaaldelijk onder de rubriek der gemengde getijden; indien men tracht er zich rekenschap van te geven van uit het standpunt der overheerschende dubbeldaagsche getijden dan treedt het enkeldaagsch systeem op zulk eene wijze storend op, dat alle berekening faalt, en evenmin is het mogelijk zich te plaatsen op het standpunt van het enkeldaagsche régime.

Absoluut genomen overheerscht het enkeldaagsch systeem; in Juli en December toch, als P met K_1 samenwerkt zal, bij grootste maansdeclinatie (d. i. bij nieuwe of volle maan), door dit enkeldaagsch systeem een verval ontstaan van

$$2 (26.9 + 17.7 + 10.3) = 109.8 \text{ c. m.}$$

terwijl het dubbeldaagsch systeem in het gunstigste geval d. i. als M_2 en S_2 samen vallen, slechts een verval veroorzaakt van

$$2 (20.2 + 4.1) = 48.6 \text{ c. m.}$$

Hier staat echter tegenover dat dit dubbeldaagsch systeem wegens de kleinheid van het zonsgetij nimmer verdwijnt, want ook als M_2 en S_2 elkander tegenwerken, bij doortij dus van dit systeem, bedraagt het verval nog:

$$2 (20.2 - 4.1) = 32.2 \text{ c. m.}$$

terwijl daarentegen in September en Maart, als P en K_1 elkander tegenwerken, het enkeldaagsch systeem, bij doortij hiervan, slechts een verval veroorzaakt van:

$$2 (26.9 - 17.7 - 10.3) = - 2.2 \text{ c. m.}$$

waar het negatieve teeken beteekent, dat het getij is omgekeerd, m. a. w. dat hoogwater voorkomt op den tijd waarop eigenlijk laagwater zou moeten voorkomen en omgekeerd. Deze verhouding der getijden K_1 , P en O onderling komt, voorzooverre tot nu toe bekend is, nergens elders voor en is te wijten aan de relatieve grootte der getijden P en O ten opzichte van K_1 .

In Studie III toch werd, overeenkomstig de ervaring, aangenomen, dat de amplitude van O ongeveer de helft bedroeg van die van K_1 en de amplitudie van P ongeveer een vierde; de verhoudingen zijn derhalve hier zeer abnormaal en het verspringen van den tijd van hoogwater, in Studie III als kenmerkend voor het enkeldaagsch systeem beschreven, heeft hier in nog veel sterker mate plaats, dan in het daar gegeven voorbeeld.

Dezelfde abnormiteit bestaat, zooals boven werd aangetoond, bij het dubbeldaagsch systeem, want het zonsgetij, dat in den regel twee malen kleiner is dan het maansgetij, is hier niet minder dan vijf malen kleiner.

Een gevolg van deze abnormale verhoudingen is, dat wel het enkeldaagsch systeem door zijne grootere amplituden als overheerschend moet beschouwd worden, maar dat daarentegen het dubbeldaagsch systeem bestendiger is en nooit geheel en al verdrongen kan worden.

Nog in een ander opzicht zijn de getijden hier van zonderlingen aard; met opzet toch is hierboven, bij de berekening van het verval veroorzaakt door het dubbeldaagsch systeem, niet gesproken van volle of nieuwe maan, maar enkel van het geval dat de beide factoren elkander versterken.

Dit nu geschiedt, zooals blijkt uit de kappa-getallen van S_2 en M_2 , volstrekt niet op of omstreeks de datums van volle en nieuwe maan, maar twee dagen vóór de kwartiermanen of vijf en een halven dag na volle en nieuwe maan. De leeftijd van het Zons-maans-declinatie getij, berekend uit de verschillen der kappa-getallen van K_1 en O echter is normaal, men vindt dat deze beide getijden elkander versterken 0.721 dagen na het oogenblik van grootste maansdeclinatie.

Uit deze discussie van de gegevens der Tabel II blijkt dus dat

in bijna alle opzichten, zoowel wat betreft de getijden als wat betreft den gemiddelden waterstand, het probleem der waterhoogten bij *de Bril* bijzonderheden aanbiedt, die eene nadere studie overwaard zouden zijn, waartoe de Tabel II de gegevens levert.

De reden waarom hier de tabel, die de verandering van K en O in negentienjarige periode aangeeft, achterwege is gelaten, is die, dat bij zoo kleine amplituden die verandering betrekkelijk gering is; voor alle getijden zou zij zeker zonder bezwaar kunnen berekend worden, omdat hier de amplitude buiten twijfel zeer juist bepaald is, maar daar de getijden niet groot zijn treedt deze factor van verandering slechts in bescheiden mate op.

§ 3. Van niet minder belang dan de getijwaarnemingen zijn die van de stroomrichting op dit station gedaan; slechts voor weinige plaatsen op aarde zou het mogelijk zijn zoo verre van 't vaste land geregeld stroomwaarnemingen te verrichten en men is voor de studie der zeestroomingen dan ook hoofdzakelijk aangewezen op de verschillen tusschen de astronomische en gegiste bestekken door waarneming aan boord van schepen gevonden. De bronnen van fouten, die hierbij begaan kunnen worden, zijn veelvuldig en bovendien geven dergelijke waarnemingen, omdat zij betrekking hebben op een tijdsverloop van 24 uren, geene aanwijzingen omtrent getijstroomen en kleinere afwijkingen.

Ofschoon dus bij het trekken van conclusies uit waarnemingen van stroomrichtingen op een rif als *de Bril* verricht, altijd rekening moet gehouden worden met de ligging van het rif en de gedwongen waterwegen, die hierdoor kunnen ontstaan, moeten toch dergelijke waarnemingsreeksen als van groot belang en, door hare zeldzaamheid, ook van groote waarde beschouwd worden.

De bewerking echter dezer stroomrichtingen is niet gemakkelijk; terwijl in straten meestal slechts twee richtingen voorkomen, ten minste in hoofdzaak, en men die beide richtingen dan gevoegelijk door plus en minustekens kan onderscheiden, komen hier, midden in zee, alle richtingen voor en is eene berekening volgens de vroeger uiteengezette *Lambertsche* methode noodzakelijk, waarbij in plaats van twee vier componenten optreden uit welke componenten dan de gemiddelde richting kan berekend worden.

In Tabel III vindt men deze gemiddelde stroomrichting voor elke maand en elk uur der beide waarnemingsjaren.

Tabel III.

Gemiddelde Stroomrichting.

		9 v. m.	2 n. m.	6 n. m.
October	1890	N 84° W	N 30° W	N 14° W
November	"	N 11° W	S 56° E	N 63° E
December	"	S 43° W	N 58° W	N 5° E
Januari	1891	S 66° E	S 85° E	S 74° E
Februari	"	S 6° W	N	N 58° W
Maart	"	S 55° E	S 27° E	S 53° E
April	"	N 54° W	S 38° W	S 53° W
Mei	"	N 60° W	N 60° W	N 62° W
Juni	"	N 79° W	S 45° W	S 82° W
Juli	"	S 77° W	S 73° W	N 78° W
Augustus	"	S 75° W	S 68° W	N 75° W
September	"	S 67° E	S 62° E	S 52° E

October	1891	S 33° W	S 80° W	N 51° W
November	"	S 43° E	S 68° E	S 43° E
December	"	S 63° W	N 69° W	N 66° W
Januari	1892	N 82° W	N 85° W	N 67° W
Februari	"	N 51° W	N 61° W	S 70° W
Maart	"	N 85° W	N 28° W	N 50° W
April	"	N 18° W	S 63° E	S 81° W
Mei	"	E	S 55° E	S 51° E
Juni	"	N 37° E	S	S
Juli	"	N 21° W	S 67° W	N 19° W
Augustus	"	N 50° W	N 85° W	N 56° W
September	"	N 63° W	N 61° W	N 72° W

Uit deze gemiddelde maandelijksche stroomrichtingen blijkt duidelijk, dat, ook wat dit element betreft *de Bril* zich abnor-

maal verhoudt. Terwijl men bijna overal, ten minste in deze gedeelten van den Archipel, goed uitgesproken, vrij scherp begrensde moessonwinden en moessonstroomen vindt, de laatste zelfs nog bestendiger dan de eerste, omdat zij het gevolg zijn van meer bestendige oorzaken, komt hier dit karakter volstrekt niet duidelijk uit en verschillen de uren onderling, zoowel als de beide jaren, vrij aanmerkelijk, bovendien zijn de beide hoofdrichtingen, die men zou denken te vinden, nl. om de SE in den Westmoesson en om de NW in den Oostmoesson, volstrekt niet overheerschend. Nog sprekender wordt het resultaat indien men de beide groepen vormt van Oost- en Westmoesson.

Tabel IV

Stroomrichting

		9 v. m.	proc.	2 n. m.	proc.	6 n. m.	proc.
eerste jaar	April-Sept.	W	31	S 62° W	42	S 85° W	32
	Oct.-Maart	S	16	N 50° E	9	N 40° E	20
	Jaar	S 67° W	21	S 66° W	16	N 60° W	12
tweede jaar	April-Sept.	N 24° W	33	S 41° W	13	N 75° W	15
	Oct.-Maart	S 67° W	36	N 63° W	37	N 76° W	33
	Jaar	N 72° W	26	N 87° W	22	N 74° W	25
beide jaren	April-Sept.	N 60° W	30	S 55° W	28	W	24
	Oct.-Maart	S 47° W	22	N 55° W	17	N 38° W	16
	Jaar	W	22	S 31° W	19	N 69° W	18

In deze Tabel, nog meer dan in de vorige, valt het terstond op, dat de oost-componente niet of bijna niet optreedt; alleen in den Westmoesson van het eerste jaar en toen nog met zeer kleine percentages.

Ofschoon derhalve in deze zeeën de Westmoesson zich krachtig laat gevoelen, ondervindt de stroomrichting hiervan weinig invloed en nimmer wordt zij, zooals op andere plaatsen, SE; de groote West-componente, die het geheele jaar doorstaat, verhindert deze stroomwisseling; hoogstens wordt de NW richting van den Oostmoesson veranderd in eene SW richting gedurende den Westmoesson, maar ook dit kan geen regel genoemd worden. Wil men eene algemeene uitdrukking vinden voor de wijze waarop zich de stroomrichtingen verhouden, dan kan men eenvoudig stellen, dat de stroomrichting zich gedurende het geheele jaar en gedurende den dag beweegt tusschen de grenzen van het quadrant dat gevormd wordt door de streken SW en NW; terwijl uit de Tabel IV is af te leiden, dat gedurende het eerste jaar de Westmoesson sterker zijn invloed heeft doen gelden, dan gedurende het tweede jaar. De Tabel V waarin de gemiddelde windrichting voor beide jaren gegeven is, bevestigt deze gevolgtrekking in zooverre, dat inderdaad in het eerste jaar de West-componenten meer voorkomen dan in het tweede jaar en ook uit de totale jaargemiddelde blijkt, dat in het eerste jaar deze lang niet zoo sterk naar 't Oosten was afgeweken als in het tweede jaar.

Tabel V

Windrichting

Oct.	1890	S 47° E	60%	Oct.	1891	S 61° E	87%
Nov.	"	S 60° W	37	Nov.	"	S 40° E	60
Dec.	"	S 52° W	60	Dec.	"	N 70° W	67
Jan.	1891	N 82° W	93	Jan.	1892	N 61° W	87
Feb.	"	N 79° W	67	Feb.	"	N 53° W	67
Maart	"	N 60° W	47	Maart	"	N 49° W	67
April	"	N 51° W	20	April	"	N 66° E	67
Mei	"	S 52° E	80	Mei	"	S 40° E	60
Juni	"	S 61° E	70	Juni	"	S 49° E	87
Juli	"	S 55° E	80	Juli	"	S 76° E	97
Aug.	"	S 62° E	97	Aug.	"	S 66° E	100
Sept.	"	S 32° E	73	Sept.	"	S 24° E	83
Jaar		S 15° E	23	Jaar		S 59° E	23

De in Tabel IV berekende gemiddelde stroomrichtingen zijn echter geene zuivere representanten der moessonstroomen, daar zij bovendien nog de constante richting der zeestrooming, de dagelijksche stroomwisseling en de getijstroomen van het enkeldaagsch getij in zich bevatten. Voor de beide eerste invloeden kan volledig gecorrigeerd worden door van de componenten voor elke maand die voor het geheele jaar af te trekken. Op deze wijze zijn de volgende componenten gevonden, die analoog zijn met de gelijk geplaatste stroomrichtingen der Tabel IV, maar nu gecorrigeerd voor dagelijkschen gang er voor zeestrooming; bovendien moet in het oog gehouden worden, dat hier sommen gebezigd zijn, genomen over 6 maanden, zoodat het grondgetal waarop het percentage moet berekend worden 180 bedraagt.

Tabel VI.
Stroomcomponenten.

	9 vm.		2 nm.		6 nm.		9 vm. +	6 nm.
	N	E	N	E	N	E	N	E
April-Sept.	16	— 33	— 24	— 40	— 18	— 41	— 2	— 74
Oct.-Maart	— 15	34	24	40	17	41	2	75
April-Sept.	38	17	— 23	22	— 5	16	33	33
Oct.-Maart	— 39	— 17	23	— 22	5	— 16	— 34	— 33
April-Sept.	27	— 8	— 23	— 9	— 13	— 12	15	— 20
Oct.-Maart	— 28	9	24	— 9	11	13	— 17	22

In de laatste kolom zijn de sommen gegeven voor 9 vm. en 6 nm. waardoor een mogelijke invloed eener enkeldaagsche getijstrooming grootendeels geëlimineerd wordt. Men ziet dat ook na deze bewerking de moessonstroomingen nog onzeker gedefinieerd zijn; in 't eerste jaar zijn zij resp. SW en NE, in het tweede jaar omgekeerd NE en SW; gemiddeld voor de beide jaren echter NW en SE zooals men a priori zou verwachten; hoe zwak deze moessonstroomen zijn volgt echter uit het geringe percentage, dat nu, daar de sommen voor 2 uren genomen zijn, op 365 moet berekend worden.

Aannemende dan dat de componenten zijn 16 en 21, vindt men voor het percentage

$$\sqrt{\frac{256 + 441}{365}} \times 100 = 7.23\%$$

Moessonstroomen bestaan er derhalve slechts in geringe mate, maar daar er in Tabel VI, dus ook na correctie voor dagelijksche variatie, een constant verschil bestaat tusschen de teekens van 9 vm. en 6 nm., voornamelijk wat betreft de Noord-Zuid componenten, kan men verwachten dat de rangschikking volgens de periode van het K₁ getij tot goede resultaten zal leiden.

Ten einde echter eerst de zeestrooming en den dagelijkschen gang te leeren kennen, schrijven wij de gemiddelde stroomrichtingen voor beide jaren van Tabel IV in componenten-vorm en vormen een gemiddelde door de som te nemen van 9 v. m. en 6 nm. en twee malen 2 nm. en te deelen door 4

	N	E	N	E
9 v. m.	1	— 40	1	— 5
2 n. m.	— 6	— 34	— 6	1
6 n. m.	12	— 31	12	4
gemidd.	0.25	— 34.75		
	W	19%		

en daarna deze gemiddelden van de corresponderende grootheden af te trekken. Uit deze bewerking volgt dat de zeestrooming gericht is om de West en dat ongeveer 20% der waarnemingen door deze in beslag genomen wordt terwijl de dagelijksche variatie, hoogst waarschijnlijk dus een invloed van het dubbeldaagsch zonsgetij, den stroom des middags om de Zuid en des avonds om de Noord doet loopen. Dit resultaat, betreffende den dagelijkschen gang moet echter door voortzetting der waarnemingen nader bevestigd worden, want als men de beide jaren afzonderlijk beschouwt, blijkt het dat alleen in het eerste jaar deze stroomverhouding is opgetreden en niet in het tweede jaar, zoodat het voorbarig zou zijn hier, door toepassing der formule, de constanten voor de S₂ strooming te zoeken.

Het berekenen der constanten voor de getijstroomen is trouwens voor deze plaats, waar alle richtingen voorkomen, veel moeilijker dan voor de straten bij *Sembilang* en tusschen *Sumatra* en *Banka*, waar slechts twee richtingen worden waargenomen. Voor elk uur, of voor elke combinatie van twee uren der rangschikking volgens het getij M₂ moeten afzonderlijk, volgens de vroeger besproken *Lambertsche* formules de gemiddelde richtingen berekend worden en deze kan alleen in 4 componenten uitgedrukt worden.

Uit Tabel III, of liever uit de Tabel in componentenvorm die voor de berekening dier Tabel gediend heeft, leiden wij de volgende verschillen en sommen af.

Tabel VII.

		9 vm. --- 6 nm.		9 vm. --- 2 nm.		9vm. + 6 nm.	
		N	E	N	E	N	E
October	1890	— 14	— 15	— 39	+ 16	+ 18	— 23
November	"	+ 1	— 9	0	— 14	+ 9	+ 7
December	"	— 22	— 11	— 17	+ 10	0	— 9
Januari	1891	— 2	— 5	+ 9	— 49	— 16	+ 45
Februari	"	— 17	+ 10	— 7	+ 13	— 3	— 12
Maart	"	— 4	+ 6	+ 8	— 7	— 10	+ 14
April	"	+ 14	+ 5	+ 15	+ 19	— 4	— 19
Mei	"	+ 1	0	— 23	+ 41	+ 23	— 42
Juni	"	+ 5	— 2	+ 13	+ 29	+ 1	— 30
Juli	"	— 8	— 5	+ 17	+ 38	— 2	— 36
Augustus	"	— 10	— 7	+ 4	+ 26	— 2	— 37
September	"	+ 6	+ 1	+ 24	— 37	— 22	+ 37
Som	"	— 50	— 33	+ 4	+ 85	— 8	— 105

Tabel VIII.

		9 vm.—6 nm.		9 vm.—2 nm.		9 vm. + 6 nm.	
		N	E	N	E	N	E
October	1891	— 26	0	— 15	0	— 8	— 22
November	"	0	0	— 6	— 3	— 22	+ 20
December	"	— 16	+ 2	— 14	— 1	0	— 34
Januari	1892	— 3	— 8	+ 1	+ 3	+ 9	— 36
Februari	"	+ 14	+ 3	0	+ 5	+ 4	— 25
Maart	"	— 9	+ 1	— 14	— 3	+ 11	— 23
April	"	+ 10	+ 3	+ 10	— 5	+ 8	— 9
Mei	"	+ 8	+ 2	+ 12	— 5	— 8	+ 22
Juni	"	+ 19	+ 3	+ 13	+ 3	— 11	+ 3
Juli	"	+ 1	— 1	+ 27	+ 6	+ 41	— 15
Augustus	"	+ 5	— 4	+ 10	— 1	+ 17	— 22
September	"	+ 4	— 3	+ 3	— 7	+ 14	— 33
Som		+ 7	— 2	+ 27	— 8	+ 55	— 174

In beide deze tabellen, waarin de twee eerste kolommen betrekking hebben op getijstroomen (K_1 en K_2) en de laatste op moessonstroomen, is in de getallenreeksen eene neiging tot periodiciteit niet te miskennen, maar deze is zoo zwak en daardoor onzeker, dat het wenschelijk is beide jaren bij elkander te nemen zooals in de Tabel IX is geschied, terwijl daarbij tevens de totaal gemiddelde is afgetrokken.

Tabel IX.

	9 v.m. — 6 n.m.		9 v.m. — 2 n.m.		9 v.m. — 6 n.m.	
	N	F	N	E	N	E
October	— 36	— 12	— 57	+ 10	+ 6	— 22
November	+ 5	— 6	— 9	— 23	— 17	+ 50
December	— 34	— 6	— 34	+ 3	— 4	— 20
Januari	— 1	— 10	+ 7	— 52	— 11	+ 32
Februari	+ 1	+ 16	— 10	+ 12	— 3	— 14
Maart	— 9	+ 10	— 9	— 16	— 3	+ 14
April	+ 28	+ 11	+ 22	+ 8	— 0	— 5
Mei	+ 13	+ 5	— 14	+ 30	+ 11	+ 3
Juni	+ 28	+ 4	+ 23	+ 26	— 14	— 4
Juli	— 3	— 4	+ 41	+ 38	+ 35	— 28
Augustus	— 1	— 8	+ 11	+ 19	+ 11	— 36
September	+ 14	+ 1	+ 24	— 50	— 12	+ 27

Zelfs nu, terwijl elk der getallen op het grondgetal 60 betrekking heeft, is nog het verloop der getallen niet geheel gelijkmatig en niet te vergelijken met die bij de bewerking der stroomen in straat *Banka* gevonden. In zulk een geval als het onderhavige zou men voor beide componenten eene scherp begrensde periode moeten vinden, die op hetzelfde moment van teeken verandert, want het is duidelijk dat getijstroomen slechts in twee richtingen kunnen loopen die 180° met elkander verschillen, zoodat de teekens gelijktijdig moeten verspringen. Leggen wij door de getallen der kolom 9 v.m. — 6 n.m. van Tabel IX *Besselsche* formules, zoo vindt men voor

de Noord-componenten $17.8 \cos (nt - 218^\circ .17)$
de Oost-componenten $9.5 \cos (nt - 175^\circ .18)$

Aan de voorwaarde dat de argumenten der beide componentenreeksen óf aan elkander gelijk moeten zijn, 't geen het geval is bij Noordoost en Zuidweststroomen, óf 180° met elkander moeten verschillen, 't geen zal geschieden bij Noordwest en Zuidooststroomen, is dus niet geheel voldaan, maar de getallen wijzen op gelijkheid van argument, d. i. stroom om den Noord-oost en Zuidwest met het volgende gemiddelde argument:

Noordcomp. $17.8 \cos (nt - 203^\circ)$
Oostcomp. $9.5 \cos (nt - 203^\circ)$

De verhouding der beide amplituden toont aan dat de Noord-componente grooter is dan de Oostcomponente, zoodat de richting der getijstroomen meer NNE dan NE zal zijn: de juiste richting (altijd voor de waarnemingsplaats) zal zijn

$$\text{Bgtang. } \frac{9.5}{17.8} = 28^\circ 5'$$

zoodat de richtingen der getijstroomen zullen zijn Noord 28° Oost en Zuid 28° West met eene maximum frequentie van

$$\sqrt{17.8^2 + 9.5^2} = 20.2 \text{ op de } 60$$

Deze frequentie is echter

$$2 \cos 23^\circ = 1.82$$

malen grooter dan de werkelijke, zooals uit de in studie V gegeven formules blijkt; ware er toch te 9 n.m. waargenomen, dan zou de frequentie twee malen te groot gevonden zijn. Voorts leert de formule voor het verschil der observaties te 9 v.m. en 6 n.m. dat

$$C_k = 208^\circ - 52^\circ = 151^\circ$$

zal zijn, 't geen beteekent dat op 1 October een positieve stroom (om de NE loopt, met maximum snelheid te

$$\frac{151^\circ}{15.041} = 10.1 \text{ uur of te } 10 \text{ n.m.}$$

of, als men het gemiddelde astronomisch argument 93° bijtelt, dat te

$$\frac{244^\circ}{15.041} = 16.2 \text{ uur}$$

na doorgang der fictieve ster door den meridiaan, van het enkel-daagsch getij K_1 de sterkste stroom om de N 28° Oost invalt met eene frequentie waarvan de maat is

$$\frac{20.2}{1.82} + \frac{100}{60} = 18 \text{ procent.}$$

Hoogwater valt in te 20 uur na den doorgang der fictieve ster, zoodat de grootste snelheid om de NE wel steeds voorkomt bij wassend water, maar geruimen tijd na den tijd van grootste rijzing, die te

$$\frac{210^\circ}{15.041} = 13.9 \text{ uur}$$

wordt waargenomen; eerst 2.3 uren daarna is de getijstroom het sterkst; hieruit volgt dat wel in 't algemeen kan gezegd worden dat de vloedstroom om de N 28° E en de ebstream om de S 28° W stroomt, maar dat er toch ook oogenblikken zijn, b.v. gedurende de eerste twee uren na hoogwater, waarbij het water daalt en toch de stroom nog steeds om de NE blijft loopen totdat hij te 334° (in hoekmaat) kentert.

Wel is waar is dan de daling gering en de stroom zwak, maar ook hier blijkt dus, dat eene bepaalde verhouding tusschen stroom en getij niet in woorden te definieeren is en dat men slechts dan juist de feiten weergeeft indien men, steunende op de gegevens, zegt dat er een verschil bestaat in phase tusschen beide verschijnselen van 56° of 3.7 uren, de NE stroom positief gerekend. Beter is het echter beide verschijnselen afzonderlijk te behandelen en niet te zoeken naar een verband, dat natuurlijk mathematisch wel altijd te vinden is, omdat bij beiden gelijke perioden optreden, maar dat niet altijd eene bepaalde physische beteekenis heeft.

Zooals uit deze berekening van den getijstroom K_1 blijkt, mogen de boven gevonden constanten hiervoor nog niet als definitief met zoo groote zekerheid vastgesteld heeten, als die der getijden; in de getallenreeksen komen nog te veel onregelmatigheden voor. Het is dus van belang na te gaan of de behandeling der M_2 stroomen tot een soortgelijk of tot een verschillend resultaat leidt.

Tabel X.

Stroomrichtingen gerangschikt volgens getij M_2 .

	Eerste jaar.		Tweede jaar.	
	N	E	N	E
0 — 1	4	2	1	2
2 — 3	3	5	— 15	— 10
4 — 5	7	2	— 16	— 10
6 — 7	— 15	7	— 7	4
8 — 9	— 14	2	29	1
10 — 11	5	— 10	17	— 1
12 — 13	12	4	7	7
14 — 15	— 1	5	— 24	— 3
16 — 17	— 2	7	— 21	— 4
18 — 19	3	2	— 6	— 1
20 — 21	2	15	20	15
22 — 23	11	— 1	14	— 1

Uit deze tabel, waarin het resultaat der rangschikking volgens M_2 voor elk jaar afzonderlijk gegeven is, blijkt, dat alleen gedurende het tweede jaar de dubbele periode duidelijk uitkomt, 't geen een gevolg kan zijn van de grootere onregelmatigheden, die gedurende het eerste jaar zijn voorgekomen en die misschien de zwakke getijstroomen niet tot ontwikkeling lieten komen. Ook in de eerste jaarreeks zijn sporen eener dubbele periode te bespeuren, maar de tweede alleen geeft stellig een juist resultaat dan beiden te samen. Legt men door de componenten van het tweede jaar de *Besselsche* formules, dan vindt men:

$$\begin{array}{ll} \text{voor de Noord-componenten} & 22.6 \cos (2nt - 275^\circ) \\ \text{voor de Oost-componenten} & 6.4 \cos (2nt - 247^\circ) \end{array}$$

of, de gemiddelde nemende der beide argumenten ieder met het gewicht der amplitude:

$$\begin{array}{ll} \text{Noord} & 22.6 \cos (2nt - 269^\circ) \\ \text{Oost} & 6.4 \cos (2nt - 269^\circ) \end{array}$$

De richtingen der getijstroomen M_2 zijn derhalve Noord-oost en Zuidwest omdat de teekens der argumenten dezelfde zijn; de juiste richting is

$$\text{Bgtang. } \frac{6.4}{22.6} = 16^\circ$$

Noord 16° Oost en Zuid 16° West, 't geen vrijwel overeen komt met het vroeger gevondene. Om het kappa-getal te verkrijgen moet bij 269° opgeteld worden: primo 15° omdat de eerste getallen niet op 0 uur, maar op 0—1 uur betrekking hebben, en secundo het astronomsich argument voor 1 October 1891 nl. 46° , zoodat men hiervoor vindt 329° , 't geen beteekent dat de stroom om de Noord 16° Oost het sterkst doorstaat 11.3 uren na den doorgang der maan door den meridiaan.

De frequentie zal zijn

$$\sqrt{6.4^2 + 22.6^2} = 23.5$$

welk getal tot een percentage kan teruggebracht worden door te bedenken dat met twee maansuren telkens overeenkomen 91.5 waarnemingen

$$\frac{23.5}{91.5} \times 100 = 26\%$$

zoodat men de wijze waarop de getijstroomen M_2 optreden kan weergeven door de uitdrukking

$$26 \cos (2nt - 329^\circ) \text{ N } 16^\circ \text{ E}$$

In Tabel II vindt men dat hoogwater van het getij M_2 invalt, in hoekmaat, 16° na den doorgang der maan: er bestaat dus tusschen de beide kappa-getallen een phaseverschil van

$$376^\circ - 329^\circ = 47^\circ$$

't geen bijna volkomen overeenkomt met het resultaat gevonden voor den getijstroom K_1 , zoodat door deze zeker ongezochte overeenstemming het bewijs geleverd is van de juistheid der gevonden getallen.

Ook hier loopt meestal de vloed om de Noordoost en de eb om de Zuidwest, maar, daar het phaseverschil minder dan 90° bedraagt, valt de grootste stroomsnelheid niet samen met de grootste rijzing of daling van het water en komen er tijden voor waarbij de vloedstroom om de SW loopt en de ebstroom om de NE.

Eindelijk is de laatste opgave, die met behulp der gedane waarnemingen kan opgelost worden, de vraag naar de richting, de kracht of liever de frequentie en de kentering-tijden der moessonstroomen.

Uit de in studie V gegeven formules volgt dat de combinatie 9 v.m. + 6 n.m. volstrekt niet onafhankelijk is van de enkeldaagsche getijstroomen en dat zij hierin voorkomen op eene wijze, die uitgedrukt wordt door de formule

$$2 K \cos 113^\circ \cos (30x - C_k + 218^\circ)$$

Boven werd gevonden

$$C_k = 151^\circ$$

en voor de amplituden der Noord- en Oost-componenten respectievelijk

$$K = \frac{17.8}{2 \cos 23^\circ} \text{ en } \frac{9.5}{2 \cos 23^\circ}$$

voor de bovenstaande uitdrukking vinden wij derhalve: voor de correctie

$$\text{voor de Noord-componenten } \frac{17.8}{2 \cos 23^\circ} \times 2 \sin 23^\circ \cos (30^\circ x + 67^\circ)$$

$$\text{voor de Oost-componenten } \frac{9.5}{2 \cos 23^\circ} \times 2 \sin 23^\circ \cos (30^\circ x + 67^\circ)$$

Leggen wij door de Noord- en Oost-componenten der laatste kolom van Tabel IX de *Besselsche* kromme, zoo vindt men:

voor Noord-comp, de coëfficiënten van cosnt en van sinnt

$$-2.3 \quad -9.8$$

voor Oost-componenten

$$2.7 \quad 13.7$$

De correcties die hierbij zijn aan te brengen voor den invloed der enkeldaagsche getijstroomen zijn volgens de gevonden formule

$$2.95, -6.96, 1.58, -3.71$$

zoodat men eindelijk vindt voor de moessonstroomen

$$\begin{array}{ll} \text{Noord-componenten} & A = 0.65 \quad B = -15.76 \\ \text{Oost} & A = 4.28 \quad B = 9.99 \end{array}$$

of voor

$$\begin{array}{ll} \text{Noord-componenten} & 15.8 \cos (nt - 273^\circ) \\ \text{Oost-componenten} & 10.9 \cos (nt - 67^\circ) \end{array}$$

Bij de argumenten moet nog 15° bijgeteld worden voor reductie op den aanvangsdatum 1 October en bovendien 190° , de lengte der zon op dien datum, als het astronomisch argument om het aanvangspunt te reduceeren tot den conventioneelen oorsprong, nl. den datum waarop de zon zich in het voorjaars-nachteveningspunt bevindt, terwijl de amplituden door 2 gedeeld moeten worden omdat de som van 2 uren genomen is voor welke de moessonstrooming kan geacht worden gelijk te zijn en vermenigvuldigd met $\frac{100}{60}$ omdat in Tabel IX 2 jaren zijn bijeengevoegd, zoodat eindelijk de moessonstrooming eene uitdrukking vindt in de beide formules

$$\begin{array}{ll} \text{Noord} & 13.2 \text{ proc. } \cos (nt - 118^\circ) \\ \text{Oost} & 9.1 \text{ proc. } \cos (nt - 272^\circ) \end{array}$$

De richting der moessonstroomen, als zij hun maximum bereikt hebben, is derhalve

$$\text{Bgtang. } \frac{13.2}{9.1} = 54^\circ$$

of Noord 54° West en Zuid 54° Oost, want, daar de beide argumenten ongeveer 180° verschillen, zal de eene component positief zijn, als de andere negatief is; hieruit volgt dat de richting der moessonstroomen, gemeten op de plaats der waarneming, eene geheel andere is dan die der getijstroomen, en bijna loodrecht daarop staat; aannemende toch dat de getijstroomen om de N 26° E loopen, is het verschil met N 54° W tachtig graden. Voor het percentage vindt men bij maximumsterkte

$$16 \text{ Procent}$$

zoodat gemiddeld de moessonstroomen zeer zwak kunnen genoemd worden, niet sterker dan de zeestrooming die permanent om de West loopt.

De hier gevonden richting der moessonstroomen is echter slechts eene gemiddelde, berekend in de veronderstelling dat de verschillen van de argumenten der beide componenten of gelijk zijn of 180° verschillen; deze onderstelling echter, die zeker gewettigd was bij de behandeling der getijstroomen, ligt bij moessonstroomen volstrekt niet voor de hand: hier kan een verschil in phase wel degelijk reëel en de uiting zijn van het feit dat de moessonstroom om de Noordwest niet juist in tegenovergestelden zin loopt van dien om de Zuidoost. In zulk een geval is de samenkoppeling der beide formules tot ééne niet gemotiveerd en moeten beide uitdrukkingen blijven bestaan.

Om de epoquen te vinden der beide stroomcomponenten heeft men, even als bij de kappa-getallen der getijden Sa, 78° bij deze kappa-getallen op te tellen en te deelen door de verandering in graden per dag om te berekenen op den hoeveelsten dag na 1 Januari de stroom het sterkst is en wanneer hij kentert: hierbij moet opgemerkt worden, dat men in de tweede formule Oost in West mag veranderen als tevens het argument met 180° verminderd wordt.

Men vindt:

Sterkste componenten om de Noord	19 Juli
Sterkste componenten om de West	22 Juni
Sterkste componenten om de Zuid	7 Januari
Sterkste componenten om de Oost	22 December
Kentering der Noord-componenten	19 April en 18 October
Kentering der Zuid-componenten	23 Maart en 22 September

Wil men de juiste richting der stroomen voor het midden van elke maand berekenen, zoo moeten de argumenten met 78° vermeerderd worden, aan t achtereenvolgens de waarden 15° , 45° , 60° etc. toegekend, en uit de verhoudingen der berekende componenten de richting en de kracht berekend worden. In Tabel X vindt men deze berekening uitgevoerd, waardoor duidelijk zal worden op welke wijze de beide moessonformules gebruikt moeten worden.

Tabel X.
Berekende richting en frequentie der
Moessonstroomen.

	Componenten.		Richting.	Frequentie.	
	N	E			
Januari	— 13.2	8.2	S 32° E	15.5	procent
Februari	— 11.5	5.2	S 24° E	12.6	
Maart	— 6.8	0.8	S 7° E	6.8	
April	— 0.2	— 3.8	S 87° W	3.8	
Mei	6.4	— 7.5	N 49° W	9.9	
Juni	11.3	— 9.1	N 39° W	14.5	
Juli	13.2	— 8.2	N 32° W	15.5	
Augustus	11.5	— 5.2	N 24° W	12.6	
September	6.8	— 0.8	N 7° W	6.8	
October	0.2	3.8	N 87° E	3.8	
November	— 6.4	7.5	S 49° E	9.9	
December	— 11.3	9.1	S 39° E	14.5	

Uit deze tabel blijkt dat het phase-verschil tusschen beide moesson-formules beteekent dat de stroom om de Zuidoost, die in November doorstaat, in de volgende maanden meer er meer eene Zuidelijke richting aanneemt, in de kenteringmaand April

met geringe kracht om de West loopt, om daarna, zoodra de Oost-moesson doorkomt, tot eene Noordwest strooming over te gaan, waarna de richting wederom langzaam tot eene zuiver noordelijke nadert en in de kenteringmaand October bijna Oostelijk wordt.

Het spreekt van zelf, dat, waar de moessonstroomen zoo zwak zijn en door zeestrooming, getijstroom en onregelmatigheden zoodanig worden gewijzigd als bij *nde Brill*, het geval is, het gevonden phase-verschil nog niet als *wendgültig* vastgesteld mag beschouwd worden en dat meerdere jaren waarnemens noodig zijn om betreffende deze bijzonderheid tot volkomen zekerheid te komen.

Eindelijk is het misschien niet overbodig op te merken dat het doel der bewerking moet zijn alle oorzaken, zoo mogelijk quantitatief, in hare gevolgen van elkander te scheiden, maar dat elke factor, op deze wijze verkregen, op zich zelf beschouwd, slechts eene theoretische waarde heeft. Slechts door de weder bijeenvoeging der factoren komt men tot een praktisch resultaat en het voordeel der ontleding bestaat hierin dat men voor elk oogenblik volgens bekende methoden vooruit kan berekenen welke waterhoogte en welke strooming men zal aantreffen, altijd afgezien van niet-periodieke, niet te voorspellen en onberekenbare onregelmatigheden, zoodat men feitelijk alleen eene kans berekent, die echter des te grooter is, naarmate die onregelmatigheden minder op den voorgrond treden.

Wil men de resultaten van Tabel X b. v. in eene van meer praktische beteekenis omzetten, zoo heeft men de permanente strooming om de West, die hierboven werd geconstateerd, hierin in te voeren door het percentage 19 met minusteecken voorzien op te tellen bij de Oost-componenten.

Men vindt dan:

Tabel XI.
Gemiddelde richting en frequentie der
maandelijksche stroomingen.

	N	E	Richting.	Frequentie.
Januari	— 13.2	— 10.8	S 39° W	17.0%
Februari	— 11.5	— 13.8	S 50° W	18.0
Maart	— 6.8	— 18.2	S 70° W	19.4
April	— 0.2	— 22.8	S 89° W	22.8
Mei	6.4	— 26.5	N 76° W	27.3
Juni	11.3	— 28.1	N 68° W	30.3
Juli	13.2	— 27.2	N 64° W	30.2
Augustus	11.5	— 24.2	N 65° W	26.8
September	6.8	— 19.8	N 71° W	20.9
October	0.2	— 15.2	N 89° W	15.2
November	— 6.4	— 11.5	S 61° W	13.2
December	— 11.3	— 9.9	S 41° W	15.0

Uit deze tabel blijkt dat in werkelijkheid de stroomrichting gedurende het geheele jaar zich beweegt tusschen de grenzen NW en SW, een resultaat waartoe wij reeds bij den aanvang dezer studie gekomen waren, maar dat nu met aangeving van juiste richting en kans van voorkomen kan geconstateerd worden, terwijl toen de uitspraak het vage karakter droeg, dat elke bloot kwalitatieve conclusie draagt.

§ 4. Kotta-Baroe, Getijden.

In den Zuidwestelijken ingang van de straat *Makasser* ligt het eiland *P. Laoet*, waar, op het Noordelijkste punt, te *Kotta Baroe*, gelegen op $3^\circ 12'$ Zuiderbreedte en $116^\circ 40'.2$ Oosterlengte, door den Hydrographischen dienst getij-waarnemingen

verricht zijn gedurende twee maanden, Augustus en September 1890. Later in December 1890 en Januari 1891 zijn deze observaties voortgezet, echter niet op zulke eene regelmatige wijze dat zij bruikbaar materiaal leverden voor eene berekening der constanten.

De waarnemingen der eerste tweemaandelijksche reeks munten echter uit door volledigheid daar op alle uren van den dag, behalve te 9 en 11 uur nm. en te 1, 3 en 5 uur vm. is waargenomen en door eene groote nauwkeurigheid, die kenmerkend is voor allen arbeid die door het personeel van genoemden dienst wordt verricht. Ofschoon eene berekening van constanten uit zulk eene korte reeks natuurlijk slechts een ietwat onzeker resultaat kan geven, scheen het toch van belang de voorhanden gegevens te bewerken, te meer daar het sterk uitgesproken karakter der getijden de berekening gemakkelijk maakt en aan het resultaat eene grootere mate van zekerheid verleent dan voor andere plaatsen mogelijk zou zijn.

Daar reeds een oogopslag leert dat hier sterke dubbeldaagsche getijden heerschen, is het noodzakelijk bij de berekening der getijden M_2 en S_2 het aantal dagen zoodanig te kiezen, dat de beide perioden dezer partiele getijden elkander niet in de uitkomst bedekken. Het is gemakkelijk dit resultaat te bereiken als men bedenkt dat in 29.5306 dagen de maan alle fasen doorloopt en dus na 29.5 dagen, bij gewone inschrijving der waarnemingen op de uren van middelbaren tijd, in de gemiddelden alle maansinvloed van getij M_2 is geëlimineerd en alleen die van S_2 zuiver overblijft; hetzelfde geldt natuurlijk in nog hoogere mate voor een veelvoud van 29.5, en daar over twee maanden is waargenomen konden de gemiddelde waarden op elk uur van het getij S_2 gemakkelijk berekend worden uit 59 dagen, nl. uit 1 Aug. tot 28 September.

Omgekeerd wordt bij rangschikking volgens de periode van M_2 het resultaat onafhankelijk van den invloed van het zonsgetij S_2 , als men 59 dagen gebruikt of 57 perioden van deze rangschikking, omdat een maansdag langer is dan een zonnedag en wel ongeveer 0,8 uren.

In studie II zijn de formules gegeven waardoor men dergelijke vraagstukken gemakkelijk kan oplossen, ook daar waar de oplossing minder voor de hand ligt dan bij de welbekende maans- en zonsperioden.

Zoo vindt men op de vraag over hoe vele perioden men de rangschikking moet uitstreken, opdat het getij O zich in 't resultaat doe gelden en het getij K_1 daarin niet meer voorkomt, het antwoord: 51 perioden.

Om, rangschikkende volgens de periode van het getij N de uitkomst onafhankelijk te maken van M_2 moet de rangschikking over 52 perioden uitgestrekt worden en om een resultaat te verkrijgen onafhankelijk van S_2 moeten 52 perioden gebruikt worden.

Daar nu M_2 en S_2 beiden groot zijn ten opzichte van N , moet men zich strikt aan deze voorschriften houden wil men niet geheel onzuivere resultaten verkrijgen en daar men niet tegelijkertijd 52 en 55 perioden gebruiken kan, zou hier de eenige manier zijn om het doel te bereiken dat door rangschikking over 52 perioden het grootste der beiden storende getijden (in dit geval S_2) werd geëlimineerd en men voor de storing door het getij M_2 , nu nog te weeg gebracht door dat niet over 55 perioden werd gerangschikt, eene correctie aan brengt, die, als M_2 bekend is, uit de formules in studie II met juistheid kan berekend worden. Het probleem zou dan luiden: Gerangschikt wordt volgens de periode van N , wordt

gevraagd welke de periode is die het getij M_2 te weeg brengt in de gemiddelden als het aantal perioden 52 bedraagt.

Daar N gemeenlijk niet groot is en de reeks der waarnemingen slechts over twee maanden loopt, zoodat eene definitieve bepaling toch niet te verwachten zou zijn, is deze berekening niet uitgevoerd en het getij N niet in de volgende tabel ingevuld.

Van meer belang was de berekening der enkeldaagsche getijden K_1 en P die in deze streken zulk eene groote rol spelen.

Het is hierbij niet mogelijk door rangschikking tot een resultaat te komen; slechts als over een vol jaar is geobserveerd gedurende alle uren van den dag of ten minste op een even aantal gelijkmatig verspreide uren is het mogelijk tot uitkomsten te komen die slechts een der drie factoren S_1 , K_1 en P bevatten.

Het is echter, in studie V is dit aangetoond, mogelijk om door combinatie van verschillende waarnemingen, waarbij door het nemen van verschillen van observaties op een zelfden dag gedaan, onregelmatigheden en moessoninvloeden worden geëlimineerd, vergelijkingen op te zetten, waaruit de onbekenden berekend kunnen worden. Uit zulk eene korte reeks is dit echter alleen mogelijk als $S_1 = 0$ aangenomen wordt, eene onderstelling die meestal juist is omdat de ervaring leert dat dit getij meestal werkelijk zeer klein is; mag deze onderstelling niet gemaakt worden, dan verschillen de drie onbekenden S_1 , K_1 en P te weinig in periode, dan dat eene berekening uit eene korte reeks mogelijk zou zijn.

De gevolgde weg is deze: noemen wij de maandgemiddelden genomen voor 0, 6, 12 en 18 uur voor de maand Augustus (1), (2), (3) en (4) en voor de maand September (5), (6), (7), (8) den vindt men, met behulp der in studie II gegeven formules, gemakkelijk.

$$(1) - (3) = 2 K_1 R_2 \cos(15^\circ - C_k) + 2 P R_2 \cos(15^\circ + C_p)$$

$$(2) - (4) = -2 K_1 R_2 \sin(15^\circ - C_k) + 2 P R_2 \sin(15^\circ + C_p)$$

$$(5) - (7) = 2 K_1 R_2 \cos(45^\circ - C_k) + 2 P R_2 \cos(45^\circ + C_p)$$

$$(6) - (8) = -2 K_1 R_2 \sin(45^\circ - C_k) + 2 P R_2 \sin(45^\circ + C_p)$$

uit welke vier vergelijkingen P , K_1 , C_k en C_p gemakkelijk te berekenen zijn, terwijl men, als de omstandigheden hiertoe gunstig zijn, 'tgeen uit de uitkomst moet blijken, ook K_2 en C_k kan berekenen uit de vergelijkingen waartoe men na eenige bekende reducties komt.

$$K_2 \sin C_{2k} = \frac{5 + 7 - 6 - 8}{4 R_3}$$

$$K_2 \cos C_{2k} = \frac{1 + 3 - 2 - 4 - 0,5(5 + 7 - 6 - 8)}{4 R_3 \cos 30^\circ}$$

Het zal voldoende zijn den gevolgden weg aangegeven te hebben, zonder in nadere bijzonderheden der uitwerking te treden. De slotsom waartoe deze berekeningen hebben geleid vindt men in Tabel XII.

Tabel XII.
Constanten der getijden te
Kotta Baroe

	H	K	uur
	c. m.		
S_2	49.2	216°	7.2
M_2	37.0	160°	5.5
K_1	41.1	339°	22.5
O	14.2	313°	
P	13.8	308°	
K_2	13.6	123°	

Ofschoon deze getallen door nadere waarnemingen moeten gecontroleerd worden, dragen zij toch zeker allen het karakter van realiteit. Eene contrôle zal binnen niet langen tijd mogelijk zijn doordat de havenmeester te *Makassar* op welwillende wijze op zich genomen heeft observaties te verrichten en deze reeds sedert eenigen tijd aan het observatorium toezendt, terwijl er ook gegronde hoop bestaat dat te *Dongala* in de baai van *Palos* eerlang getijwaarnemingen zullen worden gedaan.

Het karakter der getijden te *Kotta Baroe* is gedediceerd gemengd en als bijzonderheid gekenmerkt door de buitengewoon hooge waterstanden die door het zonsgetij kunnen worden te weeg gebracht, 't geen aan dit dubbeldaagsch régime een zeer bijzonder karakter moet geven.

In den regel toch is het getij M_2 twee malen grooter, in ronde getallen, dan het S_2 getij en is het gevolg hiervan eene verandering van den tijd van hoogwater met dien van maansbeweging, doorgang of opkomst, gemodificeerd door de inwerking van het S_2 getij. Hier zal het omgekeerde plaats vinden en de hoofdneiging bestaan om steeds op denzelfden tijd nl. te 7^u 12^m des avonds hoogwater te geven, maar nu gemodificeerd door den maansinvloed, die dan eens vroeger, dan eens later hoogwater zal veroorzaken zonder echter eene beweging door het geheele etmaal te kunnen te weeg brengen. Het zou zeker interessant zijn dit probleem uit te werken op de wijze als in studie III is aangegeven; tijd en ruimte echter ontbreken zoodat dit den lezer moet worden overgelaten.

Springtij van dit dubbeldaagsch getij komt voor 2.31 dagen na volle of nieuwe maan en het verval bedraagt dan

$$2 (49.2 + 37.0) = 162.4 \text{ c. m.}$$

Doodtij valt in 2.3 dagen na de datums der kwartiermanen en geeft een verval van

$$2 (49.2 - 37.0) = 24.4 \text{ c. m.}$$

Omstreeks dezen tijd komt dus het enkeldaagsch getij tot volkomen ontwikkeling, want dit geeft kort na dit oogenblik van grootste maansdeclinatie een verval van

$$2 (41.1 + 14.2) = 110.6 \text{ c. m.}$$

welk verval omstreeks Juni en December door medewerking van P stijgt tot

$$138.2 \text{ c. m.}$$

Alleen in het voor- en najaar echter, als P tegenwerkt, zal springtij van het enkeldaagsch getij voorkomen tegelijkertijd met doodtij van het dubbeldaagsch getij, omdat dan volle en nieuwe maan overeenkomen met declinatie nul en kwartiermanen met grootste maansdeclinatie.

In Juni en December valt de tijd van springtij van het enkeldaagsch régime samen met dien van het dubbeldaagsch systeem of ten minste ongeveer; eene juiste beschrijving der getijden gebaseerd op de constanten der tabel XII zou alleen in eene vrij uitvoerige studie kunnen geschieden, wier uitvoering den lezer moet overgelaten worden.

De in Tabel XII gegeven waarden voor de amplituden van K_1 , O. en K_2 zijn geene gemiddelde waarden; zij zijn alleen geldig voor 1 September 1890. De gemiddelde waarden zouden zijn 39.7, 13.4 en 12.7 c. m., eene reductie, die echter twijfelachtige waarde heeft, omdat zij klein is ten opzichte van de onzekerheid die nog in de getallen van Tabel XII kan gelegen zijn ten gevolge der te korte reeks van waarneming.

Omtrent het getij S_a kan natuurlijk uit slechts twee maan den waarnemens geene conclusie getrokken worden.

VAN DER STOK.

SEPTEMBER 1893

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel.

VII. Straat Gaspar.

§ 1. Op twee plaatsen, beide eigenlijk gelegen buiten de straten, die te zamen den naam van *Gasparstraten* voeren, maar juist daarom zeer gunstig gelegen, de eene ten noorden, de andere ten zuiden dier passages, zijn gedurende twee jaren door de lichtopzichters waarnemingen gedaan, die, althans wat de getijden betreft, volkomen toereikend kunnen geacht worden voor een volledige oplossing van het probleem, voor zoover men vraagt naar het mechanisme en niet naar den oorsprong; welke vraag eene geheel andere strekking heeft. Van hoeveel gewicht de kennis de getijden voor twee vrij open gelegen punten in de *Chineesche zee* zijn, moge blijken uit het feit dat in het bekende handboek der Oceanographie van *Boguslawski* en *Krümmel* over „die altberühmte Eintagsfluten“ der *Chineesche zee* wordt gesproken en het voorkomen dezer enkeldaagsche getijden onder de „Ungelöste Probleme“ wordt gesteld, terwijl tevens eene poging tot verklaring wordt aangehaald (1), die zeker niet genoemd zou zijn, indien juiste getallen bekend geweest waren in plaats van de ietwat vage gegevens die men zij uit beschrijvingen, 't zij uit waarnemingen verkrijgt zonder toepassing der analyse.

Ook hier is het probleem van het ontstaan van zulke eigenaardige getijden van de verkeerde zijde aangetast, evenzeer als dat van de getijden zelve.

Te vergeefs nl. zoekt men naar eene verklaring van de enkeldaagsche schommeling, terwijl het eigenlijke vraagstuk hierin bestaat, dat men de voorwaarden moet trachten te leeren kennen waaronder het dubbeldaagsch getij verdwijnt; want het enkeldaagsch getij ontstaat niet, maar komt eerst tot volledige uiting bij afwezigheid van het dubbeldaagsch getij.

De beide waarnemingsplaatsen zijn:

1°. *Poeloe Langkoeas*, een klein eilandje gelegen tegenover den Noordwestelijksten hoek van *Biliton*, op 2° 32' Zuider breedte en 107° 37.3 Oosterlengte; de lichttoren staat aan den Oostkant van het eiland. Hier is waargenomen van af Juli 1890; bewerkt zijn de beide reeksen Juli 1890 tot Juni 1891 en Augustus 1891 tot Juli 1892. De tusschen gelegen maand Juli 1891 is hierbij niet opgenomen, omdat van dezen staat eerst later een duplicaat is ontvangen, nadat het eerste exemplaar verloren was gegaan.

2°. *Ondiepwatereiland*, waarmede is bedoeld *Groot Ondiepwatereiland* op 3° 19' Zuiderbreedte en 107° 12.7 Oosterlengte, tegenover het Zuidwestelijkste punt van *Biliton*, dwars vóór en bezuiden de *Clement* en *Stoltze* straten, bij de inlanders bekend onder den naam *Si Medang*. Hier zijn de observaties aangevangen op 1 Augustus 1890, terwijl bewerkt zijn de beide jaarreeksen Augustus 1890 — Juli 1891 en September 1891 — Augustus 1892.

De staat voor Augustus 1891 ontbreekt.

Op *Poeloe Langkoeas* zijn getij- en stroomwaarnemingen verricht, op *Ondiepwatereiland* alleen getijwaarnemingen.

§ 2. *Getijden*.

Ten einde de vergelijking gemakkelijk te maken zijn in de beide Tabellen I en II de constanten der getijden voor beide plaatsen onder elkander gegeven.

Tabel I.

Constanten der getijden te *Poeloe Langkoeas*.

	Eerste jaar		Tweede jaar		Gemiddeld		tijd
	H	k	H	k	H	k	
	c. m.		c. m.		c. m.		uren.
S ₂	3.3	64°	3.0	40°	3.2	52°	1.7
M ₂	1.8	72°	0.6	118°	—	—	—
K ₁	60.8	141°	59.7	145°	60.3	143°	9.5
O	38.9	84°	37.7	87°	38.3	86°	
P	17.1	134°	17.7	136°	17.4	135°	
N	1.4	54°	2.8	67°	2.6	61°	
K ₂	2.4	327°	2.3	45°	1.8	7°	
εa	15.3	243°	9.0	286°	12.2	264°	
Ssa	4.5	352°	—	—	—	—	
W	117.5		107.0		112.3		

Tabel II.

Constanten der getijden te *Ondiepwatereiland*.

	Eerste jaar		Tweede jaar		Gemiddeld		tijd
	H	k	H	k	H	k	
	c. m.		c. m.		c. m.		uren.
S ₂	7.3	32°	7.5	32°	7.4	32°	1.1
M ₂	7.9	60°	7.9	63°	7.9	62°	2.1
K ₁	54.1	142°	53.6	144°	53.9	143°	9.5
O	27.5	95°	30.6	99°	29.0	97°	
P	12.0	147°	12.8	142°	12.4	144°	
N	3.8	81°	3.7	42°	3.8	62°	
K ₂	4.6	126°	6.5	56°	4.5	84°	
Sa	7.8	219°	4.9	12°	—		
Ssa	3.8	78°	3.1	255°	—		
W	107.8		106.4		107.1		

Het valt terstond in het oog dat te *Poeloe Langkoeas* een nog veel zuiverder type van een enkeldaagsch getij bestaat dan een der tot nu toe behandelde plaatsen opleverde, *Arisbaya* en *Oedjoeng Pangka* aan den Noordelijken ingang van straat *Madoera* niet uitgezonderd.

(1) Van P. HOFFMANN, Ann. der Hydr. 1882. S. 61.

Het getij M_2 is hier geheel en al verdwenen, de getijden N en K_2 zijn waarschijnlijk ook zóó klein dat opvolgende waarnemingsreeksen tegenstrijdige grootheden zullen te voorschijn brengen, of in elk geval dat er voor de praktijk geen rekening meê behoeft gehouden te worden. Een dubbeldaagsch zonsgetij bestaat, maar in geringe mate, en onder deze omstandigheden is het de vraag of wel S_1 gelijk nul mag gesteld worden ten opzichte van S_2 en, zooals vroeger meermalen is opgemerkt, alleen dan is de methode van afleiding juist.

Een onverwacht en toch zeker niet te ontkennen feit is, dat het kappa-getal van het hoofdgetij K_1 bijna even groot is als dat voor *Tandjong Priok* gevonden en dus de tijden van hoogwater dezelfde zijn: te half tien des avonds omstreeks het einde van Juni bij vloed, en te half tien des ochtends omstreeks einde December. Dit resultaat schijnt in strijd met de dikwerf geuite meening dat dit kappa-getal te *Pontianak* 8 uur en op de reede aldaar zelfs 6 uur zou zijn. Spoedig zal deze quaestie tot oplossing kunnen komen, omdat binnen korten tijd de reeks van observaties, die te *Pontianak*, te *Pemangkat* en te *Soekadana* op 't oogenblik gedaan worden, tot een voljaar zal zijn aangegroeid, als wanneer de bewerking kan ondernomen worden.

Ook wat de verhoudingen der amplituden onderling betreft, is *Poeloe Langkoeas* als zuiver type aan te merken en de schematische beschrijving, in studie III gegeven, is hierop volkomen van toepassing.

Ook op *Ondiepwatereiland* laat de onderlinge overeenkomst der beide reeksen niets te wenschen over; zij zijn zelfs hier zeer scherp bepaald, want die overeenstemming bestaat ook voor de kleine getijden S_2 , M_2 en N. Het hoofdsysteem is dus ook hier enkeldaagsch en het hoofdgetij geeft hoogwater op precies denzelfden tijd als dien te *Poeloe Langkoeas* en te *Priok*, maar er bestaat verschil: in de eerste plaats hierin dat het kappa-getal van O groter is dan voor P. L. en dus de leeftijd van het enkeldaagsch getij, d. i. de tijd na het oogenblik van grootste declinatie waarop hoogwater invalt, kleiner. Men vindt voor P. L.

$$\frac{143^\circ - 86^\circ}{26^\circ.353} = 2.16 \text{ dagen,}$$

en voor *Ondiepwatereiland*

$$\frac{143^\circ - 97^\circ}{26^\circ.353} = 1.74 \text{ dagen.}$$

Het verschil is niet groot, maar toch wel geconstateerd. Het groote onderscheid echter, tusschen beide plaatsen bestaat hierin dat hier een geheel systeem van dubbeldaagsche getijden optreedt, niet groot en voor de praktijk van weinig belang, maar zeker van groote beteekenis voor de kennis der voortplanting van de getijden, want het zal zeker niet gemakkelijk zijn eene verklaring te geven van het plotselinge optreden dezer dubbeldaagsche getijden en dit te meer omdat het kappa-getal van M_2 noch overeenkomt met dat van *Poeloe Besar*, noch met dat van *Priok*, noch zelfs, voor zooverre het mogelijk is hierover nu reeds een oordeel te vellen, met dat van *Borneo's Westkust*.

Voor *Poeloe Langkoeas* vindt men bij springtij in Juni en December een verval van

$$2 (60.3 + 38.3 + 17.4) = 232 \text{ c. m.}$$

en bij doottij van

$$2 (60.3 - 38.3 + 17.4) = 79 \text{ c. m.}$$

In Maart en September echter, bij springtij

$$2 (60.3 + 38.3 - 17.4) = 162 \text{ c. m.}$$

en bij doottij

$$2 (60.3 - 38.3 - 17.4) = 9 \text{ c. m.}$$

Voor *Ondiepwatereiland* vindt men

in Juni en December

$$\text{bij springtij, } 2 (53.9 + 29.0 + 12.1) = 191 \text{ c. m.}$$

$$\text{bij doottij, } 2 (53.9 - 29.0 + 12.4) = 75 \text{ c. m.}$$

in Maart en September echter, bij spring- en doottij, respectievelijk een verval van

$$141 \text{ en } 25 \text{ c. m.}$$

zoodat hier het verval nooit zoo groot wordt als te P. L. maar daarentegen ook nooit zoo klein.

Bereikt het echter zulk eene minimumwaarde, dan zal het dubbeldaagsch systeem duidelijk merkbaar zijn met een verval van

$$2 (7.3 + 7.9) = 30 \text{ c. m.}$$

bij springtij van dit systeem, dat invalt 1.23 dagen vóór nieuwe en volle maan, terwijl bij de kwartiermanen dit getij geheel en al verdwijnt omdat zons- en maansgetijden hier even groot zijn.

De hier gegeven berekeningen zijn gebaseerd op de gemiddelde getallen der Tabellen I en II.

Voor bepaalde jaren moeten voor de gebruikte waarden die der Tabellen III en IV gesubstitueerd worden.

Tabel III.

Seculaire variatie te *Poeloe Langkoeas*.

	K_1	O		K_1	O
	c. m.	c. m.		c. m.	c. m.
1890	62.0	40.0	1901	56.3	34.2
1891	64.0	42.1	1902	54.5	32.2
1892	65.6	43.8	1903	53.3 *	31.0 *
1893	66.6	44.8	1904	53.3 *	31.0 *
1894	67.1	45.3	1905	54.2	31.9
1895	67.0	45.2	1906	55.9	33.7
1896	66.3	44.4	1907	58.2	36.1
1897	65.0	43.1	1908	60.7	38.7
1898	63.2	41.3	1909	62.8	40.9
1899	61.1	39.1	1910	64.8	42.9
1900	58.7	36.7			

Tabel IV.

Seculaire variatie te *Ondiepwatereiland*.

	K_1	O		K_1	O
	c. m.	c. m.		c. m.	c. m.
1890	55.3	30.4	1901	50.5	25.9
1891	56.9	31.9	1902	48.9	24.4
1892	58.4	33.2	1903	47.9 *	23.4 *
1893	59.2	34.0	1904	47.9 *	23.4 *
1894	59.6	34.3	1905	48.6	24.2
1895	59.5	34.2	1906	50.1	25.6
1896	58.9	33.7	1907	52.0	27.4
1897	57.9	32.7	1908	54.2	29.3
1898	56.3	31.3	1909	56.0	31.0
1899	54.5	29.6	1910	57.7	32.5
1900	52.5	27.8			

In de Tabellen V en VI eindelijk vindt men den gemiddelden maandelijkschen waterstand, waaruit blijkt dat te *Poeloe*

Langkoeas de Westmoesson hoogwater te weeg brengt (ten minste in het algemeen genomen, want in het eerste jaar beginnen de hooge standen reeds in Augustus) en de Oostmoesson lage, juist het omgekeerde van hetgeen in de *Javazee* geschiedt.

Opmerking verdient het dat ook hier, evenals te *Tandjong Kalean*, Februari 1892 eene bijzondere afwijking vormt, en dat men die in den vorm van een te lagen waterstand ook in Tabel VI terug vindt.

Tabel V.

Gemiddelde maandelijksche waterhoogten
te Poeloe Langkoeas.

		c. m.			c. m.
Juli	1890	107.0	Augustus	1891	102.6
Augustus	"	123.9	September	"	100.8
September	"	121.6	October	"	112.6
October	"	133.7	November	"	116.9
November	"	132.7	December	"	116.1
December	"	121.9	Januari	1892	124.3
Januari	1891	116.4	Februari	"	102.0
Februari	"	116.5	Maart	"	111.3
Maart	"	110.8	April	"	101.5
April	"	107.2	Mei	"	93.8
Mei	"	110.2	Juni	"	97.3
Juni	"	104.1	Juli	"	98.2
Juli	"	104.8			

Tabel VI.

Gemiddelde maandelijksche waterhoogten
te Ondiepwatereiland.

Augustus	1890	109.1	September	1891	96.0
September	"	111.0	October	"	100.1
October	"	115.6	November	"	104.0
November	"	114.9	December	"	102.0
December	"	105.6	Januari	1892	107.4
Januari	1891	103.0	Februari	"	101.8
Februari	"	99.4	Maart	"	108.7
Maart	"	102.0	April	"	108.8
April	"	102.4	Mei	"	100.5
Mei	"	105.0	Juni	"	109.1
Juni	"	105.8	Juli	"	109.6
Juli	"	105.0	Augustus	"	113.4
Augustus	"	—			

In Tabel VI is een bepaald verband tusschen moesson en waterhoogten niet zichtbaar en *Ondiepwatereiland* mag derhalve aangenomen worden als liggende op de grens waar het régime der *Javazee*, met hoogwater in den Oostmoesson, overgaat in dat van de *Chineesche zee* met hoogwater in den Westmoesson.

§ 3. Stroomen.

Stroomwaarnemingen zijn alleen te *Poeloe Langkoeas* verricht, daar op *Ondiepwatereiland* plaatselijke omstandigheden het opstellen van eene inrichting voor stroomaanwijzing verhinderen. Van deze stroomwaarnemingen zijn echter alleen die gedurende één jaar verricht bruikbaar, omdat er blijkbaar een systematisch verschil bestaat tusschen beide jaren, zooals blijkt uit Tabel VII, waar voor beide jaren het aantal malen is opgegeven waarop stroomingen in verschillende richtingen werden waargenomen.

Tabel VII.

Aantal Stroomrichtingen waargenomen te
Poeloe Langkoeas.

	eerste jaar.	tweede jaar.
Kalm	1	—
N	268	427
NNE	—	—
NE	27	2
ENE	—	—
E	178	43
ESE	—	—
SE	65	3
SSE	1	—
S	401	586
SSW	—	—
SW	32	7
WSW	—	—
W	94	30
WNW	—	—
NW	28	—
NNW	—	—
Som	1095	1098

Hieruit is het duidelijk dat, of ten gevolge van minder juiste waarneming, of van verplaatsing van den drijver, of van geheel verschillende toestanden, in het tweede jaar bijna uitsluitend Noordelijke en Zuidelijke stroomen zijn waargenomen.

Bovendien blijkt, dat, als men voor de verschillende maanden de verschillen neemt van 9 v. m. — 6 n. m. in welke verschillen eene enkeldaagsche getijstrooming moet uitkomen (als deze bestaat), en men alleen de resten

Noord — Zuid en Cost — West

aanteekent, omdat die alleen van beteekenis zijn, uit de volgende tabel:

Tabel VIII.

Aantal malen stroomrichting 9 v. m. — 6 n. m.

	Eerste jaar		Tweede jaar	
	N-S	E-W	N-S	E-W
Juli	17	— 1	24	4
Augustus	— 2	3	48	4
September	— 5	— 4	9	— 1
October	— 7	2	— 4	— 1
November	— 10	— 13	— 20	— 1
December	— 10	— 15	— 34	0
Januari	— 16	— 12	— 26	— 1
Februari	— 17	2	— 40	— 2
Maart	— 3	0	— 27	— 4
April	23	7	— 14	— 1
Mei	12	14	26	7
Juni	23	22	56	1
Jaargemiddelde	— 14	— 6	— 10	1

dat er een groot onderscheid tusschen beide jaren bestaat, waarbij nu nog opgemerkt moet worden dat het verschil — 26 voor Januari eigenlijk positief is en vervangen moet worden door + 40 en dat, omdat hier hoogst waarschijnlijk eene vergissing

in de benaming der richting heeft plaats gehad, op willekeurige wijze eene verandering in de oorspronkelijke staten is gemaakt, 'tgeen in statistiek niet dan met groote reserve mag worden gedaan. Daar onder alle deze omstandigheden eene goede overeenkomst tusschen beide jaren niet te verwachten was en er reden bestaat om te vermoeden dat de eerste reeks betrouwbaarder is dan de tweede, scheen het raadzaam alleen de waarnemingen gadurende het eerste jaar gedaan te bewerken.

In Tabel VIII beteekent het plusteken eene overmaat van stroomen om de Noord, het minteken eene overmaat van stroomen om de Zuid.

Legt men door beide reeksen, waarin eene periode duidelijk te voorschijn treedt, de *Besselsche* formule, zoo vindt men

voor Noord-componenten $17.4 \cos (30 x - 273^\circ)$

voor Oost-componenten $12.5 \cos (30 x - 266^\circ)$

of, daar getijstroomen voor de beide componenten gelijke of tegenovergestelde argumenten moeten vertoonen en hier ongeveer gelijkheid bestaat:

Noord $17.4 \cos (30 x - 271^\circ)$

Oost $12.5 \cos (30 x - 271^\circ)$

Zooals uit het verschil der formules voor 9 v.m. en 6 n.m. blijkt, komen deze formules overeen met

$$2 K_1 \cos 23^\circ \cos (30 x + 308^\circ - C_k)$$

waaruit volgt

$$C_k = 271^\circ - 52^\circ = 219^\circ$$

en na bijtelling van 1° voor het astronomisch argument, dat op 1 Juli bijzonder klein is, voor de algemeene uitdrukking der enkeldaagsche getijstroomen:

Noord $9.45 \cos (nt - 220^\circ)$

Oost $6.79 \cos (nt - 220^\circ)$

of in procenten

Noord $31.5\% \cos (nt - 220^\circ)$

Oost $22.6\% \cos (nt - 220^\circ)$

Daar nu de tijd van hoogwater correspondeert met het kappa-getal 143° , komt de sterkste daling van het water overeen met de hoekwaarde:

$$143^\circ + 90^\circ = 233^\circ.$$

De sterkste stroom om de Noordoost en wel, omdat

$$\text{Bgtg. } \frac{22.6}{31.5} = 36^\circ,$$

om de Noord 36° Oost, valt in op een tijd gemeten door het kappa-getal 220° ; afgezien dus van het geringe verschil van 13° , omtrent welks realiteit andere onderzoekingen moeten getuigen, blijkt dus dat hier een enkeldaagsche getijstroom heerscht, gemeten door het percentage 38.8, in richtingen N 36° E en S 36° W en met de getijden verband houdende zoodanig, dat bij vallend water de stroom om de NE bij rijzend om de SW loopt.

Eene zeer bevredigende overeenstemming levert de rangschikking op der stroomrichtingen volgens de periode van het getij O.

In Tabel IX vindt men het resultaat dier rangschikking.

Tabel IX.

Rangschikking der stroomrichting volgens periode getij O.

uurhoeken	N	E
0 — 1	— 14	0
2 — 3	— 10	0
4 — 5	— 4	0
6 — 7	8	— 1
8 — 9	— 1	2
10 — 11	23	7
12 — 13	15	0
14 — 15	2	— 2
16 — 17	5	2
18 — 19	— 10	1
20 — 21	— 8	0
22 — 23	— 7	— 8

Het is duidelijk dat hier alleen de Noord-componente eene periode vertoont, zoodat de getijstroomen, ook volgens dit resultaat, Noord-Zuid zouden moeten loopen; de formule voor de Noord-componenten luidt

$$12.9 \text{ of } 14\% \cos (30 x - 160^\circ).$$

Bij dit argument moet nu nog 7.5 worden opgeteld omdat de uurhoeken twee aan twee te zamen gevoegd zijn, en $29^\circ.89$ als astronomisch argument, zoodat men voor de formule vindt

$$14\% \cos (nt - 197^\circ).$$

De verhouding der frequentie van de O-stroomen is dus ongeveer tot die der K_1 — stroomen als die der gelijknamige getijden. Van het O-getij valt de sterkste daling in op een tijd voorgesteld door de hoekwaarde 176° , zoodat hieruit blijkt dat 20° , of ruim een uur na de sterkste daling van het water, de stroom het sterkst om de Noord staat met een percentage van 14%. Op het verschil in richting na, voor de beide getijstroomen gevonden, mag dus de overeenstemming bevredigend genoemd worden, vooral als men in aanmerking neemt dat de stroomen niet sterk zijn en dat dus alleen uit eene langere reeks goede waarnemingen definitieve kappa-getallen kunnen afgeleid worden.

In Tabel VIII zijn met voordacht ook de jaargemiddelden ingeschreven, ofschoon deze voor den getijstroom K_1 geene beteekenis hebben; deze gemiddelden toonen aan, dat er tusschen 9 v.m. en 6 n.m. een constant en niet gering verschil in stroomrichting bestaat, een verschil dat niet, als de getijstroom K_1 , met de maanden verandert, m. a. w. dat een niet onbelangrijk deel der stroomen te *Poeloe Langkoeas* aan eene dagelijks-periodieke strooming is toe te schrijven. Deze quaestie is van genoeg belang om haar ietwat uitvoerig te behandelen. In Tabel X vindt men het aantal malen waarop elke stroomrichting voorkwam gedurende het geheele jaar.

Tabel X.

	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
C	—	1	—
N	61	101	115
NNE	—	—	—
NE	4	9	14
ENE	—	—	—
E	27	60	76
ESE	—	—	—
SE	16	31	9
SSE	1	—	—
S	196	127	84
SSW	—	—	—
SW	10	7	14
WSW	—	—	—
W	38	21	18
WNW	—	—	—
NW	12	8	35
NNW	—	—	—
Som	365	365	365

Berekent men uit deze gegevens de drie gemiddelde stroom-richtingen, zoo vindt men voor elk der waarnemingsuren de frequentie, uitgedrukt in procenten.

Richting			Componenten	
			N	E
9 v. m.	39%	S 5° W	— 39%	— 3%
2 n. m.	19	S 54° E	— 11	16 (1)
6 n. m.	17	N 37° E	13	11

Waaruit duidelijk blijkt, dat na negen uur des ochtends de stroom krimpt tot SE, om daarna des avonds zelfs NE te worden en dus eene tegenovergestelde richting aanneemt en dat dus inderdaad een belangrijk percentage der waargenomen richtingen op rekening moet gesteld worden van deze dagelijkse zwenking.

Welk deel hiervan aan zeestrooming en welk deel aan dagelijksche variatie moet toegeschreven worden is uit deze drie formules niet terstond af te leiden; hier moet eene onderstelling te hulp geroepen worden, 't zij dat men de bovenstaande verschillen wil verklaren uit eene enkel-, 't zij uit eene dubbel-periodieke beweging. Het feit dat te P. L. geene dubbel-daagsche getijden bestaan, tevens ook de aard der gevonden verschillen, eindelijk ook de analogie met andere plaatsen, met name de resultaten voor de *Duizend Eilanden* afgeleid uit observaties van den Hydrographischen dienst, alle deze argumenten wijzen op de waarschijnlijkheid eener enkeldaagsche periodieke strooming, men moge die nu getijstroom noemen of driftstroom; een eigenlijke getijstroom is hij zeker niet.

Is deze onderstelling juist, dan moeten de amplituden, of liever de frequenties, en de oogenblikken van overgang voorgesteld kunnen worden door de drie uitdrukkingen:

- (1) $S_1 \cos (15 \times 21 - C_1)$
- (2) $S_1 \cos (15 \times 2 - C_1)$
- (3) $S_1 \cos (15 \times 6 - C_1)$

ten einde echter de onbekende zeestrooming te elimineeren is het noodzakelijk alleen verschillen te bezigen, zoodat men voor de berekening van S_1 en C_1 overhoudt de vergelijkingen:

$$(1) - (3) = M_1 = 2 S_1 \cos 22^\circ.5 \sin (22^\circ.5 - C_1)$$

$$(1) - (2) = M_2 = -2 S_1 \cos 52^\circ.5 \sin (52^\circ.5 - C_1)$$

Het zal niet noodig zijn in nadere details der uitwerking te treden en voldoende den te volgen weg aan te wijzen. Men vindt:

$$\begin{aligned} \text{de Noord-componente } S_1 &= 28.3\% & C_1 &= 118^\circ \\ \text{de Oost-componente } S_1 &= 19.6\% & C_1 &= 45^\circ \end{aligned}$$

Reeds uit de ongelijkheid der beide argumenten blijkt, dat hier van een eigenlijken getijstroom geen sprake is, maar dat de enkeldaags-periodieke strooming eene rondlopende is. Wil men de beteekenis dezer formules in meer tastbaren vorm overbrengen, zoo moeten de Noord- en Oost-componenten voor bepaalde uren berekend worden door middel der formules

$$\begin{aligned} \text{Noord} & 28.3 \cos (15 t - 118^\circ) \\ \text{Oost} & 19.6 \cos (15 t - 45^\circ) \end{aligned}$$

en de richting en amplitude hieruit afgeleid.

De uitkomst, berekend van 2 tot 2 uren, vindt men in de volgende Tabel XI, die dus alleen de dagelijksche strooming voorstelt, afgescheiden van zeestroomingen, moessonstroomen of getijstroomen, altijd in de veronderstelling dat werkelijk een enkeldaagsche strooming heerscht, 't geen wel zeer waarschijnlijk is, maar toch niet met zekerheid uit de observaties op te maken.

Tabel XI.
Enkeldaagsche Stroomen.

	N	E	Richting	Frequentie
0	— 12.8%	13.9%	S 47° E	18.9%
2	1.5	18.9	N 86° E	19.0
4	15.4	18.9	N 51° E	24.4
6	25.2	13.9	N 29° E	28.8
8	28.3	5.1	N 10° E	28.8
10	23.7	— 5.1	N 12° W	24.2
12	12.8	— 13.9	N 47° W	18.9
14	— 1.5	— 18.9	S 86° W	19.0
16	— 15.4	— 18.9	S 51° W	24.4
18	— 25.2	— 13.9	S 29° W	28.8
20	— 28.3	— 5.1	S 10° W	28.8
22	— 23.7	5.1	S 12° W	24.2

Bij zulk een periodieken stroom is dus van eene eigenlijke kentering geen sprake, omdat als de eene component klein wordt, de andere groot wordt of blijft en niet, als bij echte getijstroomen, beide gelijktijdig door het nulpunt gaan. Volgens de Tabel XI bestaat er dus te P. L. eene dagelijksche rondlopende strooming, waaraan ongeveer een vierde part der waargenomen richtingen is toe te schrijven, en heeft de beweging in azimuth plaats tegen de beweging der zon of tegen die van de wijzers van een uurwerk in, van rechts naar links, of in negatieve richting.

Ten einde naar richting en frequentie de moessonstroomen te leeren kennen zijn voor elke maand en voor 9 v. m. en 6 n. m. de gemiddelde stroomrichtingen berekend en daarna de gevonden componenten voor beide uren bij elkander geteld; ware het verschil in tijd tusschen beide waarnemingsuren juist 12 uren, zoo zou hierbij tevens alle invloed van enkeldaagsche getijstroomen geëlimineerd zijn; nu echter s eene correctie noodig die gemakkelijk te berekenen is omdat die getijstroom volkomen bekend is.

Als K_1 de frequentie van den getijstroom voorstelt en C_k het argument op den aanvangsdatum, dan zijn de correcties

$$2 K_1 \sin 23^\circ \cos (C_k + 142^\circ)$$

$$\text{en } 2 K_1 \sin 23^\circ \sin (C_k + 142^\circ)$$

die bij de cosinus- en sinuscoëfficiënten moeten opgeteld worden. Vroeger is gevonden

$$K_1 \text{ voor Noord-componenten} = 9.45$$

$$K_1 \text{ voor Oost-componenten} = 6.79$$

$$C_k = 219^\circ$$

waaruit voor de correcties gevonden wordt respectievelijk:

$$\begin{array}{ccc} 7.4 & 0 & 5.3 & 0 \end{array}$$

In Tabel XII vindt men het resultaat van de berekening der componenten voor de combinatie 9 v. m. + 6 n. m.; waarbij gemakshalve, en om de periode beter te doen uitkomen, de totaal-gemiddelde is afgetrokken.

Tabel XII.

	N	E
Juli 1890	21.9	— 23.4
Augustus "	9.4	— 12.7
September "	19.2	— 8.1
October "	30.2	1.6
November "	— 1.2	14.1
December "	— 10.0	22.3
Januari 1891	— 14.1	24.2
Februari "	— 8.8	3.3
Maart "	— 27.8	14.7
April "	— 3.7	— 1.8
Mei "	— 4.7	— 23.2
Juni "	— 10.4	— 11.1
Jaargemiddelde	— 10.1	4.2

Legt men door deze twee getallenreeksen de *Besselsche* formule, zoo vindt men:

Noord-componente	Coëff. cosinus 12.2
	Coëff. sinus 14.5
Oost-componente	Coëff. cosinus — 20.1
	Coëff. sinus 4.1

Brengt men hier nu de boven gevonden correcties aan, zoo vindt men voor de eigenlijke moesson-factoren, na deeling door 2:

Noord-componente	Coëff. cosinus 9.3 of 32.6%
	Coëff. sinus 7.3 of 24.3%
Oost-componente	Coëff. cosinus — 7.4 of — 24.6%
	Coëff. sinus 2.1 of 7.0%

en voor de formule eindelijk, bij de berekening waarvan 15° bij de argumenten moet opgeteld worden om den oorsprong van tijd op 1 Juli terug te brengen,

Noord	40.7% cos (nt — 52°)
Oost	25.6% cos (nt — 179°)

Bij uitwerking vindt men uit deze formules voor de moessonstroomen.

Tabel XIII.

		N	E	Richting	Procent
Juli	1890	25.1	— 25.6	N 46° W	36
Augustus	"	37.7	— 21.9	N 30° W	44
September	"	40.3	— 12.4	N 17° W	42
October	"	32.1	0.4	N 1° E	32
November	"	15.3	13.2	N 41° E	20
December	"	— 5.7	22.4	S 76° E	23
Januari	1891	— 25.1	25.6	S 46° E	36
Februari	"	— 37.7	21.9	S 30° E	44
Maart	"	— 40.3	12.4	S 17° E	42
April	"	— 32.1	— 0.4	S 1° W	32
Mei	"	— 15.3	— 13.2	S 41° W	20
Juni	"	5.7	— 22.4	N 76° W	23

Daar de moessonstroomen rondloopen en de beide componenten dus niet gelijktijdig afnemen of grooter worden, bestaat er geene eigenlijke kentering; de frequentie echter is het kleinst in November en Mei, het grootst in Augustus en Februari. De moessonstroomen draaien met de zon, in dezelfde richting als de wijzers van een uurwerk, of m. a. w. de rotatiebeweging is positief.

Om eindelijk den laatsten factor der stroombewegingen te vinden hebben wij de vroeger voor de drie waarnemingsuren gevonden componenten (1) te corrigeren voor de hieruit afgeleide dagelijksche beweging of de drie formules (2) met omgekeerd teeken bij die componenten op te tellen: men vindt gemakkelijk

	N	E
9 v. m.	— 12	— 3
2 n. m.	— 12	— 3
6 n. m.	— 12	— 3

of eene zeestrooming waarvan de frequentie is 12.4% en de richting S 14° W.

De beteekenis hiervan is dat de negatieve of Zuidcomponenten in Tabel XIII met 12 moeten vermeerderd worden en de positieve evenveel verminderd om de ware gemiddelde strooming te verkrijgen, waardoor het evenwicht tusschen de verschillende richtingen, dat in Tabel XIII bestaat, omdat de voorstelling der zuivere moessonstroomen daar schematisch is gegeven, wordt verbroken en de stroomen om de Zuid-oost in den Westmoesson de overhand verkrijgen over de Noordwestelijke stroomen in den Oostmoesson.

§ 3. Windrichting,

De windrichting te *Poeloe Langkoeas*, waargenomen sedert Januari 1889 en waarvan de bewerking zich over de vier jaren 1889 — 1892 uitstrekt, toont echter aan, dat hier bezwaarlijk aan driftstroomen, door de heerschende windrichtingen veroorzaakt, kan gedacht worden.

Tabel XIV.

Windrichting te *Poeloe Langkoeas*.

	9 v. m.	procent	2 n. m.	procent	6 n. m.	procent
Januari	N 36° W	57	N 39° W	70	N 34° W	73
Februari	N 33° W	67	N 35° W	70	N 34° W	73
Maart	N 51° W	47	N 58° W	50	N 48° W	50
April	S 45° E	33	S 11° E	17	S 45° E	23
Mei	S 50° E	53	S 74° E	23	S 42° E	40
Juni	S 52° E	60	S 38° E	37	S 36° E	47
Juli	S 69° E	63	S 73° E	47	S 67° E	50
Augustus	S 75° E	77	S 87° E	60	S 66° E	57
September	S 43° E	63	S 54° E	47	S 42° E	43
October	S 47° E	53	S 41° E	37	S 13° E	43
November	S 42° W	43	S 72° W	53	S 45° W	33
December	S 82° W	47	N 80° W	57	N 82° W	50
April-Oct.	S 57° E	57	S 61° E	33	S 45° E	43
Nov.-Maart	N 61° W	43	N 60° W	53	N 54° W	47
Jaar	S 53° E	15	N 69° W	3	S 13° E	6

De Oostmoesson duurt dus langer dan de Westmoesson en de kenteringmaanden zijn November en December; want in de laatste maand waait de wind uit het Westen of uit het WNW, terwijl de eigenlijke Westmoesson, als hij goed doorstaat, nl. in Januari en Februari, eene zeer duidelijk uitgesproken Noordwestelijke richting heeft, bijna zelfs NNW; de gemiddelde windrichting berekend voor de maanden November—Maart geeft dus in geen deele een juist beeld, omdat hierbij Noordwesten en Zuidwesten winden zijn bijeengenomen.

De gemiddelde windrichting berekend uit de zeven maanden April—October echter mag werkelijk als zoodanig worden beschouwd. Uit de jaargemiddelden blijkt, dat er eene zeer lichte neiging tot Noordwesten wind te 2 n. m. bestaat, die op het doorkomen van landwind wijst. Deze neiging is echter zoo gering, dat er geen bezwaar kan bestaan tegen het bijeen voegen der drie waarnemingsuren, ten einde hieruit de keerpunten der moesson te berekenen.

Tabel XV.

Gemiddelde windrichting voor de drie waarnemings-uren te Poeloe Langkoeas.
1889—1892

	N	E		procent	verschil. N—E
Januari	16.1	— 11.6	N 37° W	57	27.7
Februari	17.1	— 11.6	N 35° W	60	28.7
Maart	9.0	— 11.9	N 53° W	50	20.9
April	— 5.7	3.9	S 34° E	23	— 9.6
Mei	— 7.1	8.9	S 52° E	40	— 16.0
Juni	— 10.3	9.4	S 42° E	43	— 19.7
Juli	— 5.7	15.0	S 68° E	53	— 20.7
Augustus	— 4.5	18.5	S 75° E	67	— 23.0
September	— 10.6	10.7	S 45° E	53	— 21.3
October	— 10.6	6.9	S 32° E	43	— 17.5
November	— 7.2	— 10.0	S 55° W	40	2.8
December	1.0	— 15.0	N 86° W	50	16.0

Uit deze tabel blijkt, hetgeen trouwens uit de vorige ook reeds duidelijk was, dat in Juli en Augustus de Noord-componente op zonderlinge wijze afneemt, zoodat nu de wind in plaats van Zuidoost, als in Juni en September, bijna tot vlak Oost nadert.

De uit de laatste kolom van verschillen berekende datums der hoofdpunten van de moessons, volgens de vroegen aangegeven methoden zijn:

sterkste Noordwesten winden 29 Januari
kentering 1 Mei
sterkste Zuid-oosten winden 31 Juli
kentering 30 September

Ook op *Ondiepwatereiland* is de wind gedurende vier jaren, dezelfde als voor *Poeloe Langkoeas*, op drie uren dagelijks waargenomen. Van een invloed van land- en zeewind is hier weinig of niets te bespeuren, zooals uit de volgende gemiddelde richtingen moge blijken:

	9 v. m.	2 n. m.	6 n. m.
Apr.-Oct.	S 49° E 60%	S 40° E 60%	S 47° E 63%
Nov.-Mrt.	N 73° W 57%	N 69° W 57%	N 62° W 50%

De drie uren kunnen dus met voordeel voor de zekerheid bij elkander gevoegd worden zooals in Tabel XVI is geschied. De getallen der componenten hebben, evenals in de vorige tabel, betrekking op het getal 30.

Tabel XVI.

Gemiddelde windrichting voor drie waarnemings-uren te Ondiepwatereiland.
1889—1892

	N	E		procent	verschil. N—E
Januari	14.9	— 19.6	N 53° W	83	34.5
Februari	14.5	— 17.9	N 50° W	77	32.4
Maart	11.9	— 13.2	N 47° W	60	25.1
April	— 8.9	3.3	S 18° E	30	— 12.2
Mei	— 10.9	11.0	S 45° E	53	— 21.9
Juni	— 15.3	10.8	S 36° E	63	— 26.1
Juli	— 11.3	19.3	S 60° E	73	— 30.6
Augustus	— 12.7	22.3	S 59° E	87	— 35.0
September	— 16.9	16.8	S 45° E	80	— 33.7
October	— 13.2	11.7	S 43° E	60	— 24.9
November	— 11.1	— 8.7	S 39° W	47	— 2.4
December	— 0.1	— 16.1	W	53	16.0
April-Oct.	— 12.7	13.6	S 47° E	63	
Nov.-Maart	6.0	— 15.1	N 68° W	53	
Jaar	— 4.9	1.6	S 22° E	14	

De vergelijking dezer Tabel met XIV en XV toont duidelijk hoe nauwkeurig de resultaten zijn, die op eene dergelijke eenvoudige wijze, als eene waarneming bij schatting der windrichting is, verkregen kunnen worden. De overeenstemming tusschen de beide plaatsen is bijna volkomen, zoo zelfs dat men ook hier, zij het ook in mindere mate, in Juli en Augustus eene plotselinge vermindering waarneemt der Zuidelijke componenten, die haar weerslag vindt in eene meer Oostelijke windrichting gedurende die maanden, dan daarvoor en daarna.

De eigenlijke Westmoesson staat te O. W. E even als te P. L. slechts gedurende drie maanden krachtig door en schijnt hier eene ietwat meer westelijke richting aan te nemen dan in het noordelijk deel der *Gaspar-straten*. November is kentering maand, minder wat gebrek aan bestendigheid aangaat, welke laatste grooter is dan die van April, maar wat betreft de richting die Zuidwest is en die in December even als trouwens te P. L., geheel en al West wordt; hierdoor is het niet mogelijk aan de gemiddelde windrichting berekend voor de vijf maanden November tot Maart eene juiste beteekenis te hechten: hierbij toch worden ongelijksoortige grootheden gemiddeld. Uit de in Tabel XVI gegeven moessongemiddelden mag b. v. om deze reden niet opgemaakt worden dat, zooals deze schijnen aan te wijzen, de richtingen der beide moessons niet diametraal tegen over elkander staan, want feitelijk doen zij dit vrij nauwkeurig.

Berekent men uit de laatste kolom van verschillen de kenmerkende datums der moessons, zoo vindt men voor deze plaats bijna volkomen dezelfde keerpunten als voor *Poeloe Langkoeas*:

Sterkste Noordwesten winden 2 Februari.
Kentering 5 Mei.
Sterkste Zuidwesten winden 4 Augustus.
Kentering 3 November.

Over het geheel genomen hebben ook hier de Zuidwesten winden de overhand; de Oostmoesson duurt zeven maanden tegenover de Westmoesson vijf, waarvan bovendien slechts drie, n.l. Januari, Februari en Maart als echte Noordwestmoesson-maanden mogen aangemerkt worden.

De bestendigheds percentages zijn hier iets grooter dan in het noordelijk deel der straat, zoodat de moessons, schoon in beide plaatsen scherp gemarkeerd, op *Ondiepwatereiland* nog sterker uitkomen dan te *Poeloe Langkoeas*.

Op geheel *Biliton* valt in December het meeste regen, een feit waarvan de bijzondere windrichting eene verklaring geeft (voorzoverre men deze samentreffing eene verklaring kan noemen).

Geene fingerwijzing daarentegen vindt men in de windrichting voor de verklaring van het feit dat in Februari in alle deze streken minder regen valt dan in Januari en Maart. Evenmin is een duidelijk verband zichtbaar tusschen de hierboven aangegeven bijzondere windrichtingen in Juli en Augustus en den regenval; de droogste maanden zijn over het geheel genomen Augustus en September, maar het verschil met Juli is gering en van een waarlijk drogen moesson is geen sprake. In October echter valt gemiddeld aanmerkelijk meer regen dan in September, een wel bewezen feit, dat evenmin in de Tabellen XV en XVI eene verklaring vindt, tenzij men die zoeke, niet in de richting, maar in het kleinere percentage der bestendigheid en dus het grooter aantal voorkomende richtingen die niet Zuidoost zijn. Gaat men van dit standpunt uit zoo vindt men voor alle verhoudingen tusschen de Tabellen XV en XVI en den regenval eene bevredigende verklaring, behalve voor het minimum in

Februari. In Tabel XVII is ter vergelijking de gemiddelde regenval gegeven van *Tandjoeng Pandan*, de hoofdplaats van *Biliton* en het meest westelijke der vier op dit eiland geplaatste regenstations.

Tabel XVII.

Regenval te *Tandjoeng Pandan*.

	aantal regen- dagen.	regenval milli- meters.	regen- waar- schijnlijk- heid.	Gemidd. per regendag- m.m.
Januari	17	265	55%	15.6
Februari	11	143	39	13.0
Maart	15	229	48	15.3
April	17	243	57	14.3
Mei	19	264	61	13.9
Juni	15	199	50	13.3
Juli	12	167	39	13.9
Augustus	10	136	32	13.6
September	12	166	40	13.8
October	18	257	58	14.1
November	21	319	70	15.1
December	23	393	74	17.0
Jaar	190	2781	52	14.6

Uit deze Tabel blijkt hoe moeilijk en dikwerf onmogelijk het is een bepaald verband aan te wijzen tusschen regenval en gemiddelde windrichting; ten onrechte wordt dikwerf gemeend, dat zulk een duidelijk verband in een land waar moessons heerschen altijd en in alle bijzonderheden bestaat en in het oog moet vallen.

September 1893.

VAN DER STOK.

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel.

VIII. Straat Soenda en Indische Oceaan.

§ 1. Op drie plaatsen voor welke men à priori mag aannemen dat de oorsprong der heerschende getijden dezelfde moet zijn, allen gelegen aan de uitwendige westelijke kustlijn van *Java* en *Sumatra*, zijn waarnemingen verricht, die den sleutel zullen leveren tot de ontwarring van de in het westelijk deel van den Archipel instroomende getijden, indien er later voldoende gegevens bijeen zijn gebracht om tot eene verklarende voorstelling van het geheel te geraken.

Te *Ajerbangis*, gelegen op $0^{\circ} 11' 41''$ Noorderbreedte en $99^{\circ} 22'.45$ Oosterlengte, heeft de controleur dezer onderafdeeling, de Heer H. J. VAN HAASTERT op 1 Juli 1891 eene reeks observaties van getijden en stroomrichtingen aangevangen, die kortelings, op 1 Juli 1893, onafgebroken gedurende twee jaren was voortgezet, zoodat er voldoende materieel bestond voor bewerking niet alleen, maar ook voor kritiek door middel van vergelijking der beide onafhankelijke reeksen.

In *Straat Soenda* zijn door den lichtopzichter van het kustlicht op *Java's vierde punt*, den Heer G. J. A. SOMER, op de bekende wijze waarnemingen van waterstanden en stroomingen gedaan, die, zooals blijken zal, een geheel nieuw licht werpen op deze verschijnselen in die straat, die trouwens reeds langen tijd bij de zeevarenden als zonderling bekend stonden.

Het kustlicht ligt op $6^{\circ} 4'.25$ Zuiderbreedte en $105^{\circ} 53'.1$ Oosterlengte.

In de derde plaats eindelijk komt hier wederom *Tjilatjap* in aanmerking, waarvan de particele getijden reeds in studie I zijn bekend gemaakt.

Terwijl er echter toen slechts één jaar bewerkt was, hebben nu alle drie jaren die bewerking ondergaan, ten minste wat betreft de korte getijden, zoodat nu uit de onderlinge vergelijking der drie reeksen blijken kan tot hoever de nauwkeurigheid kan gaan, die bij waarneming der getijverschijnselen bereikt kan worden.

§ 2. *Ajerbangis*.

a. Getijden.

Tabel I.

Constanten der getijden te *Ajerbangis*.

	Juli 1891–Juni 1892.		Juli 1892–Juni 1893.		Gemiddeld.	
	H	k	H	k	H	k
	c.m.		c.m.		c.m.	
S_2	13.2	207°	17.8	192°	15.4	198°
M_2	27.2	154°	23.8	165°	25.4	159°
K_1	15.1	273°	14.7	280°	15.2	278°
O	5.5	202°	5.1	271°	4.4	235°
P	2.1	165°	8.1	243°	—	—
N	5.5	129°	4.5	144°	5.0	136°
K_2	1.4	193°	1.8	186°	1.6	190°
S_a	3.9	177°	13.4	132°	8.2	141°
S_{sa}	3.8	92°	3.3	29°	3.0	64°
W	134.1		126.7		130.4	

Ofschoon de overeenstemming tusschen beide reeksen niet zóó nauwkeurig is als voor andere plaatsen, mag toch het getijden régime door deze constanten als volkomen bekend worden beschouwd; deze minder juiste overeenstemming is trouwens natuurlijk als men in aanmerking neemt dat de plaats der waarneming blootgesteld is aan alle storende invloeden der op *Sumatra's Westkust* heerschende stroomingen en deiningen en dat de getijden zelve daarentegen zeer zwak zijn.

Het dubbeldaagsch systeem M_2 en S_2 is overheerschend: het havengetal (het kappa-getal van M_2) bedraagt 5.5 uur en 1.60 dagen na de datums van volle of nieuwe maan is het springtij met hoogwater te 6.6 uur en een verval van

$$2 (25.4 + 15.4) = 82 \text{ c.m.}$$

Evenveel dagen na de datums van eerste en laatste kwartier is het doottij met een verval van

$$2 (25.4 - 15.4) = 20 \text{ c.m.}$$

Nu komt het enkeldaagsch getij K_1 met zijne amplitude van 15 c.m. tot zijn recht en kan, als de omstandigheden gunstig zijn, een der beide maxima aanzienlijk versterken en het andere bijna volkomen neutraliseeren, zoodat men nu slechts eenmaal hoogwater waarneemt, terwijl op den 12 uur daarvan verschillenden tijd noch laag, noch hoog water wordt geobserveerd.

Wil men dit probleem iets verder uitwerken, zoo vindt men dat omstreeks einde Juni bij volle of nieuwe maan, als tevens de maansdeclinatie hare grootste waarde bereikt, het maansgetij hoogwater geeft te 5.5 uur 's ochtends en 's avonds, het zonsgetij te 6.6 uur 's ochtends en 's avonds en het enkeldaagsch getij K_1 des ochtends te 6.5 uur. De drie amplituden zullen zich derhalve ongeveer vereenigen en in den vroegen ochtend een hoogsten waterstand veroorzaken van

$$25.4 + 15.4 + 15.1 = 55.9 \text{ c.m.}$$

des avonds echter geeft het enkeldaagsch getij laagwater en wordt dus een stand waargenomen van slechts

$$25.4 + 15.4 - 15.1 = 25.7 \text{ c.m.}$$

boven gemiddeld peil, terwijl precies hetzelfde omstreeks het einde van December geschiedt, alleen met dit verschil, dat nu het grootste maximum in den namiddag te 6 uur voorkomt en het kleinste des ochtends.

Een zevental dagen later echter, bij kwartiermaan, verzwakken de beide dubbeldaagsche componenten elkander, terwijl, ofschoon nu ook de maansdeclinatie nul is, het enkeldaagsch getij slechts weinig door het getij O wordt tegengewerkt, zoodat zich nu het boven besproken geval voordoet dat het enkeldaagsch systeem zegeviert.

Ofschoon dus met recht kan gezegd worden, dat te *Ajerbangis* dubbeldaagsche getijden heerschen, is toch de verhouding van het enkeldaagsch getij K_1 ten opzichte daarvan zóó groot, dat de waterhoogten die men meent te moeten verwachten, redeneerende

van uit het standpunt der uitsluitend dubbeldaagsche getijden, zich dikwijls niet zullen voordoen, terwijl zich hier bovendien het bijzondere geval vertoont dat dit enkeldaagsch getij vrij wel constant blijft wegens de abnormaal geringe grootte van het getij O en het getij P blijkbaar te klein is om uit eene tweejarige reeks bepaald te kunnen worden.

Is het om eene niet meer dan vrij juiste benadering te doen, dan zal echter de voorspelling dezer, op den eersten aanblik zonderlinge getijden, bijzonder gemakkelijk en eenvoudig zijn, omdat men hier slechts met drie factoren heeft rekening te houden, nl. S_2 , M_2 en K en de overige verwaarloosd kunnen worden; het zou trouwens weinig moeite kosten ook het getij N in de berekening op te nemen. Eene opmerking omtrent vele opgaven van havengetallen moge hier eene plaats vinden; dikwerf toch vindt men voor het havengetal twee verschillende getallen opgegeven, een voor nieuwe maan en een voor volle maan. In het in studie V aangehaald verslag over de getijwaarnemingen gedurende 1839 vindt men onder *Tjilatjap* de volgende bemerking: „Opmerkenswaardig is het, even als te *Poeloe Chinco*, dat met nieuwe maan het hooge water doorgaans en wel bijna een uur later invalt dan met volle maan” en voor *Poeloe Chinco* op *Sumatra's Westkust* wordt opgegeven

met nieuwe maan 6 u. 27 m.
 „ volle „ 5 „ 32 „

voor de gemiddelde havengetallen. Deze opvatting moet natuurlijk onjuist zijn, of liever, van eene juiste waarneming moet de interpretatie onvolledig zijn. Hoe men het havengetal ook definieert, of als het kappagetal van M_2 , (5.5 uren voor *Ajerbangis*), of als de tijd van hoogwater op den dag van springtij (6.6 uur te *Ajerbangis*), constant moet het getal zijn. De verklaring hiervan is te zoeken in het optreden van het getij K_1 . Stellen wij b.v. dat men begint waar te nemen in Juni bij nieuwe maan en dat men 6.6 uur voor havengetal vindt: K_1 geeft nu hoog water te 6.5 uur v.m. en zal dus geen verandering brengen in dezen officieelen tijd, aangegeven door het getij S_2 . Na 14 dagen echter, bij volle maan, geeft K_1 hoog water een uur vroeger, te 5.5 uur, en nu zal de invloed hiervan zijn dat hoogwater van het dubbeldaagsch getij ook iets vroeger invalt dan te 6.6 uren en wel, ruim berekend, te

$$\frac{15 \times 5.5 + 41 \times 6.6}{56} = 6.3 \text{ uur.}$$

Het is derhalve duidelijk dat, als men in Juni met nieuwe maan aanvangt en waarneemt over een beperkten tijd, d.i. over minder dan een vol jaar, men voor het gemiddeld havengetal bij nieuwe maan altijd een iets grooter getal zal vinden dan bij volle maan en in ons geval zal dit verschil ongeveer 0.3 uren bedragen. Ware men echter aangevangen met volle maan, dan zou het omgekeerde zijn waargenomen: de eerste phase waarmede men is aangevangen, zal steeds een grooter getal geven dan de tweede.

Naarmate nu, als de dag van springtij voorbij is, M_2 en S_2 elkander meer beginnen tegen te werken, treedt ook de invloed van K_1 meer op den voorgrond en dus ook het verschil voor twee perioden die 14 dagen uit elkander gelegen zijn, zoodat, indien men gemiddelde waarden neemt der havengetallen, een grooter verschil dan de bovengenoemde 0.3 uren zal geconstateerd worden. Of deze verklaring volkomen toereikend is kan natuurlijk hier niet beslist worden; daarvoor zou het noodig zijn te weten op welke wijze de in het verslag gegeven havengetallen zijn berekend; wel mag hieruit de leering getrokken

worden, dat bij het publiceeren van dergelijke grootheden die, als geographische constanten, van groote en blijvende waarde moeten zijn, men nooit mag verzuimen eene uitvoerige mededeeling omtrent de wijze van waarneming en berekening er bij te voegen of ergens in een archief te deponeren en daarnaar te verwijzen.

Op zich zelf beschouwd komen zooals men ziet, de beide voor *P. Chinco* gegeven getallen volkomen overeen met de voor *Ajerbangis* gevonden kappagetallen van S_2 en M_2 , maar daarin kan het verschil tusschen nieuwe en volle maan niet gelegen zijn; in beide fasen toch staan deze perioden weder op volkomen gelijke wijze tegenover elkander. Nog eene andere gevolgtrekking van algemeenen aard kan uit Tabel I afgeleid worden: voor K_1 , het grootste enkeldaagsche getij, is nl. een kappagetal gevonden, dat volkomen gelijk is aan dat voor *Tjilatjap* medegedeeld in studie I bladz. 49. Ook de amplitude is bijna gelijk, maar iets kleiner op *Sumatra's Westkust* dan op *Java's Zuidkust*, zooals zich trouwens gemakkelijk laat verklaren door het nauwere veld waarin de getijgolf zich bezuiden *Java* moet bewegen. Neemt men op grond van deze coïncidentie der kappagetallen van K_1 aan dat de getijden op de beide plaatsen een gelijken oorsprong hebben, dan moet ook aangenomen worden dat de getijden M_2 en S_2 in veel sterker mate dan het getij K_1 den invloed ondervinden der genoemde veldsvernauwing. Terwijl toch te *Ajerbangis* de amplitude van K_1 is 15.2 c.m., bedraagt deze te *Tjilatjap* 18.6 c.m., terwijl de kappagetallen gelijk zijn; van M_2 echter zijn de amplituden respectievelijk 25.4 en 48.9, zoodat wij hier bijna eene verdubbeling kunnen constateeren en 't zelfde geldt voor S_2 met amplituden 15.4 en 24.5. Bovendien echter ondervinden deze dubbeldaagsche getijden nog eene belangrijke vertraging van 3 uren, want de havengetallen te *Ajerbangis* en *Tjilatjap* zijn 5.5 en 8.5 uren. Deze vertraging in tijd stemt trouwens overeen met de toeneming der amplituden, terwijl eveneens bij het partieelgetij K_1 overeenstemming bestaat tusschen de zeer geringe vergrooing aan den eenen en het bijna absolute synchronisme aan den anderen kant.

Wat de getijden (oneigenlijke) van langen duur aangaat, zoo blijkt, zooals te verwachten was, alle vergelijking tusschen beide plaatsen onmogelijk; het verschil in ligging en klimaat is te groot.

In Tabel II vindt men de gemiddelde waterhoogten berekend voor elke maand door toepassing der correctie voor de veranderingen door het getij K_1 veroorzaakt en tevens voor S_2 .

Tabel II.
 Gemiddelde maandelijksche waterstand
 te *Ajerbangis*.

	1891-1892	1892-1893	gemiddeld
	c.m.	c.m.	c.m.
Juli	134.3	140.4	137.4
Augustus	131.7	140.3	136.0
September	133.5	134.7	134.1
October	134.5	133.0	133.8
November	135.6	128.0	131.8
December	132.5	112.4	132.5
Januari	133.7	114.0	123.9
Februari	125.2	115.1	120.2
Maart	133.0	111.6	122.2
April	142.4	127.5	135.0
Mei	137.9	135.8	136.9
Juni	135.8	127.6	131.7

Hieruit blijkt dat de hoogste waterstand wordt waargenomen in Juli, de laagste in Februari en dat het verschil gemiddeld ruim 17 c.m. bedraagt.

Uit het gemiddelde kappa-getal van Sa in Tabel I gegeven berekent men op de bekende wijze, dat hoogwater gemiddeld voorkomt op 11 Augustus, laagwater op 10 Februari; tusschen de beide jaren is het verschil in dit opzicht echter niet onbelangrijk. In het eerste jaar toch viel hoogwater in eerst op den 17 September, in het tweede jaar op 2 Augustus, terwijl er in het eerste jaar slechts eene zeer flauwe neiging tot verschil in waterstand bestond.

Nog is het van belang hier mede te deelen dat te *Oleh-leh* het havengetal, volgens mededeeling van den havenmeester, den Heer POSTHUMUS, 9^u45^m bedraagt, zoodat hier blijkbaar een geheel ander régime heerscht dan op *Sumatra's Westkust*.

b. Stroomingen.

Gedurende 23 van de 24 maanden zijn te *Ajerbangis* ook stroomwaarnemingen verricht, die echter aanleiding geven tot slechts enkele resultaten. Reeds bij den eersten aanblik der waarnemingen valt het op, dat eene bepaalde richting, des ochtends waargenomen, altijd ook des middags en des avonds wordt aangeteekend, zoodat er van eigenlijke getijstroomen geen sprake kan zijn. Bij een dubbeldaagsche strooming toch zal 2 n.m. in den regel met 9 v.m. van teeken verschillen en bij een enkeldaagschen getijstroom moeten 9 v.m. en 6 n.m. in den regel tegengesteld zijn aan elkander.

Daar op slechts enkele uitzonderingen na alleen Zuidelijke, Westelijke en Oostelijke stroomingen zijn waargenomen is het mogelijk terstond, zonder berekening, de componenten op te schrijven en daar deze voor de drie waarnemingsuren dezelfde zijn, en er dus geen dagelijksche variatie bestaat, is het ook voldoende deze voor slechts één uur op te geven.

Tabel III.

	Eerste jaar		Tweede jaar	
	N	E	N	E
Juli	— 15	11	— 8	9
Augustus	— 10	— 6	— 11	12
September	— 12	— 2	— 18	— 1
October	— 12	— 1	— 3	16
November	— 4	— 16	— 15	6
December	— 10	— 5	— 12	10
Januari	— 11	0	— 14	5
Februari	— 7	0	— 7	6
Maart	— 8	— 3	— 3	6
April	— 2	— 2	— 13	— 8
Mei	— 14	— 7	— 6	— 11
Juni	— 12	— 4	— 7	— 1
Gemiddeld	— 10	— 3	— 10	4

Hieruit volgt terstond dat ruim dertig procent der waargenomen richtingen veroorzaakt worden door een permanenten stroom om de Zuid, die in 't eerste jaar een meer Zuidwestelijk, in 't tweede een meer Zuidoostelijk karakter aannam. Vereenigen wij de maanden April-September en October tot Maart, zoo vinden wij

	Verschillen							
	Eerste jaar		Tweede jaar		Eerste jaar		Tweede jaar	
	N	E	N	E	N	E	N	E
April-September	— 10.8	— 1.7	— 10.5	0.0	— 1.0	1.2	— 0.7	— 4.1
October-Maart	— 8.7	— 4.2	— 9.0	8.2	1.1	— 1.3	0.8	— 4.1
Jaar	— 9.8	— 2.9	— 9.8	4.1				

Uit dit overzicht blijkt dat er slechts een spoor bestaat van een invloed der moessons; deze is van dien aard, dat van April tot September in het eerste jaar stroomen om de Zuid-oost, in het tweede jaar om de Zuidwest op den voorgrond traden, terwijl in October tot Maart Noordwestelijke en Noordoostelijke stroomingen optraden, waaruit blijkt dat bij *Ajerbangis* reeds het moesson-systeem van *Noord-Sumatra* heerscht, zij het ook in zeer geringe mate. In hoekmaat uitgedrukt, luidt deze Tabel aldus.

Tabel IV.

	Eerste jaar		Tweede jaar		Moessonstroomen.	
	Verschillen.		Verschillen.		Verschillen.	
April-Sept.	S 10°	W 37%	S	37%	S 50°	E S 79°
Oct.-Maart	S 24°	W 33%	S 42°	E 40%	N 50°	W N 79°
Jaar	S 17°	W 33%	S 22°	E 37%		

Eene samenvoeging der resultaten voor beide jaren is niet wel mogelijk wegens de groote verschillen die zich in beide reeksen vertoonen; zooals boven reeds is opgemerkt, zijn er van eigenlijke getijstroomen in de waarnemingen van *Ajerbangis* geene sporen te vinden.

c. Windrichting.

Ofschoon te *Baros* en te *Sinkel* windwaarnemingen zijn verricht en ook te *Ajerbangis* zelf, schijnt het voor de kennis der stroomen van meer belang waarnemingen te bezigen die op zee zijn verricht, dan observaties, die ter plaatse gedaan zijn. De resultaten die hier gegeven worden zijn getrokken uit alle waarnemingen die aan boord van oorlogsschepen gedurende deze eeuw zijn verricht en die samengevoegd zijn voor de graadvakken van *Sinkel* tot *Ajerbangis*; deze gegevens bevinden zich op 't oogenblik in het archief van het Observatorium en zullen binnen kort uitgegeven worden.

De componenten zijn berekend direct uit procenten en hebben dus betrekking op het grondgetal 100 en niet op 30 zooals het geval is indien direct met maandeijfers wordt gewerkt.

Tabel V.

Windrichting op zee van *Sinkel* tot *Ajerbangis*.

	Dag		proc.	Nacht		proc.
	N	E		N	E	
April-Sept	8.5	— 26.4	N 77° W 27.7	30.0	12.3	N 52° E 32.4
Oct.-Maart	— 4.6	— 20.7	S 72° W 21.2	14.9	19.1	N 22° E 24.2
Jaar	2.0	— 23.5	N 85° W 23.6	22.5	15.7	N 35° E 27.4

Hieruit blijkt dat verreweg het grootste percentage aan den invloed van land en zee is toe te schrijven; in April-September staan zelfs de richtingen gedurende den dag en den nacht bijna diametraal tegenover elkander. Vereenigen wij de componenten voor dag en nacht zoo mag aangenomen worden dat deze invloed geëlimineerd zal zijn en men alleen overhoudt de algemeen heerschende richting en de moessonwinden, welke laatste men zuiver verkrijgt door de componenten voor het geheele jaar af te trekken van die voor de seizoenen.

Tabel VI.

Dag en nacht te samen genomen.

	Verschillen				Moessons	
	N	E	N	E	Moessons	
April-September	19.3	— 7.1	7.0	— 3.2	N 24° 34' W	7.7%
October-Maart	5.2	— 0.8	— 7.1	3.1	S 24° 34' E	7.7%
Jaar	12.3	— 3.9			N 17° 35' W	12.9%

Trekken wij eindelijk de overeenkomstige componenten voor den nacht af van die voor den dag, zoo geven de verschillen de *dubbele* componenten voor den zeewind, die overdag heerscht, gezuiverd van alle andere invloeden; men vindt voor dag minus nacht, gedeeld door twee:

April-September	— 10.8 — 19.4	} S 57°15' W 22.1%
October-Maart	— 9.8 — 19.9	
Jaar	— 10.3 — 19.6	

Uit de groote overeenkomst tusschen de resultaten voor de beide seizoenen blijkt de juistheid der ten grondslag gelegde praemissen.

Resumeerend vindt men dus voor de windrichting die op zee, niet ver uit de *Sumtrakust*, heerscht tusschen *Singkel* en *Ajerbangis*, het volgende:

Het grootste percentage brengt de land en zeewind aan, nl. 22.1%, deze waait overdag uit den Zuid 57°15' Westelijken hoek, des nachts uit het Noord 57°15' Oosten.

Een tweede factor is de permanente wind, die geacht kan worden met een percentage 12.9 het geheele jaar door te staan, waaiende uit den Noord 17°35' Westelijken hoek; het is deze factor die waarschijnlijk de oorzaak is van de boven in Tabel V gevonden permanente zeestrooming om de Zuid; dat voor die zeestrooming een veel grooter percentage gevonden werd dan van de windrichting die haar veroorzaakt is geen argument tegen dit aangenomen causaliteitsverband. Bij eene strooming toch speelt inertie eene groote rol en eene geringe oorzaak, mits permanent, kan daardoor tot groote gevolgen leiden, terwijl hevige maar periodiek snel veranderende of aperiodiek optredende oorzaken geene strooming te voorschijn roepen.

De derde factor bij de windrichting is eindelijk de moessonwind, die in April tot September uit het Noord 24°34' Westen en in October tot Maart uit de tegenovergestelde streek waait met een percentage echter van minder dan 8.

Ook hieruit blijkt, dat, schoon van moessons weinig te bemerken is, op dit gedeelte van *Sumatra's* kust reeds het régime van *Noord-Sumatra* of dat der Britsch Indische Bezittingen heerscht; hiermede was ook het resultaat der stroomwaarnemingen van *Ajerbangis* in overeenstemming.

§ 3. Java's 4^{de} punt.

a. Getijden.

Tabel VII.

Constanten der getijden voor Java's 4 ^{de} punt.					
	Oct. 1890-Sept. 1891		Sept. 91-Aug. 92		Gemiddeld.
	H	k	H	k	H k
	c.m.		c.m.		c.m.
S ₂	12.8	287°	12.8	279°	12.8 283°
M ₂	21.5	208°	23.4	207°	22.5 208°
K ₁	5.9	237°	5.3	223°	6.0 231°
O	2.8	210°	3.9	206°	3.4 208°
P	2.3	176°	3.3	293°	1.5 251°
N	4.0	196°	3.2	190°	3.6 193°
K ₂	2.1	289°	2.8	289°	3.7 290°
Sa	15.3	130°	16.3	305°	— —
Ssa	3.4	138°	4.8	280°	— —
W	43.4		51.1		47.3

Uit de gegevens der Tabel VII blijkt dat de getijden bij *Java's* 4^{de} punt een duidelijk dubbeldaagsch karakter dragen, het enkel-

daagsch getij is klein, de getijden O en P zelfs zoo klein, dat zij voor de praktijk niet in aanmerking komen. Het havengetal (het kappa-getal van M₂) bedraagt 208° of 7.2 uren, springtij komt voor

$$\frac{283^\circ - 208^\circ}{24.3815} = 3.1 \text{ dagen}$$

na den datum van nieuwe of volle maan; het verval bedraagt dan

$$2 (22.5 + 12.8) = 71 \text{ c.m.}$$

Doodtij wordt waargenomen drie dagen na de datums van eerste en laatste kwartier met een verval van

$$2 (22.5 - 12.8) = 19 \text{ c.m.}$$

Omstreeks dezen tijd zal het getij K₁, schoon zelf niet groot, zijn invloed doen gelden; in Juni en Juli geeft dit getij hoog-water te 15.3 uur, of ongeveer te 3 uur 's nachts, zoodat dan het nachtelijk hoog-water zal versterkt worden met de 6 c.m. der amplitude, terwijl het middag-hoog-water even veel verzwakt wordt. Daar dit middag-hoog-water bij doodtij slechts 9 c.m. bedraagt, zal het dus bijna geheel en al door het enkeldaagsch getij worden gecompenseerd, zoodat alsdan noch daling noch rijzing te bespeuren is. Feitelijk wordt dus slechts één hoog-water waargenomen, waar echter geen laag-water tegenover staat.

In December en Januari geeft het getij K₁ hoog-water te 3 uur n.m.; nu wordt dus het namiddag-hoog-water versterkt en het nachtelijk hoog-water verzwakt, zoodat slechts één duidelijk maximum in den namiddag tot ontwikkeling komt.

De kleinere getijden N en K₂ oefenen weinig invloed uit maar zijn uit de waarnemingen met juistheid af te leiden. Hun invloed echter, ofschoon absoluut klein, kan, omdat de hoofdgetijden zelve niet groot zijn, toch betrekkelijk groot worden en aanleiding geven tot verschijnselen die op den waarnemer een indruk van onberekendbaarheid maken.

Zooals trouwens altijd het geval is als de enkeldaagsche getijden klein zijn, stemmen de waarden gevonden voor het getij P voor de beide jaren slecht overeen, zoodat het gevonden kappa-getal, 251°, weinig vertrouwen verdient en door voortzetting der waarnemingen juist moet bepaald worden; voor de praktijk echter is deze onzekerheid van ondergeschikt belang.

Nog minder stemmen de amplituden en kappa-getallen voor de beide jaren onderling overeen, als men de getijden van langen duur Sa en Ssa beschouwt, zoodat hiervoor zelfs niet bij benadering eene gemiddelde waarde kan berekend worden. Dit gebrek aan overeenstemming is niet te wijten aan de waarnemingen, maar de uitdrukking van het feit, dat in straat *Soenda* in den gemiddelden waterstand geene bepaalde jaarlijkse periode voorkomt; de moesson-invloeden, die regelmaat te voorschijn roepen, zijn hier blijkbaar gering of, beter, hebben hier weinig uitwerking en daarom zijn de gemiddelde waterstanden afhankelijk van onregelmatig werkende oorzaken. Hieraan is het toe te schrijven, dat in het eerste jaar hoog-water voorkwam op 1 Augustus en in het tweede jaar op 25 Januari.

Deze datums berekend op de bekende wijze uit de kappa-getallen van Sa hebben echter geene praktische beteekenis omdat in werkelijkheid de gemiddelde waterstanden daarmede niet overeenkomen.

Zooals uit de waarden der Tabel VIII blijkt, waarin de waterstanden na correctie voor den invloed der getijden K₁ en S₂ zijn gegeven, verlopen deze vrij onregelmatig.

Tabel VIII.

		c.m.			c.m.
October	1890	60.0	October	1891	38.0
November	"	57.2	November	"	56.2
December	"	49.7	December	"	56.7
Januari	1891	38.3	Januari	1892	66.3
Februari	"	37.2	Februari	"	58.6
Maart	"	36.6	Maart	"	74.5
April	"	43.8	April	"	44.8
Mei	"	42.6	Mei	"	45.6
Juni	"	48.1	Juni	"	38.1
Juli	"	46.2	Juli	"	49.5
Augustus	"	36.8	Augustus	"	52.6
September	"	32.2			

De geheele reeks bestaat niet uit 24 maar uit 23 maanden, zooals ook uit de hoofden der Tabel I blijkt, waarin September 1891 twee malen voorkomt nl. als slotmaand van de eerste reeks en als beginmaand van de tweede. Uit deze Tabel VIII blijkt terstond, dat in het eerste jaar een geleidelijke vermindering heeft plaats gevonden, die zich gedurende het tweede jaar door eene toeneming heeft hersteld.

Bij de berekening der grootheden van Tabel VII deed zich dan ook aanvankelijk hetzelfde bezwaar voor waarop gewezen is bij de behandeling der getijden voor *de Bril*."

De in Studie II gegeven theorie der berekening bleek onvolledig en ook hier moest met deze geleidelijke toe- en afnemingen van langen duur door toepassing der noodige correcties rekening gehouden worden, alvorens de constanten voor beide waarnemingsreeksen tot overeenstemming kwamen.

De uit de kappa-getallen voor Sa berekende hoog-water datums zijn derhalve die welke *zouden* gevonden zijn indien deze groote schommelingen niet waren voorgekomen, zoodat hiervan met recht kan gezegd worden dat zij onwerkelijke grootheden voorstellen.

De in vorige studiën gegeven Tabel, waarin de schommelingen aangetoond worden waaraan de amplituden der enkel-daagsche getijden onderworpen zijn in negentienjarige periode, kan hier gemist worden omdat deze amplituden zelve zoo klein zijn, dat in elk geval hare variaties van geene betekenis zijn.

De ligging van *Java's 4de punt*, vrij diep in den zeeboezem die aan de eigenlijke *Straat Soenda* voorafgaat, zou doen verwachten, dat hier getijden moesten voorkomen van hetzelfde karakter als die te *Ajerbangis* en te *Tjilatjap*, maar aanmerkelijk vergroot wegens het belangrijk enger gebied dat de getijgolf voor hare voortplanting vindt. Deze voor de hand liggende onderstelling wordt slechts in enkele opzichten door de waarneming bevestigd; de getijden zijn eer kleiner dan groter en vooral de amplitude der enkeldaagsche getijden is veel kleiner geworden; terwijl voorts van het getij K_1 een gelijk kappa-getal gevonden wordt te *Ajerbangis* en te *Tjilatjap* en men hier dus ook een gelijk getal of hoogstens een iets groter zou verwachten, is het integendeel belangrijk kleiner, terwijl dat van M_2 nl. 7.2 uren, vrij wel past in het schema van geleidelijke verandering dat men onwillekeurig verbindt met de havengetallen 5.5 uren voor *Ajerbangis* en 8.5 voor *Tjilatjap*.

Daar echter van de Zuidwestkust van *Sumatra* 6 uur als havengetal wordt opgegeven, schijnt 7.2 wel iets te groot. De studie der stroomen zal bewijzen dat men hier inderdaad de wetten van voortplanting eener golfbeweging in een inham of boezem *niet* mag toepassen, dat de *Javazee* door de nauwe

opening haar invloed zeer merkbaar laat gelden, dat men hier dus alleen tot eene verklaring van den onderlingen samenhang kan komen indien men aanneemt dat er interferentie plaats heeft tusschen de beide golven, waarvan de eene stroomt uit den *Indischen Oceaen*, de andere uit de *Javazee*, hoogstwaarschijnlijk uit *Straat Banka*.

§ 3 b. Stroomen.

Indien de getijden in *Straat Soenda* weinig belangrijk kunnen genoemd worden zoowel wegens de geringe grootte als wegens het vrij normale, bijna Europeesche karakter, kan van de stroomen met recht het tegendeel beweerd worden. Zooals uit de volgende discussie der waarnemingen blijken zal leidt de studie der stroomingen tot zeer bijzondere en zeker onverwachte resultaten, zoodat in dit opzicht *Java's 4de Punt* een waardig tegenhanger vormt van *Sembilang*, terwijl tevens hierdoor duidelijk zal uitkomen hoe voorzichtig men zijn moet met het trekken van gevolgtrekkingen omtrent de herkomst der getijden uit de richting der getij-stroomen en hoe noodzakelijk het is vele objectieve gegevens te verzamelen en deze aan nauwgezette discussie te onderwerpen, zonder zich door persoonlijke indruk en dikwerf onbewust vooropgestelde theorien te laten leiden. De gewichtige resultaten maken eene min of meer uitvoerige discussie der waarnemingen noodzakelijk.

In Tabel IX, waarin, even als in het volgende, een stroom om de Noord-oost door een positief, een stroom om de Zuid-west door een negatief teeken is aangeduid, zijn de overschotten der stroomrichtingen gegeven voor elke maand en voor de drie waarnemingsuren, verkregen door telkens een gelijk aantal van tegenovergestelde richtingen tegen elkander weg te schrappen. De waarnemingsreeks strekt zich hier uit over 24 en niet als bij de getijden over 23 maanden.

Tabel IX.

	Eerste jaar.			Tweede jaar.		
	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
September	16	— 16	— 30	10	— 18	— 30
October	7	— 25	— 23	— 2	— 29	— 31
November	8	— 19	— 18	0	— 30	— 24
December	— 6	— 22	— 1	— 17	— 15	2
Januari	— 17	— 21	13	— 23	— 21	— 7
Februari	— 17	— 18	— 6	— 21	— 11	— 5
Maart	— 11	13	17	— 11	— 3	21
April	— 27	9	10	— 2	— 8	— 2
Mei	— 25	6	— 8	5	— 1	— 19
Juni	— 8	14	— 5	— 2	— 6	— 16
Juli	17	15	— 26	13	5	— 21
Augustus	21	— 5	— 21	3	— 3	— 15
Jaar-som	— 42	— 79	— 98	— 47	— 140	— 153
Gemiddeld	— 4	— 7	— 8	— 4	— 12	— 13

Deze tabel leert dat in September te 6 n.m. in beide jaren alle 30 observaties zonder onderscheid een stroom om de Zuid-west aantoonde, terwijl daarentegen te 9 v.m. een overschot van 16 en 10 keeren der Noord-oost richting werd geconstateerd. Reeds uit deze enkele opmerking volgt noodzakelijk dat men hier noch alleen met eene zeestrooming, noch alleen met eene moessonstrooming te doen heeft, want voor beide stroomingen zou op alle uren van den dag dezelfde richting gevonden moeten worden; men moet dus bij het onderzoek verdacht zijn of op een zeer sterken dagelijkschen gang, of op eene bijzonder krachtige *enkeldaagsche* getijstrooming; ware echter de dagelijk-

sche beweging overheerschend, dan zouden de teekens voor eenzelfde uur vrij wel dezelfde blijven, hetgeen niet het geval is, zoodat hier inderdaad, hoe vreemd het geval ook moge schijnen met het oog op het zeer zwakke enkeldaagsche getij, geene andere conclusie overblijft dan die, dat in *Straat Soenda* het grootste gedeelte der stroomingen de periode van het getij K_1 volgt. Ten einde dit feit sterker te doen uitkomen is het noodig de verschillende soorten van stroomen systematisch van elkander te scheiden. De getallen gegeven onder aan de Tabel IX voor de jaargemiddelden zijn natuurlijk onafhankelijk van getijstroomen zoowel als van driftstroomingen; op een zelfde uur toch zullen in den loop van een jaar alle fasen der enkeldaagsche K_1 stroomingen voorkomen, omdat dit getij met sterretijd verandert, en eveneens zal een driftstroom in de eene maand gecompenseerd worden door een tegenovergestelden 6 maanden later.

Deze jaargemiddelden zijn derhalve alleen onderworpen aan de invloeden van zeestroomingen, die het geheele jaar door voorkomen, en van dagelijksche invloeden, die of in een zonsdubbel-daagsch getij of in dagelijksche veranderingen van den wind hun oorsprong hebben. Uit deze gemiddelden volgt dus terstond dat er eene permanente zeestrooming bestaat om de Zuid-west. Indien men met het oog op het dubbeldaagsch zonsgetij de daggemiddelde uit de drie waarnemingen vormt door de som te nemen van éénmaal 9 v.m. en 6 n.m. en twee malen 2 n.m. en te deelen door 4, eene welbekende manier, die in dergelijke gevallen tot goede resultaten leidt (ook b. v. bij barometerwaarnemingen), dan vindt men voor het eerste jaar — 6.5 en voor het tweede — 10.3.

Deze getallen zijn nu slechts afhankelijk van één invloed, dien der zeestrooming; deze heeft derhalve gedurende het tweede jaar sterker doorgestaan dan in het eerste en daar deze getallen op 30 observaties betrekking hebben, wordt de frequentie van dezen invloed voorgesteld door de percentages

$$\frac{6.5 \times 100}{30} = 22\% \text{ en } \frac{10.3 \times 100}{30} = 34\%$$

Voor den dagelijkschen gang vindt men dan, door aftrekking van de aldus berekende gemiddelden:

	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
Eerste jaar	2.5	— 0.5	— 1.5
Tweede jaar	5.3	— 1.7	— 2.7
Gemiddeld	3.9	— 1.1	— 2.1

Dit beteekent dat, als alleen deze dagelijksche invloeden werkzaam waren, des ochtends te 9 v.m. een stroom om de Noord-oost zou voorkomen en des namiddags te 2 en 6 uur een stroom om de Zuid-west, terwijl, onder de tegenwoordige omstandigheden, deze stroomingen zich met frequenties doen gelden van respectievelijk 3.9, 1.1 en 2.1 op de 30 keeren.

Na deze beschouwingen zal het duidelijk zijn, dat, door aftrekking van de gemiddelden overeenkomende met elke kolom van Tabel IX, getallen gevonden worden, die alleen nog afhankelijk kunnen zijn van getijstroomingen K_1 en van driftstroomingen; van andere getijstroomingen toch kan geen sprake zijn omdat deze in den loop eener maand elkander altijd opheffen en zelfs binnen 15 dagen.

Tabel X.

	Eerste jaar			Tweede jaar		
	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
September	20	— 9	— 22	14	— 6	— 17
October	11	— 18	— 15	2	— 17	— 18
November	12	— 12	— 10	4	— 18	— 11
December	— 2	— 15	7	— 13	— 3	15
Januari	— 13	— 14	21	— 19	— 9	6
Februari	— 13	— 11	2	— 17	1	8
Maart	— 7	20	25	— 7	9	34
April	— 23	16	18	2	4	11
Mei	— 21	13	0	9	11	— 6
Juni	— 4	21	3	2	6	— 3
Juli	21	22	— 18	17	17	— 8
Augustus	25	2	— 13	7	9	— 2

In deze Tabel X komt het duidelijk uit dat in *Straat Soenda* enkeldaagsche getijstroomen de hoofdrol spelen, de teekens toch van de kolommen onder 9 v.m. zijn met merkwaardige juistheid tegenovergesteld aan die van de kolommen onder 6 n.m. zooals ook het geval moet zijn omdat een Noord-ooststroom te 9 v.m. gevolgd zal worden in verreweg de meeste gevallen door een stroom om de Zuid-west des avonds te 6 n.m., terwijl te 2 n.m. de verdeling der teekens eene gemiddelde plaats inneemt tusschen die der beide andere uren.

Tabel X toont aan dat gedurende de maanden Juli tot November des ochtends te 9 uur een getijstroom om de Noord-oost loopt en gedurende de overige maanden een stroom in tegengestelde richting; te 2 n.m. echter wordt de Noord-oost strooming waargenomen van af Maart tot Augustus en te 6 n.m. van af December tot April. Ten einde na te gaan in hoeverre in de getallen der Tabel X nog driftstroomingen optreden, kan, zooals reeds meermalen is aangetoond, de som genomen worden van de getallen voor de uren 9 v.m. en 6 n.m. in welke sommen dan de getijstroomen grootendeels zullen geëlimineerd zijn. In Tabel XI zijn deze sommen gegeven voor beide jaren te samen, zoodat elk getal betrekking heeft op een aantal van 120 waarnemingen.

Tabel XI.

	9 v.m. + 6 n.m.
September	— 5
October	— 20
November	— 5
December	7
Januari	— 5
Februari	— 20
Maart	45
April	8
Mei	— 18
Juni	— 2
Juli	12
Augustus	17

De ongelijkmatige verdeling der teekens in deze sommen, die in geen duidelijk verband te brengen zijn met de richting der moessonwinden, rechtvaardigen de gevolgtrekking dat feitelijk driftstroomingen in *Straat Soenda* niet bestaan en dat de onregelmatigheden die in Tabel IX voorkomen niet te wijten zijn aan het dubbelslachtig karakter der getallen maar aan toevallige oorzaken, die bij eene dergelijke eenvoudige en vrij ruwe waarneming uit den aard der zaak optreden.

Vervangen wij deze populaire wijze van behandelen der gegevens door de wetenschappelijke, d. i. de methodische met toepassing van de correcties die de berekening aangeeft, dan vindt men uit de verschillen 9 v. m. — 6 n. m. en 9 v. m. — 2 n. m. uit Tabel IX afgeleid op de in vroegere studiën aangegeven wijze, voor den enkeldaagschen getijstroom die met sterretijd verandert:

Eerste jaar	63 proc.	kappa-getal	337°
Tweede jaar	51 proc.	"	315°
Gemiddeld	57 proc.	"	327°

'tgeen beteekent dat 21.7 uren na den doorgang der fictieve ster door den meridiaan, of 'tgeen op 't zelfde weerkomt te 9.7 des ochtends omstreeks 21 Juni en verder elke maand twee uren vroeger, de getijstroom met eene frequentie van 57 procent zijne grootste snelheid om de Noord-oost verkrijgt en dus de grootste snelheid om de Zuid-west in Juni des avonds te 9.7 uren en verder elke maand twee uren vroeger.

Uit de verschillen voor 9 v. m. en 2 n. m. der Tabel IX echter vindt men voor de constanten van den dubbeldaagschen zonsgetijstroom

Eerste jaar	11 proc.	316°
Tweede jaar	21 proc.	304°
Gemiddeld	16 proc.	308°

Dit beduidt dat er eene dubbeldaagsche getijstroaming bestaat, die, bij grootste kracht, met eene gemiddelde frequentie van 16% doorstaat en die met maximumsnelheid om de Noord-oost loopt te 10.3 v. m. en n. m. en om de Zuid-west te 4.3 v. m. en n. m.

Ook de rangschikking volgens de perioden der partieele getijden M_2 en O geeft resultaten die aan duidelijkheid niets te wenschen overig laten. In Tabel XII vindt men de overschotten bij die rangschikking verkregen en waarin duidelijk de dubbele periode voor M_2 en de enkele voor O uitkomt.

Tabel XII.

Getijstroomen M_2 en O in straat Soenda
positief = Noord-oost.

Uurhoek	Eerste jaar		Tweede jaar	
	M_2	O	M_2	O
0 — 1	11	10	— 14	24
2 — 3	1	18	— 13	— 4
4 — 5	— 30	36	8	— 12
6 — 7	— 10	35	15	— 26
8 — 9	7	19	— 2	— 24
10 — 11	22	— 13	— 17	— 30
12 — 13	— 5	— 18	— 22	— 20
14 — 15	— 10	— 17	— 4	— 1
16 — 17	— 17	— 33	14	20
18 — 19	— 17	— 18	26	17
20 — 21	16	— 15	6	26
22 — 23	30	1	6	33

Brengt men deze resultaten der waarneming op de bekende wijze onder formule, brengt men den oorsprong van tijd terug tot den doorgangstijd der fictieve ster door den meridiaan en drukt men de amplitude uit in procenten, zoo vindt men voor de constanten der stroomen in *Straat Soenda* de volgende grootheden, die geheel en al analoog zijn met die voor de getijden gegeven in Tabel VII.

Tabel XIII.

Constanten der getijstroomen in *Straat Soenda*.

	Eerste jaar		Tweede jaar		Gemiddeld.	
	proc.	K	proc.	K	proc.	K
S_2	11	316°	21	304°	16	308°
M_2	24	275°	19	246°	22	248°
K_1	63	337°	51	315°	57	327°
O	32	304°	24	309°	28	307°
W	19	SW	30	SW	25	SW

Als men in aanmerking neemt dat bij een onderzoek naar stroomen nooit zulk eene groote overeenstemming tusschen verschillende waarnemingsreeksen kan verwacht worden als bij een onderzoek van getijden, mag deze uitkomst zeker belangrijk genoemd worden.

Stellen wij toch dat, zooals uit de Tabel XIII schijnt te blijken, gedurende het tweede jaar de permanente zeestrooming om de Zuid-west sterker heeft doorgestaan dan gedurende het eerste jaar, dan zou dit aan de getijhoogten hoegenaamd geene verandering aanbrengen, deze zouden zich eenvoudig superponeeren boven de waterhoogten door die zeestrooming te weeg gebracht. Bij waarneming van stroomrichtingen echter zal men natuurlijk van de getijstroomen een des te kleiner percentage waarnemen naarmate de zeestrooming sterker optreedt en het geval zou zich zelfs laten denken, dat deze gedurende eenigen tijd zich zóó sterk laat gelden, dat geen der getijstroomen tot ontwikkeling kan komen. Hetzelfde zou natuurlijk het geval kunnen zijn met moessonstroomen; in dit geval echter niet, daar er, ook met behulp der middelen die de statistiek aan de hand doet, geen spoor van moessonstroomen te bespeuren valt.

Uit Tabel XIII volgt dus dat men kort na het oogenblik van grootste maandeclinatie voor het grootste gedeelte enkeldaagsche getijstroomen zal waarnemen, wier richting en kenteringsmomenten voor elken dag gemakkelijk vooruit te berekenen zijn; bij doortij dezer getijstroomen, kort na den dag waarop de maandeclinatie 0 is, bedraagt het percentage echter slechts $57 - 28 = 29$ in plaats van $57 + 28 = 85$, zoodat nu de zeestrooming om de Zuid-west het eerst in aanmerking komt, met een ongeveer gelijk percentage nl. 25, eene grootheid echter die van jaar tot jaar kan verschillen.

Op de dagen waarop de maan door den equator gaat en kort voor en na dien tijd, zullen ook de dubbeldaagsche getijstroomen tot ontwikkeling kunnen komen met een gemiddeld percentage van 38 bij springtij van deze stroomen (wel te onderscheiden van springtij der getijden) 'tgeen voorkomt

$$\frac{308^\circ - 248^\circ}{24.381} = 2.46 \text{ dagen}$$

na nieuwe of volle maan als wanneer te 10.3 v. m. en n. m. de sterkste stroom om de Noord-oost zal gevonden worden. Omstreeks de dagen echter der kwartiermanen zal hiervan niets te bemerken zijn, daar nu het percentage slechts $22 - 16 = 6$ procent bedraagt.

Indien wij dus het gevondene resumeeren, dan blijkt dat in *Straat Soenda* getijden heerschen die een zeer bepaald dubbeldaagsch karakter dragen, terwijl van de getijstroomen daarentegen gezegd kan worden, dat zij een evenzeer duidelijk uitgesproken enkeldaagsch karakter vertoonen en dat dus inderdaad *Straat Soenda* een merkwaardig pendant vormt tegenover *Straat Madoera* bij *Sembilangan*, waar de onderlinge verhouding van stroomen en getijden juist omgekeerd is.

Indien men nu de getijden bij de *Duizend Eilanden*, waarvoor in eene volgende studie de constanten gegeven zullen worden, vergelijkt met die voor het nabij gelegen *Tandjong Priok*, dan vindt men zulke betrekkelijk groote verschillen, dat hier alleen aan interferentie gedacht kan worden. Daar nu uit studie VII gebleken is dat de enkeldaagsche getijgolf zich onbelemmerd, zonder vertraging, voortplant van *Straat Gasper* naar *Priok*, blijft er wel niets anders over dan aan te nemen dat de permanente stroom langs *Sumatra's* Zuid-oostkust die, zooals in studie V werd aangetoond, grootendeels afkomstig is uit *Straat Banka*, in het Oostelijkst deel van de *Java-Zee* zijn invloed doet gelden en, door *Straat Soenda* stroomende, ook daar door interferentie met de getijden van den *Indischen Oceaan* de getijden van karakter doet veranderen en het stroomgebied geheel en al voor zich veroverd, zoodat het stroomrégime een geheel ander karakter zal dragen dan met de werkelijke getijden is overeen te brengen. Indien bij de behandeling dezer stroomen misschien te veel is uitgewijd, zoo moge dit toegeschreven worden aan mijn wensch om vooral scherp te doen uitkomen dat men, in gevallen als *Straat Soenda* aanbiedt, geheel en al af moet zien van het zoeken van een bepaald verband tusschen plaatselijke getijden en getijstroomen.

Een waarnemer toch zal alleen dubbeldaagsche getijden waarnemen, want slechts de wetenschappelijke bewerking doet de kleine enkeldaagsche getijden kennen, en daar de getijstroomen enkeldaagsch zijn en een geheel ander régime volgen, zal hij óf geen verband vinden als hij zijne bevindingen opteekent, óf zich bepalen bij enkele observaties die toevallig overeenkomen met de natuurlijk vooropgestelde verwachting, dat de vloed om de Noord-oost zal loopen, in welk geval de conclusie onjuist is. Niet alleen bij deze manier van beoordeeling der herkomst, maar ook bij de meer juiste van onderlinge vergelijking der kappa-getallen bestaat er groot gevaar voor het trekken van verkeerde conclusies.

Daar de perioden van stroomen en getijden gelijk zijn, moet altijd een bepaald verschil tusschen de kappa-getallen bestaan, welke getijden en stroomen men ook onderling vergelijkt, en als dit verschil nu toevallig 90° bedraagt schijnt de conclusie gewettigd, maar is het daarom nog volstrekt niet altijd waar, dat de beide systemen bij elkander behooren en dat men recht heeft uit het feit, dat rijzend of dalend water met strooming in bepaalde richting overeenkomt, te besluiten tot den oorsprong der getijden.

Zulk een geval doet zich juist hier voor. Volgens Tabel VII toch is het kappa-getal van het getij K, 231° en dat van den getijstroom K, volgens Tabel XII 327°: het verschil bedraagt derhalve 96°, 't geen beteekent dat de getijstroom het sterkst om de Noord-oost zal doorstaan als het water het sterkst daalt, dit toch geschiedt op een tijd, uitgedrukt in graden:

$$231^{\circ} + 90^{\circ} = 321^{\circ}$$

Niettegenstaande deze bijzonder fraaie overeenkomst van de getallen met de algemeen geldende overtuiging dat overal zulk eene verhouding moet bestaan, zal toch wel niemand bij nader inzien dit verband tusschen het uiterst kleine getij K₁ en den getijstroom van gelijke periode als reëel beschouwen. Tegen het wel geconstateerde feit dat voor dit getij de eb om de Noord-oost en de vloed om de Zuid-west loopt is echter natuurlijk niets in te brengen, zoodat men hier een geval heeft waarbij eene verhouding naar tijdsorde in een eenvoudige formule kan uitgedrukt worden, terwijl elke conclusie daaruit getrokken

omtrent de herkomst der getijden volkomen onjuist zou zijn, want zonder twijfel zijn de getijden in *Straat Soenda* voor het grootste deel afkomstig uit den *Indischen Oceaan* en niet zooals deze stroomverhouding zou aanduiden uit de *Java-zee*.

Het is dus het verstandigst getijden en getijstroom niet met elkander in verband te brengen dan alleen daar waar, zooals in *Straat Banka*, dit verband evident is en, wil men zich toch aan zulk eene poging wagen, deze niet anders te beschouwen dan als eene proeve tot verklaring die gedeeltelijk den vorm eener speculatie aanneemt; voor de praktijk is het trouwens niet noodig eenig verband aan te nemen. Meer kans op overeenkomst met de werkelijkheid dan de zooveen aangetoonde congruentie der kappa-getallen, heeft de conclusie die men uit eene vergelijking met de getijden van *Straat Banka* en in het Oosterlijk gedeelte den *Java-zee* zou kunnen afleiden.

Voor het kappa-getal van getij K₁ te *Poeloe Besar* is nl. gevonden 153° en voor de *Duizend Eilanden* 165°, laagwater zal dus voorkomen op de eerste plaats op den tijd (gemeten in hoekmaat)

$$153^{\circ} + 180^{\circ} = 333^{\circ}$$

terwijl volgens Tabel XIII op den tijd gemeten door het getal 327° de sterkste stroom om de Noord-Oost loopt. Hier treft men dus eene andere niet minder wel gedefinieerde samentreffing van twee feiten aan, die zeker met elkander in verband kunnen staan. Hoogwatertijd in de *Java-zee* zou volgens deze opvatting overeenkomen met den tijd waarop de enkeldaagsche getijstroom in *Straat Soenda* het sterkst om de Zuid-west loopt en laagwater met dien waarop het water met maximumsnelheid in de *Java-zee* terug loopt.

Ook hier is de samentreffing zelve met volkomen juistheid bewezen, maar moet wél in het oog gehouden worden dat het aannemen van causaal verband toch nog steeds tot het gebied der hypothese moet gerekend worden. Alleen deze hypothese is veel waarschijnlijker dan de eerste, die blijkbaar onjuist was, en er schijnt niets gewaagds in aan te nemen dat men hier te doen heeft met getijstroomen die 't sterkst zijn, niet zooals meestal 't geval is bij sterkste rijzing of daling, maar bij hoog- en laagwater, omdat de stroomen gemeten worden op eene andere plaats dan de waterstanden die hen veroorzaken, zoodat men niet met een effect van stuwung te doen heeft, die van de snelheid van toe- of afneming afhankelijk is, maar van zuiver verval, op dezelfde wijze als bij eene sluis geschiedt.

Tegen deze hypothese pleit misschien het feit, dat een dergelijk verband als voor de K strooming werd geconstateerd voor de M strooming niet te vinden is, noch indien men haar vergelijkt met de plaatselijke getijden, noch indien men de constanten der M-getijden van *Poeloe Besar* of de *Duizend-eilanden* te hulp roept.

Afdoende is echter deze tegenwerping niet, omdat de constanten van getij M₂ in de *Java-zee* zoo sterk veranderen en langs de kusten zoozeer verschillen van in volle zee, dat het onmogelijk is na te gaan welke kappa-getallen men zou moeten kiezen voor het Oostelijk deel der *Java-zee*.

Hoe dit ook zij, voor de praktijk doet het er weinig toe op welke wijze de getijstroomen in *Straat Soenda* ontstaan, maar is het van groote waarde voor de scheepvaart, dat het mechanisme dezer stroomen volkomen bekend is en men dus met groote waarschijnlijkheid de richting van den stroom vooruit kan berekenen.

Zooals uit de volgende Tabel den windrichtingen blijkt, die op *Java's* 4^{de} *Punt* zijn waargenomen

	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
April-September	S 63° W 7%	N 74° W 23%	W 20%
October-Maart	S 73° W 33	S 73° W 57	S 68° W 53
Jaar	S 71° W 20	S 80° W 37	S 75° W 37

bestaan er, evenmin als bij de stroomen, bij de windrichtingen scherp afgescheiden moessons. West-zuid-westelijke, Westelijke en West-noord-westelijke winden waaien het geheele jaar door en, daar er eene vrij sterke zeestrooming bestaat in tegenovergestelde richting, is het geen wonder dat in het algemeen het vaarwater als zoodanig tot de meest lastige moet gerekend worden; hierbij komt nog dat in dit Oostelijk gedeelte van den *Indischen Oceaan* veel deining voorkomt, zoodat gedurende de helft van den dag, wanneer de getijstroom K_1 om de Zuid-west loopt, alle gegevens voorhanden zijn om door tegenwerking van wind en deining aan de eene en strooming aan de andere zijde korte golven en hooge zee te doen ontstaan, die, gevoegd bij de tegenwerking van den stroom, ook bij meestal gunstigen wind, het binnenkomen in de Straat zeer bemoeijijkt.

Deze bezwaren kunnen opgeheven worden door een doelmatig gebruik van de gegevens der Tabel XIII, waardoor vooruitberekening van den tijd waarop de getijstroom om de Noord-Oost met kracht doorstaat, gemakkelijk is uit te voeren; vooral omstreeks den tijd waarop de maan hare grootste declinatie bereikt zal het noodig zijn om van den sterken enkeldaagschen getijstroom de mede- in plaats van de tegenwerking af te wachten. Op deze gegevens toch is dezelfde methode van vooruitberekening toepasselijk, die op het getij M_2 en den M_2 stroom in studie IV voor *Straat Madoera* is toegepast.

Eene ruwe, maar eenvoudige methode, in de gegeven omstandigheden voor *Straat Soenda* zeker van praktisch nut, bestaat hierin dat men alleen rekening houdt met den getijstroom K_1 die van allen de sterkste is. Aannemende dat de fictieve ster op 1 Juli door den meridiaan gaat, zoo vindt men voor het oogenblik waarop de stroom om de Noord-oost het sterkst is

1 Juli	9 ^u 42 ^m v.m.	1 Januari	9 ^u 42 ^m n.m.
15 "	8 42 "	15 "	8 42 "
1 Aug.	7 42 "	1 Februari	7 42 "
15 "	6 42 "	15 "	6 42 "
1 Sept.	5 42 "	1 Maart	5 42 "
15 "	4 42 "	15 "	4 42 "
1 Oct.	3 42 "	1 April	3 42 "
15 "	2 42 "	15 "	2 42 "
1 Nov.	1 42 "	1 Mei	1 42 "
15 "	0 42 "	15 "	0 42 "
1 Dec.	11 42 n.m.	1 Juni	11 42 v.m.
15 "	10 42 "	15 "	10 42 "

Op deze uren zal men dus het gemakkelijkst de Straat binnen kunnen zeilen en wel des te gemakkelijker naarmate de declinatie der maan grooter is. Het spreekt van zelf dat het bij zulk eene ruwe vooruitberekening mogelijk zal blijken dat op het gegeven uur toch een stroom om de Zuid-west zal worden ondervonden, 'tgeen vooral kan gebeuren bij Maansdoorgang door den equator, maar ook dan zal toch het gegeven tijdstip dat zijn waarop deze tegenstroom het zwakst is. Voor het uitzeylen der Straat gelden natuurlijk dezelfde getallen maar met

dien verstande dat v.m. in n.m. en omgekeerd moet veranderd worden. Daar echter, dank zij de permanente zeestrooming de stroomen om de Zuid-west steeds sterker zijn en ook van langer duur dan die om de Noord-oost, is deze quaestie van veel minder belang.

§ 4. *Tjilatjap*.

In de brochure „de Harmonische Analyse der getijden toegepast op waarnemingen te *Tjilatjap* verricht,” werden de constanten voor die plaats gegeven, berekend uit de aantekeningen van een zelfregistreerenden getijmeter daar ter plaatse gedurende één jaar nl. van 1 Juni 1889 — 31 Mei 1890 verzameld.

Het instrument heeft echter drie jaren te *Tjilatjap* gestaan om daarna naar *Amboina* verplaatst te worden en het is van belang de resultaten der drie jaren hier naast elkander te stellen voorzooverre betreft de grootste voor de praktijk gewichtige getijden.

Het doel hiervan is niet alleen om in deze studie alle op 't oogenblik voor den *Indischen Ocean* voorhanden gegevens bijeen te brengen, en aldus eene vergelijking met de beide overige behandelde plaatsen mogelijk te maken, maar voornamelijk om den lezer te doen zien tot welken graad van nauwkeurigheid de methode der statistiek kan leiden, ook daar waar de waarnemingen zelve eer ruw dan subtiel te noemen zijn. Wel zijn de aantekeningen door een zelfregistreerend instrument geleverd nauwkeuriger dan met mogelijkheid eene gewone aflezing van eene peilschaal kan zijn, maar men make zich hiervan niet een verkeerd denkbeeld; bij snelle rijzing en daling is ook de aflezing op het papier volstrekt niet zoo accuraat als men zou denken en dikwerf zouden verscheidene, vrij wijd uit elkander loopende getallen met evenveel recht kunnen afgelezen worden van de kromme lijn door de stift beschreven. Het zal daarom menig-een verbazen, die de groote overeenstemming ziet, die er tusschen de drie waarnemingsreeksen bestaat, dat eene vrij grove observatie van een snel en dikwerf onregelmatig veranderend element tot zulke nauwkeurige resultaten kan voeren.

Tabel XIV.

Constanten der getijden te *Tjilatjap*.

	1889 — 1890	1890 — 1891	1891 — 1892
	H k	H k	H k
	c.m.	c.m.	c.m.
S_1	1.7 74°	1.5 67°	2.4 76°
S_2	24.5 312°	24.7 311°	25.5 310°
M_2	48.9 249°	49.8 249°	50.0 248°
K_1	18.6 279°	19.1 278°	18.9 279°
O	11.2 267°	11.9 269°	12.0 269°
P	5.0 279°	4.4 271°	4.4 271°
K_2	6.5 300°	7.5 316°	7.2 318°
N	9.0 224°	10.3 227°	10.0 220°
Sa	10.4 281°	4.1 224°	19.8 1°
Ssa	12.8 125°	2.1 128°	6.0 147°

Alleen de beide getijden van langen duur Sa en Ssa toonen aanmerkelijke verschillen, 'tgeen trouwens vooral voor Sa niet te verwonderen is, daar meteorologische toestanden en voornamelijk het doorkomen en doorstaan der moessons en de waterafvoer der rivieren hierop grooten invloed uitoefenen.

Op dit groote voordeel dat de methode der statistiek op

levert om nl. uit waarnemingen, die in decimeters zijn verricht en opgeschreven, resultaten af te leiden die ten slotte tot centimeters en zelfs tot millimeters zeker zijn, en even zoo uit waarnemingen, die op ongeveer juisten tijd gedaan zijn, havengetallen te berekenen die tot eene minuut tijds zeker zijn, kan niet genoeg gewezen worden. Er zijn nog steeds niet alleen leeken, maar ook astronomen en physici van naam te vinden, die de waarde van aldus verkregen resultaten in twijfel trekken, omdat zij eensdeels niet inzien of liever niet bedenken dat, mits de fouten niet systematisch zijn, afwijkingen des te zeldzamer zullen voorkomen naar mate zij grooter zijn en dus óf elkander opheffen als de reeks lang genoeg is, óf na deeling door het aantal observaties hun invloed verliezen tegenover de groote som der kleinere, maar niet toevallige, grootheden die in die som begrepen zijn, en anderdeels omdat zij (en dit is zeker minder te begrijpen) de waarde niet inzien van het strenge bewijs voor de waarheid dezer redeneering en de juistheid der gevonden grootheden dat gelegen is in de overeenstemming tusschen verschillende van elkander onafhankelijke waarnemingsreeksen.

Het is in het algemeen moeilijk vooruit te bepalen tot hoever men de grenzen der juistheid van verkregen gemiddelden mag verplaatsen buiten de limiet van de te bereiken zekerheid voor ééne waarneming; het onderzoek zelf moet hieromtrent uitspraak doen en de resultaten opgesteld in verschillende reeksen moeten deze grens terstond doen kennen.

Een Belgisch astronoom heeft eenige jaren geleden in het populaire tijdschrift *Ciel et Terre* de juistheid in twijfel getrokken van de door het Observatorium te Batavia gepubliceerde resultaten betreffende den invloed van de dagelijksche maansbeweging op den barometerstand alleen op grond van de kleinheid dier werking. Inderdaad is deze invloed zeer gering: de amplitude bedraagt niet meer dan 0.05 millimeters kwikdruk, maar als men bedenkt dat deze invloed uit één jaar waarnemens duidelijk blijkt en men dus op 't oogenblik 27 van elkander onafhankelijke reeksen naast elkander kan stellen, die allen hetzelfde resultaat opleveren zoowel naar tijd als naar intensiteit, dan zou eene berekening van de waarschijnlijkheid dat hier het toeval en niet eene natuurwet zich doet gelden, zeker tot een breuk voeren, waarvan de noemer alle denkbare grootheden zou overtreffen.

Ten slotte moge nog hier worden medegedeeld, dat, dank zij de belangstelling en hulp van den gewezen Resident van *Tapanoei*, den Heer A. L. VAN HASSELT en de bereidwilligheid der ambtenaren van het Binnenlandsch Bestuur, op dit oogenblik ook getij-waarnemingen verricht worden te *Baros* en *Natal*, terwijl eerlang deze verschijnselen ook zullen waargenomen worden te *Siboga*, *Singkel* en *G. Sitoli* op *Nias*.

VAN DER STOK.

OCTOBER 1893.

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel.

IX. Oostkust van Java en Madoera.

§ 1. Ten einde alle invloeden te kunnen nagaan, die op de getijden in de *Java-zee* inwerken, was het wenschelijk waarnemingen te verzamelen van plaatsen dicht bij de reeks der kleine *Soenda-eilanden* gelegen, van welke men kon aannemen dat het getij- en getijstroom-régime geheel en al beheerscht wordt door het uit den *Indischen Oceaan* door de straten *Bali*, *Lombok* en *Allas* toestroomende water. De beide plaatsen waar door de lichtopzichters der kustlichten driemaal daags is waargenomen, nl. *Poeloe Sapoe di* en *Meindersdroogte* voldoen vrij goed aan dezen eisch; wel zouden waarnemingen dichter bij de genoemde straten gewenscht zijn, maar hieraan zou ook het nadeel verbonden zijn, dat daar dikwerf locale invloeden met groote kracht optreden, zoodat de resultaten minder geschikt worden om tot basis voor eene theorie te dienen van de wijze waarop de getijden zich in de *Java-zee* voortplanten of misschien juist gezegd zich vormen.

Meindersdroogte is een rif, door de inlanders *Karang Mas* of *Karang Gosong* genoemd, op het oostelijkst gedeelte waarvan het kustlicht is geplaatst. Op oude kaarten wordt het ook wel *Muidensklip*, genoemd. De plaats ligt ten noorden van kaap *Sedano*, op 7°40'5" Zuider breedte en 114° 26' 2" Oosterlengte.

Hier zijn sedert October 1890 zonder interruptie zoowel getij- als stroomwaarnemingen gedaan.

Op de Westelijkste punt van het eiland *Sapoedi* ligt het kustlicht op 7° 5'2" Zuider breedte en 114° 16'3" Oosterlengte, derhalve aan *Straat Sapoe di*; hier zijn van af September 1890 alleen getijwaarnemingen, geen stroomwaarnemingen verricht.

§ 2. Getijden.

In Tabellen I en II zijn, om de onderlinge vergelijking gemakkelijk te maken, de constanten der getijden voor beide plaatsen overzichtelijk samengesteld, terwijl in Tabellen III en IV de gemiddelde maandelijksche waterstanden gegeven zijn.

Tabel I.

Constanten der getijden op *Meindersdroogte*.

	Oct. 1890–Sept. 91.		Oct. 1891–Sept. 92.		Gemiddeld.		uren.
	H	k	H	k	H	k	
	c.m.		c.m.		c.m.		
S ₂	9.6	337°	10.8	335°	10.4	337°	11.2
M ₂	24.0	326°	25.6	327°	24.8	327°	11.3
K ₁	36.2	302°	38.2	302°	37.2	302°	20.1
O	21.5	269°	21.0	274°	21.3	272°	
P	6.0	285°	8.7	298°	7.4	293°	
N	5.1	326°	4.0	310°	4.6	317°	
K ₂	1.8	268°	3.9	330°	2.5	341°	
Sa	9.6	72°	8.5	44°	9.1	58°	
Ssa	13.2	110°	7.3	108°	10.3	109°	
W	116.2		123.1		119.7		

Tabel II.

Constanten der getijden op *Sapoedi*.

	Sept. 1890–Aug. 91.		Sept. 1891–Aug. 92.		Gemiddeld		uren.
	H	k	H	k	H	k	
	c.m.		c.m.		c.m.		
S ₂	10.5	339°	13.5	338°	12.0	339°	11.3
M ₂	27.9	336°	27.7	338°	27.8	337°	11.6
K ₁	39.2	305°	36.6	305°	37.9	305°	20.3
O	25.4	280°	23.9	278°	24.7	279°	
P	11.1	315°	12.2	291°	11.7	303°	
N	4.6	317°	4.4	313°	4.5	315°	
K ₂	4.1	342°	3.8	348°	4.0	345°	
Sa	2.4	206°	15.6	351°	—	—	
Ssa	1.7	156°	4.7	215°	—	—	
W	95.7		96.8		96.3		

Tabel III.

Gemiddelde maandelijksche waterstand gecorrigeerd voor getij-invloed op *Meindersdroogte*.

	Eerste jaar	Tweede jaar	Gemiddeld
	c.m.	c.m.	c.m.
October	118.0	108.1	113.1
November	117.0	109.0	113.0
December	111.6	107.6*	109.6
Januari	107.3	109.2	108.3
Februari	104.2	111.8	108.0*
Maart	108.4	121.8	115.1
April	121.0	128.6	124.8
Mei	143.6	127.4	135.5
Juni	122.2	130.8	126.5
Juli	105.4	126.9	116.2
Augustus	105.4	132.4	118.9
September	98.5*	130.1	114.3

Tabel IV.

Gemiddelde maandelijksche waterstand gecorrigeerd voor getij-invloed op *Sapoedi*.

	Eerste jaar	Tweede jaar	Gemiddeld
	c.m.	c.m.	c.m.
September	98.2	78.8*	88.5*
October	97.8	79.8	88.8
November	97.2	83.8	90.5
December	92.5	85.4	89.0
Januari	90.0	87.2	88.6
Februari	87.2	90.6	88.9
Maart	90.9	98.2	94.6
April	95.2	103.6	99.4
Mei	100.8	105.3	103.1
Juni	101.6	110.9	106.3
Juli	92.6	110.5	101.6
Augustus	84.5*	105.2	94.9

Zoals na het onderzoek omtrent de getijden in *Straat Madoera* in studie IV te verwachten was, mogen de beide hier berekende getijsystemen als typen gelden van gemengde getijden, daar het niet wel mogelijk is te zeggen welk der beide régimes, het dubbel- of het enkeldaagsche, het meest op den voorgrond treedt. Numerisch is zeker het enkeldaagsch régime sterker dan het dubbeldaagsch, want bij springtij hiervan geven de enkeldaagsche getijden K_1 en O op *Meindertsdroogte* b. v. een verval van

$$2 (37.2 + 21.3) = 117 \text{ c.m.}$$

en het dubbeldaagsch van

$$2 (24.8 + 10.4) = 70 \text{ c.m.}$$

terwijl bij doortij de vervallen respectievelijk bedragen:

$$2 (37.2 - 21.3) = 32 \text{ c.m.}$$

en

$$2 (24.8 - 10.4) = 29 \text{ c.m.}$$

Eene beweging echter valt des te meer in het oog naarmate zij sneller van periode is en hieraan is het zeker te wijten, dat, zooals men ziet eigenlijk ten onrechte, de vaarwaters beoosten *Java* altijd den naam hebben gehad van dubbeldaagsche getijden te vertoonen. Na hetgeen in de vorige studiën gezegd is omtrent de manier om uit deze constanten eene korte beschrijving der getijden af te leiden, zal het niet noodig zijn hier daaromtrent in nadere bijzonderheden te treden. Deze beschrijving zou trouwens voor beide plaatsen vrij wel op hetzelfde neerkomen; op beide plaatsen valt springtij van het dubbeldaagsch getij in op den dag zelf van volle of nieuwe maan en springtij van het enkeldaagsch régime op den datum volgende op dien waarop de maan hare grootste declinatie bereikt heeft. Verschillen voor beide plaatsen worden geconstateerd ten eerste in den tijd, die op *Sapoedi* zonder twijfel later is dan op *Meindertsdroogte*. Het havengetal voor de laatste plaats bedraagt 11.3, voor de eerste 11.6 uren en, zooals uit de beide reeksen blijkt, zijn beide deze grootheden met groote zekerheid bekend. Hetzelfde verschijnsel biedt het grootste der enkeldaagsche getijden K_1 aan; op *Meindertsdroogte* valt omstreeks 21 Juni bij springtij hoogwater in te 8.1 v.m. en te *Poeloe Sapoedi* te 8.3 v.m.: het verschil is niet groot, maar toch wel geconstateerd.

Het zou echter voorbarig zijn hieruit af te leiden dat de getijgolven zich voortplanten van *Meindertsdroogte* naar *Poeloe Sapoedi* en dat het dubbeldaagsch getij M_2 een tijd van 18 minuten noodig heeft om den afstand tusschen beide plaatsen af te leggen. *Straat Bali* toch is zoo nauw, dat het niet waarschijnlijk is dat hetgeen er van de getijden van den *Indischen Oceaan* na

uittreding aan de Noordzijde overblijft, van meer invloed kan zijn dan de breedere golf die, na de straten *Lombok* en *Allas* en zelfs de breede straten *Sapi* en *Mangerai* te zijn doorgetrokken, zich vormt benoorden de kleine *Soenda-eilanden* en zich van hier naar alle zijden voorplant; op deze wijze zouden de getijstroomen bij *Meindertsdroogte* niet om de Noordwest en Zuidwest loopen, maar veeleer om de Noordoost en Zuidwest, 't geen, zooals later blijken zal, inderdaad het geval is.

De kleinere amplituden der getijden bij *Meindertsdroogte* dan bij *Sapoedi* en de kleinere havengetallen kunnen dan verklaard worden door de vrijere ligging van het rif ten opzichte van de getijgolf dan eene plaats in straat *Sapoedi*.

Zelfs als men deze theorie aanneemt is het wenschelijk om uiterst voorzichtig te zijn met gevolgtrekkingen omtrent snelheid van voortplanting der getijgolf. Er is geen punt in den geheelen archipel aan te wijzen, waar zulk een golf zich ongestoord zou kunnen voortplanten zonder terstond op haren weg te interfereeren met andere getijgolven van een geheel verschillende oorsprong en dus van geheel anderen aard. De interferentie verschijnselen, die op deze wijze ontstaan, zijn van veel samengestelder aard, dan die welke alleen door voortplanting ééner golf kunnen te voorschijn gebracht worden.

Wat den gemiddelden waterstand betreft, zoo blijkt uit Tabellen III en IV dat deze bij *Meindertsdroogte* een veel gemarkeerder jaarlijksche verandering vertoont dan bij *Poeloe Sapoedi*. Bij beide plaatsen komt hoogwater voor reeds in den aanvang van den Oostmoesson, maar laagwater valt dan eens in deze, dan eens in eene andere maand van den Westmoesson en reeds hieruit kan men opmaken, dat in deze streken de invloed van den Westmoesson niet groot is en verre overwogen wordt door dien van den Oostmoesson.

§ 3. Stroomen bij *Meindertsdroogte*.

Daar in de opgaven der stroomrichtingen alle richtingen zonder onderscheid voorkomen, was het noodig voor elke maand en voor elk uur, tevens ook voor elk uur der rangschikking naar de periode van M_2 en O , de gemiddelde richting te berekenen volgens de formule van *Lambert*, zoodat men steeds met vier componenten moet werken, de projecties op de vier hoofdstreken.

In de Tabellen V en VI zijn voor beide waarnemingsjaren de direct berekende componenten gegeven, die dus betrekking hebben op het aantal dagen der maand; in het eerste gedeelte A ziet men terstond dat Noordoostelijke en Noordwestelijke stroomen in hoofdzaak voorkomen: de onder deze tabellen A gegeven moessongemiddelden zijn nog niet volkomen duidelijk omdat het niet uit te maken is of de verschillen voor beide moessons ook voor een gedeelte te wijten zijn aan den invloed eener getijstrooming K_1 . Alleen volgt hieruit duidelijk dat, zooals de jaargemiddelden bewijzen, eene zeestrooming om de Noordwest een belangrijke rol in de totaalrichting, de resultante van verscheidene oorzaken, vervult, en tevens dat er eene dagelijksche variatie bestaat waardoor de strooming te 2 n.m. meer om de West en minder om de Noord loopt dan te 9 n.m. en te 6 n.m. Deze jaargemiddelden toch zijn geheel en al onafhankelijk van een mogelijken enkeldaagschen getijstroom en ook onafhankelijk van de moessonstroomen voor zooverre men den genoemden permanenten stroom om de Noordwest opvat als eene zeestrooming, d.i. een stroom die het gansche jaar door zou staan als er geen moessons waren en niet als een overschot van den eenen moessonstroom boven den anderen, 't geen natuurlijk ook mogelijk is.

Tabel V.

Componenten der stroomrichting bij *Meindertsdroogte*, gedurende October 1890—September 1891.

A. Gemiddelde stroomrichting.

		9 v.m.		2 n.m.		6 n.m.	
		N	E	N	E	N	E
October	1890	0	— 12	2	— 19	10	— 19
November	"	6	— 3	— 2	— 13	— 7	— 15
December	"	4	7	2	— 1	— 2	3
Januari	1891	2	9	— 12	— 2	— 7	2
Februari	"	4	6	— 15	2	— 9	— 4
Maart	"	1	4	— 20	— 5	— 11	— 10
April	"	13	— 4	— 4	— 8	7	— 3
Mei	"	24	— 2	22	1	22	1
Juni	"	18	— 5	22	2	23	1
Juli	"	22	— 9	22	— 7	27	— 6
Augustus	"	22	— 10	23	— 7	27	— 6
September	"	25	— 9	21	— 18	25	— 12
April-September		20.7	— 6.5	17.7	— 6.2	21.8	— 4.2
October-Maart		2.8	1.8	— 7.5	— 6.3	— 4.3	— 7.2
Jaar		11.8	— 2.4	5.1	— 6.3	8.8	— 5.7

B. Gecorrigeerd voor dagelijksche en jaarlijksche invloeden.

October 1890	— 12	— 10	— 3	— 13	1	— 13
November "	— 6	— 1	— 7	— 7	— 16	— 9
December "	— 8	9	— 3	5	— 11	9
Januari 1891	— 10	11	— 17	4	— 16	8
Februari "	— 8	8	— 20	8	— 18	2
Maart "	— 11	6	— 25	1	— 19	— 4
April "	1	— 2	— 9	— 2	— 2	3
Mei "	12	0	17	7	13	7
Juni "	6	— 3	17	8	14	7
Juli "	10	— 7	17	— 1	18	0
Augustus "	10	— 8	18	— 1	18	0
September "	13	— 7	16	— 12	16	— 6
April-Sept.	8.9	— 4.1	12.6	0.1	13.0	1.5
October-Maart	— 9.0	4.2	— 12.6	0.0	— 13.1	— 1.5

Tabel VI.

Componenten der stroomrichting bij *Meindertsdroogte*, gedurende October 1891—September 1892.

A. Gemiddelde stroomrichting.

		9 v.m.		2 n.m.		6 n.m.	
		N	E	N	E	N	E
October	1891	26	— 7	24	— 13	25	— 12
November	"	26	1	21	— 12	22	— 9
December	"	22	6	6	14	14	2
Januari	1892	12	16	— 10	12	6	5
Februari	"	10	13	— 11	9	— 3	12
Maart	"	13	14	— 8	13	4	16
April	"	16	— 16	7	— 6	14	— 10
Mei	"	14	— 9	12	— 6	20	— 11
Juni	"	20	— 17	15	— 22	21	— 13
Juli	"	18	— 19	15	— 22	19	— 19
Augustus	"	23	— 11	16	— 22	22	— 16
September	"	23	— 4	13	— 16	21	— 16
April-September		19.0	— 12.7	13.0	— 15.7	19.5	— 14.2
October-Maart		18.2	7.2	3.7	3.8	11.3	2.3
Jaar		18.6	— 2.8	8.3	— 5.9	15.4	— 5.9

B. Gecorrigeerd voor dagelijksche en jaarlijksche invloeden.

October 1891	7	— 4	16	— 7	10	— 6
November "	7	4	13	— 6	7	— 3
December "	3	9	— 2	20	— 1	8
Januari 1892	— 7	19	— 18	18	— 9	11
Februari "	— 9	16	— 19	15	— 18	18
Maart "	— 6	17	— 16	19	— 11	22
April "	— 3	— 13	— 1	0	— 1	— 4
Mei "	— 5	— 6	4	0	5	— 5
Juni "	1	— 14	7	— 16	6	— 7
Juli "	— 1	— 16	7	— 16	4	— 13
Augustus "	4	— 8	8	— 16	7	— 10
September "	4	— 1	5	— 10	6	— 10

April-Sept.	0.4	— 9.9	4.7	— 9.8	4.1	— 8.3
October-Maart	— 0.4	10.0	— 4.6	9.7	— 4.1	8.2

In het tweede gedeelte der tabellen, onder het hoofd B, zijn deze jaargemiddelden van de maandsommen afgetrokken, zoodat nu alleen overblijven de invloeden der moessons (deze als elkander opheffende opgevat d. i. als zuiver periodiek) en van mogelijke eendaagsche stroomingen K_1 .

Sterk zijn deze laatste echter zeker niet, want de verschuiving der minteekens, die b. v. voor *Java's 4de punt* in de soortgelijke tabel zoo sterk op den voorgrond trad, is hier niet of slechts even bemerkbaar. Trekken wij nu deze componenten voor 6 n.m. af van die voor 9 v.m. zoo moeten alle moessoninvloeden verdwenen zijn en alleen die van den getijstroom K_1 overblijven.

Tabel VII.

Verschillen der componenten voor 9 v.m. en 6 n.m.

	eerste jaar		tweede jaar		beide jaren	
	N	E	N	E	N	E
October	— 13	3	— 3	2	— 16	5
November	10	8	0	7	10	15
December	3	0	4	1	7	1
Januari	6	3	2	8	8	11
Februari	10	6	9	— 2	19	4
Maart	9	10	5	— 5	14	5
April	3	— 5	— 2	— 9	1	— 14
Mei	— 1	— 7	— 10	— 1	— 11	— 8
Juni	— 8	— 10	— 5	— 7	— 13	— 17
Juli	— 8	— 7	— 5	— 3	— 13	— 10
Augustus	— 8	— 8	— 3	2	— 11	— 6
September	— 3	— 1	— 2	9	— 5	8

Uit deze Tabel VII blijkt duidelijk dat deze bewerking der gegevens van Tabellen V en VI, A, waarin geene sporen van een getijstroom te zien waren, het feit en relief brengen, dat er inderdaad zulk een getijstroom K_1 bestaat, die van November tot April des ochtends te 9 v. m. een stroom om de Noord-oost, van Mei tot October om de Zuidwest te weeg brengt, des avonds daarentegen van November tot April om de Zuidwest, van Mei tot October om de Noordoost loopt. De intensiteit dier stroomen is echter gering daar men bedenken moet dat, wegens de aftrekking van grootheden met verschillend teeken, als deze stroomen voor 9 v.m. en 6 n.m. in den regel zullen zijn, de getallen voor de enkele jaren bijna twee en die van beide jaren bijna 4 malen te groot geworden zijn.

Passen wij op de getallen der Tabel VII, op de vroeger uiteengezette wijze, de methode van stroomberekening uit de

verschillen 9 v.m. — 6 n.m. toe, zoo vinden wij ten slotte voor den enkeldaagschen getijstroom K_1 , die met sterretijd van dag tot dag verandert:

Tabel VIII. Constanten van getijstroom K_1 .

	Componenten	Totaal	Richting
1ste jaar	Noord 15.4%	$\cos (nt-135^\circ) 20.5\%$	N 42° E.
	Oost 13.5%		S 42° W.
2e jaar	Noord 12.0%	$\cos (nt-96^\circ) 16.6\%$	N 44° E.
	Oost 11.4%		S 44° W.
Beide jaren	Noord 13.4%	$\cos (nt-119^\circ) 17.2\%$	N 39° E.
	Oost 10.8%		S 39° W.

Uit deze resultaten blijkt, dat er bij *Meindertsdroogte* een enkeldaagsche getijstroom K_1 bestaat die, bij maximum kracht, doorstaat met een percentage van 17 procent; de richting dezer getijstroomen is Noord 39° Oost en Zuid 39° West; volgens dit resultaat komen zij derhalve niet uit *Straat Bali*, buigende om *Kaap Sedano* om de Noordwest, maar veeleer uit volle zee in eene richting loodrecht op de kustlijn bezuiden de klip. Of deze richting inderdaad de natuurlijke is en dus op de herkomst der getijden kan wijzen, of wel dat zij eene gedwongene is, geforceerd door bijzondere geulen langs de klip, kan slechts door middel van zeekaarten of een onderzoek in loco uitgemaakt worden.

Hier worden slechts de resultaten gegeven zooals zij uit de voorhanden gegevens kunnen worden afgeleid; het feit dat alle richtingen onder de waarnemingen voorkomen pleit echter voor de eerste opvatting, dat nl. de richting werkelijk die der vrije getijstrooming is.

Wat de tijden van stroomkentering betreft, zoo is het verschil der kappa-getallen in de verschillende jaren gevonden niet onbelangrijk, echter niet zoo groot, of de gemiddelde waarde mag als juist aangezien worden, zoodat men hieruit besluiten kan dat omstreeks 21 Juni de sterkste stroom om de Noordoost voorkomt te ongeveer

$$\frac{119^\circ}{15} = 8 \text{ uur n.m.}$$

de sterkste stroom om de Zuidwest derhalve te 8 uur v.m.

Uit het kappagetel van het getij K_1 , 302°, volgt, dat omstreeks 21 Juni hoogwater te 20.1 of te 8.1 v.m. voorkomt, waaruit volgt dat de sterkste stroom om de Noordoost wordt waargenomen bij laagwater en de krachtigste stroom om de Zuidwest bij hoogwater. Hier is dus een voorbeeld van een geval waarbij ook het nauwkeurig onderzoek geen verband tusschen eb- en vloed en, getijstrooming kan geven; juist evenveel malen zal men vloed vinden bij dalend als bij rijzend water en evenzoo ebbe.

Het feit dat de getijstroomen doorstaan als de waterstand kentert wordt aangeduid door het verschil der beide kappa-getallen dat

$$302^\circ - 119^\circ = 183^\circ$$

dus ongeveer 180° bedraagt in plaats van 90° of 270°, zooals het zou moeten zijn volgens de meestal geldende opvatting.

De kleinheid der K_1 strooming deed weinig verwachting ontstaan omtrent succes bij de rangschikking der stroomrichtingen volgens de periode van het getij O; inderdaad werd een negatief resultaat gevonden. Beter gevolg had het onderzoek naar de getijstrooming M_2 , waarvan het resultaat in Tabel IX gegeven is.

Tabel IX.

Componenten der dubbeldaagsche getijstrooming M_2
bij *Meindertsdroogte*.

	Eerste jaar.		Tweede jaar.	
	N	E	N	E
0—1	1	1	2	—10
2—3	2	3	10	4
4—5	3	5	7	4
6—7	9	10	—7	3
8—9	—8	4	—9	10
10—11	—1	—4	—2	—4
12—13	—3	—5	—1	0
14—15	—5	—10	4	—1
16—17	3	3	1	0
18—19	4	2	—3	—7
20—21	9	12	—6	—2
22—23	—4	—18	—4	3

Ofschoon de resultaten der rangschikking en berekening hier lang niet zoo duidelijk spreken als in *Straat Banka* of *Straat Soenda*, is toch eene dubbele periode in deze getallen wel herkenbaar. De beide jaren kunnen niet direct tot één verbonden worden, omdat op 1 October 1890 de maansuurhoek op den middag een geheel andere was dan op 1 October 1891; eerst na toepassing van het astromonisch argument, d.i. na reductie op den tijd van maansdoorgang als tijdoorsprong, kunnen de resultaten voor beide jaren te zamen gevoegd worden.

Dit bezwaar gold niet voor getijstroom K_1 , daar voor dit getij de fictieve ster in twee opeenvolgende jaren op dezelfde data bijna precies op hetzelfde uur door den meridiaan gaat en hiervoor dus wel de uurhoek voor 1 October 1890 en 1 October 1891 op den middag als gelijk mag beschouwd worden.

Tabel X.

Constanten van Getijstroom M_2 .

	Componenten.	Totaal.	Richting.
Eerste jaren	Noord { 13.2 %	$\cos (nt-129^\circ) 27.5\%$	N 62° E.
	Oost { 24.1%		S 62° W.
Tweede jaren	Noord { 26.0%	$\cos (nt-135^\circ) 26.7\%$	N 13° E.
	Oost { 5.7%		S 13° W.
Beide jaren	Noord { 19.2%	$\cos (nt-130^\circ) 24.3\%$	N 38° E.
	Oost { 14.9%		S 38° W.

Vergelijkt men deze Tabel met de analoge Tabel VIII, dan blijkt het dat hier de kappagetallen voor beide jaren zeer goed overeenstemmen; maar daarentegen de beide richtingen aanmerkelijk verschillen, schoon zij toch beide in 't zelfde quadrant blijven. De overeenkomst echter tusschen de gemiddelde richting van getijstroom M_2 met die van K_1 is volkomen: beide wijzen op eene herkomst der getijstroomen uit het Noordoosten. Ook de verhouding tot het kappagetel dezer getijstroomen ten opzichte van het getij M_2 is dezelfde, of ten minste ongeveer dezelfde als voor het systeem K_1 . In Tabel I toch werd voor het kappagetel van het getij M_2 gevonden 327°; het verschil tusschen beide havengetallen bedraagt dus

$$327^\circ - 130^\circ = 197^\circ$$

of wederom ongeveer 180° in plaats van 90° ; hier staat dus de getijstroom het sterkst door 17° of ongeveer een half uur vóór het oogenblik van laagwater, de stroom om de Zuidwest even veel vóór het oogenblik van hoogwater; feitelijk wordt hier dus dezelfde verhouding tusschen stroomen en getijden geconstateerd als bij den enkeldaagschen stroom is gevonden en kan er geen sprake van zijn van formuleering dezer verhouding door combinatie van ebbe of vloed met de richting van den stroom.

Minder zeker dan deze bepalingen der kenmerken van de getijstroomen K_1 en M_2 , zijn die van de dagelijksche beweging S_1 of S_2 : de gegevens hiervoor bestaan slechts uit de verschillen der jaargemiddelden in Tabellen V en VI gegeven; deze verschillen moeten genomen worden om de zeestrooming, of als men wil het restant der moessonstroomen, uit de gegevens te elimineren, zoodat uit de drie gemiddelden voor de drie waarnemingsuren slechts twee vergelijkingen gevormd kunnen worden en daar elke periodieke beweging twee onbekenden bevat nl. amplitude en argument of epoche, is het niet mogelijk hieruit meer dan ééne periodieke grootheid af te leiden; de gegevens zelve zijn voor beide jaren volkomen eenstemmig, men vindt:

	$M_1 = 9 \text{ v.m.} - 6 \text{ n.m.}$		$M_2 = 9 \text{ v.m.} - 2 \text{ n.m.}$	
	N	E	N	E
Eerste jaar	3.0	3.3	6.7	3.9
Tweede jaar	3.2	3.1	10.3	3.1
Gemiddeld	3.1	3.2	8.5	3.5

Daar er volkomen analogie bestaat tusschen de beide jaren onderling, is het dus voldoende terstond de gemiddelde waarden te behandelen en te zien in hoeverre deze voor M_1 en M_2 door de waarneming gevonden waarden verklaard kunnen worden door het aannemen eener dagelijksche periode. Uit den vorm der jaargemiddelden van Tabellen V en VI blijkt terstond, dat de meest waarschijnlijke vorm die van eene dubbeldaagsche strooming is, omdat 9 v.m. en 6 n.m. meer met elkander overeenkomen dan 2 n.m. Schrijven wij nu de bekende formules op die in deze onderstelling overeenkomen met de jaargemiddelden van de drie waarnemingsuren en nemen wij de verschillen, dan vinden wij:

$$\begin{aligned} 9 \text{ v.m.} & S_2 \cos (270^\circ - C) + Z \\ 2 \text{ n.m.} & S_2 \cos (60^\circ - C) + Z \\ 6 \text{ n.m.} & S_2 \cos (180^\circ - C) + Z \end{aligned}$$

waarin Z de constante zeestrooming voorstelt en

	N	E
$M_1 = -2 S_2 \sin 45^\circ \sin (225^\circ - C) =$	3.1	3.2
$M_2 = -2 S_2 \sin 105^\circ \sin (165^\circ - C) =$	8.5	3.5

Berekent men uit deze twee vergelijkingen, afzonderlijk voor de noord- en oostcomponenten, de waarden van S_2 en C , dan vindt men dat het dubbeldaagsche zonsgetij kan voorgesteld worden door de beide uitdrukkingen

$$\begin{aligned} \text{Noordcomponente} & 4.35 \cos (30^\circ t - 255^\circ.23) \\ \text{Oostcomponente} & 2.39 \cos (30^\circ t - 295^\circ.87) \end{aligned}$$

Daar de beide argumenten, die hier 40° verschillen, voor getijstroomen gelijk moeten zijn of 180° moeten verschillen, wordt de gemiddelde waarde als de juiste aangenomen, waarbij rekening gehouden wordt met het gewicht, d. i. de amplitude, terwijl de richting der strooming gegeven wordt door de formule:

$$\text{Bgtang. } \frac{2.39}{4.35} = 28^\circ 47'$$

Voor de dubbeldaagsche zonsgetijstrooming vindt men eindelijk op deze wijze:

$$\begin{aligned} \text{Noord } 14.5 \% \cos (30^\circ t - 269^\circ) & 16.6 \% \text{ N } 29^\circ \text{ E.} \\ \text{Oost } 8.0 \% & \text{ S } 29^\circ \text{ W.} \end{aligned}$$

of ook alleen

$$16.6 \% \text{ N } 29^\circ \text{ E } \cos (30^\circ t - 269^\circ).$$

Bij het gebruik dezer laatste formule moet dan de amplitude 16.6% vermenigvuldigd worden met de cosinus en de sinus van 29° om de Noord- en de Oost componenten te verkrijgen. Volgens deze formule bestaat er derhalve een dubbeldaagsche zonsgetijstroom, die te 9 n.m. en dus ook te 9 v.m. het sterkst doorstaat om de Noord 29° Oost en te 3 v.m. en 3 n.m. het sterkst om de Zuid 29° West. De methode van berekening is, op gevaar af van in herhaling te vallen, hier nogmaals duidelijk uiteengezet, in de eerste plaats omdat het voorbeeld bijzonder gunstig was, in de tweede plaats echter om nadruk te leggen op het feit, dat deze afleiding met behulp eener *onderstelling* moest geschieden, omdat de gegevens uit drie uren niet toereikend zijn om volkomen zekerheid te verkrijgen. Bij de rangschikking naar de maansperiode vindt men voor *elk* maansuur eene gemiddelde richting en bij de behandeling der maandgemiddelden op de boven aangetoonde wijze voor elke *twee* uren van het K-getij eveneens eene bepaalde gemiddelde; want rangschikking van een bepaald uur naar maandgemiddelden komt voor het getij K_1 op hetzelfde neer als rangschikking om de 2 uren van de getijbeweging binnen het etmaal; hier echter zijn slechts drie gemiddelden bekend. Waren wij van de onderstelling uitgegaan dat er eene enkeldaagsche strooming bestond en geene dubbeldaagsche, dan zouden de beide vergelijkingen ook op deze vraag een antwoord gegeven hebben.

Eene proef op de som, d. i. antwoord op de vraag in hoeverre de gevonden constanten rekenschap kunnen geven van de waarnemingen, is echter te vinden indien men nu uit de gevonden formule de componenten berekent voor de drie waarnemingsuren en deze aftrekt van de jaargemiddelden der Tabellen V en VI, waarbij dan de zuivere zeestrooming, d. i. gelijke componenten voor alle uren moeten overblijven als de onderstelling waarvan wij uitgingen juist was.

Voert men deze bewerking uit dan vindt men gemakkelijk:

	9 v.m.		2 n.m.		6 n.m.	
	N	E	N	E	N	E
Gemidd. jaargemidd.						
Tab. V en VI	15.2	-2.6	6.7	-6.1	12.1	-5.8
Correctie voor S_2 stroom	4.4	2.4	-3.8	-2.1	0.1	0.0
Verschil=zeestrooming	10.8	-5.0	10.5	-4.0	12.0	-5.8

Hiervan blijkt dat aan het criterium voor de juistheid der onderstelling op zeer bevredigende wijze voldaan is en dat eene gemiddelde zeestrooming is geconstateerd waarvan de componenten zijn:

$$\begin{aligned} \text{Noord } 11.1, \quad \text{Oost } -4.9 \text{ of} \\ \text{Noord } 11.1, \quad \text{West } 4.9 \\ \text{Noord } 37.0\%, \text{ West } 16.3\% \end{aligned}$$

zoodat de geheele strooming kan uitgedrukt worden door de formule

$$40.4\% \text{ Noord } 24^\circ \text{ West.}$$

Hadde wij de ruwere benaderingsmethode gebezigd, die vroeger reeds is besproken, en als zeestrooming aangenomen het resultaat dat men verkrijgt door de som van 9 v.m., 6 n.m. en twee malen 2 n.m. te delen door vier, dan zou men gevonden hebben

38.1% Noord 27° West.

Vergelijkt men nu de kappagetallen der S_2 strooming en van het S_2 getij, dan vindt men voor het verschil

$$337^\circ - 269^\circ = 68^\circ$$

zoodat hier eene geheel andere verhouding tusschen getij en getijstrooming gevonden wordt dan bij de getijstroomen M_2 en K_1 ; hier staat de sterkste strooming om de Noord 29° Oost door

$$247^\circ - 269^\circ = 22^\circ = 0.7 \text{ uur}$$

na het oogenblik der sterkste rijzing, zoodat van dezen getijstroom met recht kan gezegd worden dat de eb om de Noord 29° Oost, de vloed om de Zuid 29° West d. i. de kust oploopt.

Zooals uit de voorbeelden van *Straat Madoera* bij *Sembilang* en *Straat Soenda* gebleken is, behoeft er niet altijd een bepaald verband te bestaan tusschen de ter plaatse heerschende getijden en de heerschende getijstrooming en daar de verschillende getijden zich niet op gelijksoortige wijze voortplanten, is het ook niet waarschijnlijk dat de getijstroomen dit doen. Het mag dus volstrekt niet als eene onmogelijkheid beschouwd worden dat bij *Meindertsdroogte* de S_2 stroom zich anders verhoudt ten opzichte van het S_2 getij, dan de M_2 en K_1 stroomen ten opzichte van deze getijden.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt ook dat de waarschijnlijkheid groot is dat de gevonden eigenaardigheden werkelijk voorkomen; maar toch moet er met nadruk op gewezen worden, dat de zekerheid niet vaststaat en dat uit waarnemingen op uitvoeriger schaal wel eens zou kunnen blijken, dat de hier gevonden overeenstemming tusschen de feiten en de resultaten der berekening meer aan toeval, dan aan werkelijkheid te wijten is. Zoolang er nog niet een eenvoudig instrument is gevonden waardoor het mogelijk is stroomrichtingen en snelheden zich langs zelfregistreerenden weg te doen opteekenen, zullen overal dergelijke lacunen in de kennis dier stroomen blijven, en daar getijden tot de lineaire grootleden behooren, die gemeten kunnen worden langs eene lijn, getijstroomen echter grootheden van twee dimensies zijn, die slechts in een vlak gemeten kunnen worden door de projecties op vier of, als men wil, op twee assen, zal in dit opzicht zeker de kennis der getijden wel steeds den voorsprong boven die der getijstroomen houden. Intusschen moet met dankbaarheid erkend worden, dat door de oordeelkundige wijze waarop bij den dienst der bebakening en kustverlichting deze stroomwaarnemingen zijn georganiseerd, reeds een groote stap is gedaan op een gebied waaromtrent nog weinig of niets bekend was.

Om tot eene volledige kennis der stroomingen bij *Meindertsdroogte* te geraken, blijft nog over een onderzoek naar de richting en de frequentie der moessonstroomen. Daar de invloed van den enkeldaagschen getijstroom niet sterk is, schijnt het geoorloofd dit onderzoek te vereenvoudigen door aan te nemen, dat deze invloed geheel en al geëlimineerd wordt door de componenten voor 9 v. m. en 6 n. m. bij elkander op te tellen, de hierbij begane fout is zeker gering, te meer daar de moessonstroomen zeer duidelijk optreden.

In Tabel XI zijn deze sommen gegeven, afgeleid uit de Tabellen V en VI, B, terwijl de gemiddelde voor beide jaren verkregen is door de som voor beide jaren te deelen door vier; elk der jaarsommen toch bevat twee malen den moessoninvloed.

Tabel XI.

Sommen der componenten voor 9 v. m. en 6 n. m. der stroomingen bij *Meindertsdroogte*.

	eerste jaar		tweede jaar		gemiddeld.		Richting	proc.
	N	E	N	E	N	E		
Oct.	— 11	— 23	17	— 10	1.5	— 8.3	N 76° W	27
Nov.	— 22	— 10	14	1	— 2.0	— 2.3	S 45° W	10
Dec.	— 19	18	2	17	— 4.3	8.8	S 66° E	33
Jan.	— 26	19	— 16	30	— 10.5	12.3	S 47° E	53
Febr.	— 26	10	— 27	34	— 10.8	11.0	S 45° E	53
Maart	— 30	2	— 17	39	— 11.8	10.3	S 40° E	53
April	— 1	1	— 4	— 17	— 1.3	— 4.0	S 76° W	13
Mei	25	7	0	— 11	6.3	— 1.0	N 10° W	20
Juni	20	4	7	— 21	6.8	— 4.3	N 30° W	27
Juli	28	— 7	3	— 29	7.8	— 9.0	N 48° W	40
Aug.	28	— 8	11	— 18	9.8	— 6.5	N 35° W	40
Sept.	29	— 13	10	11	9.8	— 6.0	N 31° W	40

Uit het overzicht in deze Tabel gegeven blijkt, dat de richtingen der moessonstroomen in de twee waarnemingsjaren vrij sterk uit elkander liepen. In het eerste jaar domineerden de Noordelijke en Zuidelijke componenten, gedurende het tweede jaar daarentegen waren de Oostelijke en Westelijke veel grooter; de gemiddelde waarden, afgezien van het teeken der Noord- en Oost-componenten, waren in het eerste jaar 22 en 10, in het tweede jaar 11 en 12.

De kenteringmaanden zijn April en November en gedurende de maanden Januari, Februari en Maart staan de stroomen om de Zuidoost, gedurende Juli, Augustus en September, de stroomen om de Noordwest het krachtigst door. Legt men door de gemiddelde componenten de *Besselsche* kromme zoo vindt men na reductie op 1 October:

$$\text{Noord } 10.0 \cos (nt - 303^\circ)$$

$$\text{Oost } 9.9 \cos (nt - 126^\circ)$$

De beide argumenten verschillen hier op zeer weinig na 180° , 't geen beteekent dat met de Noordcomponente niet de Oost maar de Westcomponente correspondeert en omgekeerd; de formules kunnen dus ook geschreven worden:

$$\text{Noord } 10.6 \cos (nt - 304^\circ)$$

$$\text{Oost } - 9.9 \cos (nt - 304^\circ)$$

of, als men liever wil

$$\text{Noord } 10.6 \cos (nt - 304^\circ)$$

$$\text{West } 9.9 \cos (nt - 304^\circ)$$

Drukt men de amplituden uit in procenten en verlegt men, door bijtelling van 269° , der oorsprong van tijd van 1 October naar 1 Januari, zoo vindt men voor de formule:

$$\begin{aligned} \text{Noord } 35.3\% \\ \text{West } 33.0\% \end{aligned} \cos (nt - 213^\circ) \quad 48.3\% \text{ Noord } 43^\circ \text{ West.}$$

Deze formule beteekent dat de moessonstroomen bij sterkste kracht met eene frequentie van 48% doorstaan en in eene gemiddelde richting Noord 43° West en Zuid 43° Oost, eene richting derhalve ongeveer loodrecht op die der getijstroomen.

De sterkste stroom om de Noordwest valt op 5 Augustus, die om de Zuidoost op 3 Februari, terwijl de kenteringen invallen op 6 Mei en 4 November.

Hierbij moet in het oog gehouden worden, dat in Tabel XI de moessonstroomen gegeven zijn zooals zij zich zouden voordoen als zij alleen voorkwamen en er compensatie plaats vond tusschen

de beide moessons; door aftrekking toch van de jaargemiddelden worden de sommen der positieve en negatieve getallen noodzakelijk even groot.

Men leert hieruit den aard en de zuivere richting der moessonstroomen kennen, maar in werkelijkheid komen deze stroomen nooit voor; wil men de werkelijke gemiddelde stroomingen kennen, zoo moet de hierboven met den naam van zeestrooming bestempelde permanente strooming bij de maandgemiddelden van Tabel X gevoegd worden door bijtelling van 11.1 bij de Noordcomponenten en aftrekking van 4.9 van de Oostcomponenten, zooals in Tabel XII is gedaan.

Tabel XII.

Moessonstrooming en zeestrooming.

	N	E	Richting	procent.
October	12.6	— 13.2	N 45° W	60
November	9.1	— 7.2	N 38° W	37
December	6.7	3.9	N 30° E	27
Januari	0.6	7.4	N 82° E	23
Februari	0.3	6.1	S 90° E	20
Maart	— 0.7	5.4	N 79° E	17
April	9.7	— 8.9	N 42° W	43
Mei	17.4	— 5.9	N 19° W	60
Juni	17.9	— 9.2	N 27° W	67
Juli	18.9	— 13.9	N 36° W	80
Augustus	20.9	— 11.4	N 28° W	80
September	20.8	— 10.9	N 28° W	80

Hieruit blijkt dat, evenals bij het rif *de Bril* de stroom door de Zuidoostpassaat opgewekt bij *Meindertsdroogte* eene belangrijke rol speelt, zoodat Noordwestelijke stroomingen, niet alleen wat intensiteit, maar ook wat duur betreft, verre de overhand hebben over de Zuidoostelijke stroomingen, die alleen van December tot Maart tot ontwikkeling komen; daar dit echter met geringe kracht geschiedt, zullen omstreeks dien tijd de getijstroomen veel duidelijker te voorschijn treden dan in den Oostmoesson. Eene recapitulatie van de resultaten van dit onderzoek leidt tot de volgende tabel der constanten voor de stroomen, die analoog is met Tabel I voor de getijden. Overeenkomstig de aangenomen conventie is het kappagetel der moessonstrooming hierin zoodanig veranderd dat de aanvang van tijd het oogenblik is waarop de zonslengte nul is, of 21 Maart.

Tabel XII.

Constanten der stroomen bij *Meindertsdroogte*.

	procent	k	Richting.
S ₂	16.6	269°	N 29° E
M ₂	24.3	130°	N 39° E
K ₁	17.2	119°	N 39° E
S _a	48.3	134°	N 43° W
W	40.4	N 24° W	

De richting achter de kappagetallen aangegeven geeft de richting aan waarin de stroomen loopen voor *positieve* waarden der cosinusformule; geeft de formule voor een bepaald tijdstip eene negatieve waarde, dan loopt de stroom in de tegenovergestelde richting.

§ 4. Windrichting.

Zoowel bij *Meindertsdroogte* als op *Poeloe Sapoedi* zijn windwaarnemingen verricht van af 1889, zoodat op dit oogenblik vier volledige jaren voorhanden zijn.

Tabel XIII.

Windrichting bij *Meindertsdroogte*
1889 — 1892.

	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
Januari	S 70° W 40%	N 51° W 47%	W 40%
Februari	W 40	N 42° W 50	N 73° W 33
Maart	S 75° W 37	N 36° W 47	N 77° W 30
April	S 19° E 60	N 76° E 53	S 48° E 50
Mei	S 18° E 73	S 41° E 60	S 24° E 67
Juni	S 13° E 77	S 43° E 63	S 19° E 70
Juli	S 18° E 87	S 34° E 77	S 22° E 80
Augustus	S 13° E 87	S 38° E 80	S 21° E 83
September	S 11° E 83	S 35° E 80	S 23° E 87
October	S 9° E 83	S 47° E 77	S 27° E 83
November	S 4° E 50	S 76° E 27	S 4° E 43
December	S 18° W 30	N 13° E 30	S 45° E 20
April—Sept.	S 15° E 80%	S 45° E 69%	S 24° E 73%
Oct.—Mrt.	S 29° W 33%	N 13%	S 34° W 23%
Jaar	S 53%	S 54° E 30%	S 13° E 43%

Uit deze tabel blijkt duidelijk welk een ondergeschikte rol in deze streken de Westmoesson speelt; alleen gedurende de drie eerste maanden van het jaar treden westelijke componenten op, terwijl October, November en December nog zeer bepaaldelijk tot den Oostmoesson moeten gerekend worden: alleen December vertoont des ochtends, en waarschijnlijk dus ook des nachts, eene flauwe neiging tot westelijke richting. De combinatie October—Maart, schoon in Tabel XIII opgenomen, is derhalve ongewettigd, omdat ongelijksoortige richtingen bijeen gevat worden tot eene gemiddelde die alle beteekenis mist.

Ook de groote percentages voor de gemiddelde richting over het geheele jaar genomen geven terstond aan dat hier van compensatie der beide moessons geen sprake kan zijn; onder deze omstandigheden is het ook niet geoorloofd deze jaargemiddelden van de maandgemiddelden af te trekken ten einde den zuiveren moessoninvloed te verkrijgen, want door zulk eene behandeling der getallen dwingt men als het ware tot eene compensatie die in werkelijkheid niet bestaat.

Bij aftrekking toch van gemiddelden moet de som der positieve verschillen even groot worden als die der negatieve en zou men dus b.v. in November Noordwesten winden verkrijgen, terwijl Zuidelijke en Zuid-Oostelijke winden heerschen.

De gemiddelde waarden daarentegen voor April—September berekend mogen als eene juiste voorstelling van de werkelijkheid beschouwd worden; deze gemiddelden toonen duidelijk aan dat de wind, die des ochtends met zeer groote bestendigheid uit den S 15° E hoek waait, in den loop van den dag den invloed ondervindt van den opstekenden zeewind, 't geen zich uit in eene krimping van 30° naar het Oosten en eene vermindering der bestendigheid van 80% tot 67%, 't geen beteekent dat moessonrichting en zeewind met elkander strijd voeren en dus tegengesteld van teeken zijn, terwijl daarentegen de landwind het percentage versterkt. Des avonds te 6 uur is de zeewind blijk-

baar reeds aanmerkelijk in kracht geminderd en draait de wind-richting wederom naar het Zuiden met vermeerdering van bestendigheid.

Ten einde de juiste richting van land- en zeewind te leeren kennen moet men uit de componenten voor de drie uren de gemiddelde waarde voor den geheelen dag zoo goed als mogelijk berekenen en de verschillen vormen.

Tabel XIV.

Gemiddelde componenten voor *Meindertsdroogte*.
April—September.

		Verschillen			
	N	E	N	E	
9 v. m.	— 22.5	6.2	— 5.1	— 4.5	S 41° W 23%
2 n. m.	— 13.7	13.8	3.7	3.1	N 40° E 16%
6 n. m.	— 19.5	9.0	— 2.1	— 1.7	S 39° W 9%
Gemidd.	— 17.4	10.7			

Uit deze berekening, waarbij de gemiddelde waarde is gevormd uit twee malen de componenten voor 2 n. m. en eenmaal die voor 9 v. m. en 6 n. m. gedeeld door vier, blijkt dat de richting van land- en zeewind is S 41° W en N 40° E en dat de landwind sterker is dan de zeewind.

Past men dezelfde bewerking toe op de drie westmoesson-maanden Januari, Februari en Maart, dan vindt men voor den land- en zeewind de richtingen

9 v. m.	S 8° W	25%
2 n. m.	N 6° E	18%
6 n. m.	S	11%

Waaruit blijkt dat, altijd vooropgesteld dat de methode van berekening juist is, in deze maanden land- en zeewind eene bijna zuiver Zuidelijke en Noordelijke richting aannemen, terwijl de bestendigheden ongeveer dezelfde zijn als gedurende den oostmoesson.

Vergelijkt men met deze resultaten die der windwaarnemingen op *Poeloe Sapoedi* verricht, zoo springt het verschil tusschen beide plaatsen in ligging ten opzichte der nabij gelegen kust en in meerdere blootstelling van *Poeloe Sapoedi* aan den in de *Javazee* doorstaanden Westmoesson terstond in het oog.

Tabel XV.

Windrichting op *Poeloe Sapoedi*
1889 — 1892.

	9 v. m.	2 n. m.	6 n. m.
Januari	S 74° W 63%	N 66° W 73%	N 47° W 70%
Februari	S 69° W 57	N 66° W 67	N 45° W 60
Maart	S 84° W 30	N 45° W 43	N 27° W 43
April	S 43° E 70	S 84° E 33	E 53
Mei	S 39° E 73	S 72° E 63	S 65° E 70
Juni	S 39° E 87	S 68° E 60	S 72° E 67
Juli	S 34° E 90	S 58° E 87	S 71° E 90
Augustus	S 36° E 90	S 57° E 90	S 73° E 93
September	S 24° E 90	S 53° E 83	S 71° E 90
October	S 20° E 90	S 58° E 63	S 83° E 77
November	S 3° W 57	S 27° W 13	N 76° E 27
December	S 42° W 40	N 58° W 50	N 41° W 33
April—Sept.	S 35° E 80%	S 61° E 70%	S 72° E 77%
Oct.—Maart	S 32° W 43%	N 69° W 27%	N 14° W 27%
Jaar	S 15° E 53%	S 59° E 20%	E 33%

Reeds in November treden hier de westelijke componenten op en terwijl, de bestendigheid als maatstof genomen, bij *Meindertsdroogte* de maanden December en Maart de kenteringmaanden zijn, moeten op *Poeloe Sapoedi* November en, gedeeltelijk althans, ook April als zoodanig aangemerkt worden. Hier heeft dus ook de gemiddelde waarde voor October tot Maart eene meer bepaalde beteekenis, ofschoon het beter zou zijn October niet in deze combinatie op te nemen. Zoowel uit de gemiddelden voor de beide seizoenen als uit die voor de enkele maanden blijkt dat op *Poeloe Sapoedi* de windrichting in den Oostmoesson meer oostelijk en gedurende den Westmoesson meer westelijk is dan bij *Meindertsdroogte*, terwijl ook de percentages, vooral in den Westmoesson, veel grooter zijn.

Ook wat den dagelijkschen gang betreft bestaat er verschil; gedurende den Oostmoesson wordt van 's ochtends te 9 v. m. de wind des namiddags meer oostelijk, maar in stede van te 6 n. m. wederom uit ongeveer gelijke richting als des ochtends te waaien, blijft die oostelijke draaiing ook na 2 n. m. voortduren, terwijl gedurende den Westmoesson de wind van S 32° W te 9 v. m. in sterke mate ruimt gedurende den loop van den dag om te 2 n. m. N 69° W en te 6 n. m. N N W te worden.

Berekent men voor *Poeloe Sapoedi* de juiste richting van land- en zeewind op dezelfde wijze als voor *Meindertsdroogte*, zoo wordt gevonden:

Tabel XVI.

	April—September.	November—Maart.
9 v. m.	S 25° W 52%	S 5° E 11%
2 n. m.	N 6%	N 38° W 10%
6 n. m.	N 39° E 21%	N 32° E 24%

Uit deze tabel blijkt duidelijk, dat des namiddags te 6 uur de landwind, die S 25° W is, nog lang niet doorstaat, terwijl dit bij *Meindertsdroogte* wel het geval was en tevens dat hier het spel van land- en zeewind gedurende den Westmoesson veel minder levendig is dan gedurende den Oostmoesson.

Hetzelfde verschijnsel vindt men, maar in nog sterker mate, naarmate men, meer westelijk komende, het eigenlijk terrein van den Westmoesson nadert, dat gelegen is in de *Chineesche zee*; daar, en in de omliggende zeeën, staat de Westmoesson werkelijk gedurende 6 maanden door en heeft er compensatie tusschen de beide moessons plaats, zoodat de jaargemiddelden, die hier met percentages van 50 optreden, tot nul gereduceerd zijn.

BATAVIA, December 1893.

VAN DER STOK.

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel

X. Java-zee.

§ 1. Terwijl in de vorige studiën hydrographische constanten gegeven werden voor vele plaatsen die op de grenzen der *Javazee* gelegen zijn, of in straten die toegang hebben tot die binnenzee, moest de behandeling dezer zee zelve tot later worden uitgesteld wegens het zeer omvangrijke te bewerken materiaal. Voor zooverre den schrijver bekend is zijn voor deze studie alle aanwezige waarnemingen bijeen gebracht, ten minste diegene die door uitgebreidheid en juistheid de moeite eener bewerking beloofden te beloonen.

Het materiaal bestaat uit:

1°. De waarnemingen van getijden, stroomen en winden verricht bij gelegenheid der hydrographische opneming der *Duizend-eilanden* in 1885 en 1886 door den Luit. t. z. 1ste kl. C. M. CORNELISSEN, Commandant van het opnemingsvaartuig „*Hydrograaf*”.

Deze groep bestaat uit een tachtigtal kleine eilandjes gelegen tusschen $5^{\circ} 47'$ en $5^{\circ} 24'$ Z. B. en $106^{\circ} 23'$ en $106^{\circ} 37'$ O. L.; voor deze bewerking zijn gebezigd 1583 getijwaarnemingen gedaan bij *Poeloe Kelappa*, 6774 stroomwaarnemingen en 6985 windobservaties.

2°. De waarnemingen van getijden (2525), van stroomen (4592) en van wind (3659) gedaan bij gelegenheid der hydrographische opneming van de *Karimoen-Djawa eilanden* in de jaren 1887 en 1888 door den Luit. t. z. 1ste kl. A. W. F. C. VAN WOERDEN, Commandant van het opnemingsvaartuig „*Hydrograaf*”.

Deze archipel bestaat uit een vijfentwintigtal groote en kleine eilandjes gelegen tusschen $5^{\circ} 43'$ en $5^{\circ} 55'$ Z. B. en $100^{\circ} 6'$ en $110^{\circ} 37'$ O. L.

3. De waarnemingen van getijden (2069), van stroomen (4291) en van wind (4611) gedaan bij gelegenheid der hydrographische opneming van het eiland *Bawean* door denzelfden zeeofficier gedurende de jaren 1888 en 1889; het eiland ligt tusschen $5^{\circ} 52'$ en $5^{\circ} 43'$ Z. B. en tusschen $112^{\circ} 34'$ en $112^{\circ} 44'$ O. L.

4. Getijwaarnemingen verkregen met behulp van een zelf-registreerenden getijmeter opgesteld in de haven van *Tandjong Priok* gedurende vier jaren nl. 1885, 1887—1888, 1890—1891 en 1891—1892.

5. Getijwaarnemingen drie malen daags verricht met behulp eener eenvoudige peilschaal op *Boompjes-eiland* door den opzichter van het kustlicht gedurende 2 jaren; stroomwaarnemingen gedurende denzelfden tijd en windwaarnemingen van 1886—1892

eveneens driemaal daags verricht door denzelfden waarnemer; het kustlicht ligt op $5^{\circ} 56'$ Z. B. en $108^{\circ} 23'$ O. L.

6. Getijwaarnemingen te *Semarang* verricht gedurende het jaar 1890 op alle uren van het etmaal op last van den Waterstaatsdienst en windwaarnemingen drie malen daags gedurende de vier jaren 1889—1892 verricht door den havenmeester. De uitmonding van het havenkanaal ligt op $6^{\circ} 57'$ Z. B. en $110^{\circ} 25'$ O. L.

7. Getijwaarnemingen gedurende één jaar verricht op het eiland *Edam*, drie malen daags, en windwaarnemingen van 1886—1892, gedaan door den opzichter van het kustlicht; stroomen konden hier niet waargenomen worden.

Het eiland *Edam* ligt op $5^{\circ} 57.5'$ Z. B. en $106^{\circ} 50.4'$ O. L.

8. Windwaarnemingen drie malen daags verricht van 1886—1892 op het eiland *Noordwachter* door den opzichter van het kustlicht, gelegen op $5^{\circ} 12'$ Z. B. en $106^{\circ} 28'$ O. L.

9. Windwaarnemingen van 1887—1892 verricht door den opzichter van het kustlicht op het eiland *Poeloe Mandelieke* gelegen op $6^{\circ} 23'$ Z. B. en $110^{\circ} 55'$ O. L.

10. Wind- en stroomwaarnemingen verricht aan boord van de oorlogsschepen die van 1821 tot 1890 de *Javazee* hebben bezocht, ontnomen aan oude scheepsjournalen, die voor dit doel door het ministerie van Marine te 's Gravenhage aan het observatorium te *Batavia* zijn toegezonden. De observaties van den wind zijn per wacht genoteerd, stroomrichting en kracht zijn berekend uit de verschillen tusschen de gegiste en de waargenomen bestekken. De *Javazee* is verdeeld in vier deelen: de Zuidoostkust van *Sumatra* tot aan den 107den lengtegraad, het westelijk deel van 107° tot 111° , het midden-gedeelte van 111° — 115° en het oostelijk deel van 115° — 119° O. L.

In deze verhandeling zijn overzichten gegeven van de verkregen resultaten voor alle vier deelen wat betreft den wind en voor de drie laatstgenoemde deelen wat betreft de stroomen. Het aantal windwaarnemingen bedraagt 29730, het aantal stroomwaarnemingen 1475.

§ 2. Getijden.

a. Duizend-eilanden.

De getijwaarnemingen zijn verricht op twee plaatsen; alleen de tweede reeks, nl. die welke op *Poeloe Kelappa* betrekking heeft, is echter bewerkt, omdat deze reeks gedurende een vol jaar is voortgezet, hetgeen voor eene goede bewerking zoo al niet noodzakelijk, dan toch zeer voordeelig is.

Deze waarnemingen zijn in hoofdzaak verricht op de vier uren: middag, 6 nm., middernacht en 6 vm., welke verdeling van tijd bijzonder gunstig is, omdat hierdoor het groote bezwaar vervalt, dat tegen waarnemingen op willekeurige uren kan ingebracht worden, dat nl. de oplossing van eenige vergelijkingen noodig is om den onderlingen invloed van de enkeldaagsche getijden K en P en van het jaarlijksch getij Sa op te heffen.

Zooals in Studie II is aangetoond, wordt deze invloed, wanneer men een even aantal equidistante observaties neemt, bij eenvoudige rangschikking van zelf geëlimineerd, en zulk een reeks is dus even bruikbaar als een serie van uurwaarnemingen; alleen voor de kleine getijden maakt dit onderscheid, omdat voor de bepaling hiervan een zoo groot mogelijk getal waarnemingen noodig is ten einde de storende invloeden te ontgaan. Voor de grootere getijden, die alleen in de praktijk beteekenis hebben, zullen de resultaten een even groote waarde hebben.

Behalve deze 4 waarnemingen daags zijn bovendien nog observaties gedaan op andere uren van den dag op dagen van volle en nieuwe maan en op die der kwartieren; worden nu deze ook gebezigd bij de rangschikking, dan vervalt men wederom in het oude bezwaar van onderlinge afhankelijkheid der getijden K, P, en Sa, zoodat het noodzakelijk is voor deze getijden alleen de bovengenoemde 4 waarnemingsuren te gebruiken.

Voor de overige getijden, met name M_2 , O en N echter konden zij zonder bezwaar in de bewerking opgenomen worden, terwijl, zooals men zien zal, voor de bepaling van S_1 deze bijkomende observaties zelfs noodzakelijk waren.

Terwijl dus de berekening der getijden M_2 , O en N op de gewone wijze is geschied, zoodat hieromtrent geene bijzonderheden behoeven aangegeven te worden, is het noodig de methode van berekening der getijden K_1 , K_2 , P, Sa en Ssa nader aan te duiden.

Deze toch zijn, om vroeger reeds besproken voordeelen te verkrijgen, afgeleid uit maandgemiddelden en niet door rangschikking, schoon deze laatste methode ook tot bruikbare resultaten zou geleid hebben.

De maandgemiddelden voor een bepaald uur zijn afhankelijk van 15 factoren, nl. de totale jaargemiddelde (den gemiddelden waterstand), twee factoren voor de enkele jaarlijksche variatie, nl. amplitude en argument, twee voor de dubbel-jaarlijksche periode; van deze vijf factoren is de eerste constant voor alle maanden, de vier overige zijn wel gelijk voor alle vier waarnemings-uren, maar veranderlijk voor elk maand.

Vervolgens zijn er twee factoren voor het getij S_1 en twee voor S_2 , die dezelfde zijn en blijven voor verschillende maanden, maar verschillen met het uur van den dag.

Eindelijk oefenen nog 6 factoren, twee voor elk der getijden K_1 , P en K_2 , hun invloed uit, die verandert zoowel met het uur van den dag als met de maand.

In het onderhavige geval hebben wij vier waarnemingsuren en 12 maanden, zoodat het geheele onderzoek neer komt op de berekening van 15 onbekenden uit 48 vergelijkingen. Den directen weg volgens de methode der kleinste quadraten hiertoe in te slaan zou een onbegonnen werk zijn; het is gelukkig mogelijk den arbeid aanmerkelijk te bekorten door op de volgende wijze te werk te gaan.

In tabel I zijn de 48 maandgemiddelden te zamengesteld waarbij, ter bekorting der redeneering, de vier reeksen voor

de vier uren aangeduid zijn door de uitdrukkingen (1), (2), (3) en (4). Daar de reeks zich uitstrekt van 15 Juni 1885 tot 14 Juni 1886, zijn ook de maanden telkens van den 15^{den} tot den 14^{den} genomen en kortheidshalve door nummers aangeduid.

Tabel I.

Gemiddelde waterstanden voor elke maand en elk waarnemingsuur bij de *Duizend-eilanden*.

Maand	6 vm.	midd.	6 nm.	middern.	Gemidd.
Nummer	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	c. m.	c. m.	c. m.	c. m.	c. m.
1	197.1	197.2	228.2	247.9	217.9
2	194.7	208.4	226.5	256.1	221.4
3	192.9	208.5	221.9	255.0	219.6
4	194.0	220.5	217.8	220.2	213.1
5	208.2	233.7	203.9	196.6	210.6
6	218.3	242.8	197.2	187.2	211.4
7	221.3	243.1	198.1	187.6	212.5
8	224.4	247.0	194.7	184.7	212.7
9	233.9	223.6	185.4	200.0	210.7
10	226.8	194.8	182.6	241.0	211.3
11	221.2	190.8	196.0	250.0	214.5
12	210.3	196.2	230.0	255.5	223.0
Gemidd.	211.9	217.3	206.9	223.5	214.9

In de cijfers dezer vier eerste kolommen is duidelijk een periodieke beweging te zien, deze wordt veroorzaakt door de perioden K_1 , P, K_2 , Sa en Ssa, en daar nu alle deze perioden binnen 12 maanden rondloopen, zijn de 4 gemiddelden, die onder de kolommen zijn ingeschreven, hiervan geheel en al onafhankelijk en bevatten zij alleen den totalen gemiddelden waterstand, benevens de dagelijksche variaties te weeg gebracht door S_1 en S_2 .

De vier uren zijn echter gelijkmatig over het etmaal verbreid, zoodat in de gemiddelde uit deze vier getallen, 214.9, elke invloed der getijden verdwenen is; dank zij deze regelmatige verbreiding, geeft dus deze totaal gemiddelde terstond een der onbekenden, door ons in vorige studiën W genoemd, aan.

Trekken wij 214.9 af van de vier onderste gemiddelden, dan wordt hieruit W geëlimineerd en wij houden voor de berekening der getijden S_1 en S_2 de gegevens over:

- (1) 6 v. m. — 3.0 c. m.
 (2) midd. 2.4 "
 (3) 6 n. m. — 8.0 "
 (4) middern. 8.6 "

Leggen wij door deze vier grootheden de *Besselsche* kromme, zoo vinden wij dat de enkele periode gemakkelijk kan berekend worden; voor deze toch moet wel is waar de waarde voor 6 v. m. dezelfde zijn als voor 6 n. m. (maar met omgekeerd teken) en eveneens die voor den middag gelijk aan die voor middernacht, maar er blijven dan toch twee verschillende waarden over, die voldoende zijn om de twee constanten, amplitude en argument van S_1 te bepalen. Men vindt aldus de beide vergelijkingen:

$$(1) - (3) = 5.0 = -2 S_1 \sin C_1$$

$$(2) - (4) = -6.2 = 2 S_1 \cos C_1$$

en hieruit $S_1 = 4.0$ c. m. en $C_1 = 219^\circ$, waaruit volgt dat er een merkbaar enkeldaagsch getij bestaat, dat een verval van 8 c. m. veroorzaakt, zoodanig dat hoogwater hiervan voorkomt te

$219^\circ = 14.6 \text{ uur} = 2.6 \text{ v.m.}$
 15°
 en laagwater omstreeks half drie des namiddags.

Het dubbeldaagsche zonsgetij echter laat zich uit deze gegevens niet volledig berekenen, want als het verschil in waterstand hierdoor te weggebracht te 6 v.m. is A, dan is dit te 0 n.m. wederom A en op middag en te middernacht beide — A.; feitelijk bevatten de vier gegevens dus slechts ééne waarde, kunnen dus slechts aanleiding geven tot ééne vergelijking en deze is onvoldoende voor berekening van twee onbekenden.

Alleen kan men constateeren dat

$$S_2 \cos C_2 = 5.5 \text{ c.m.}$$

terwijl men voor nadere bepaling van S_2 en C_2 de waarnemingen moet te hulp roepen, die op andere uren van den dag zijn verricht. Hiervoor zijn echter alleen noodig de totaalgemiddelden op die uren genomen over het geheele jaar zooals die gegeven zijn in de volgende tabel:

Tabel II.

Jaargemiddelden voor verschillende uren van den dag.

	c.m.
middag	217.3
2 n.m.	213.4
4 n.m.	209.7
6 n.m.	206.9
middern.	223.5
6 v.m.	211.9
8 v.m.	213.0
10 v.m.	215.3

Uit deze 8 grootheden, te samen gevende drie vergelijkingen (want de waarden voor 2 n.m. en 4 n.m. zijn gelijk aan die voor 8 v.m. en 10 v.m.) leidt men volgens de methode der kleinste quadraten de volgende waarden af:

$$S_2 \sin C_2 = 1.01 \quad S_2 \cos C_2 = 5.4$$

en hieruit $S_2 = 5.5 \text{ c.m.}$ $C_2 = 11^\circ$
 zoodat dit dubbeldaagsch zonsgetij hoogwater geeft te

$$\frac{11^\circ}{30^\circ} = 0.4 \text{ uur}$$

of te 24 minuten over twaalfen des middags en des nachts, en laagwater te 6^u 24^m des vóór- en des namiddags, met een verval van 11 c.m.

De getallen der kolom (5) van tabel I zijn, omdat de 4 uren regelmatig verspreid zijn over het etmaal, onafhankelijk van alle periodieke veranderingsoorzaken, behalve van den jaarlijkschen gang; trekken wij de jaargemiddelde van die getallen af, zoo vinden wij de verschillen der Tabel III, waarin, om ruimte te besparen, tevens die der overige kolommen gegeven zijn, die voor de berekening van K_1 , P en K_2 moeten dienen.

Tabel III.

Verschillen met jaargemiddelden afgeleid uit tabel I.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	— 14.8	— 19.1	21.3	24.4	3.0
2	— 17.2	— 8.9	19.6	32.6	6.5
3	— 19.0	— 8.8	15.0	31.5	4.7
4	— 17.9	3.2	10.9	— 3.3	— 1.8
5	— 3.7	16.4	— 3.0	— 26.9	— 4.3
6	6.4	25.5	— 9.7	— 36.3	— 3.5
7	9.4	25.8	— 8.8	— 35.9	— 2.4
8	12.5	29.7	— 12.2	— 38.8	— 2.2
9	22.0	6.3	— 21.5	— 23.5	— 4.2
10	14.9	— 22.5	— 24.3	— 17.5	— 3.6
11	9.3	— 26.5	— 10.9	26.5	— 0.4
12	— 1.6	— 21.1	23.1	32.0	8.1

Leggen wij door de 12 verschillen der kolom (5) de enkel- en dubbelperiodieke Besselsche krommen, zoo vindt men terstond de vier onbekenden der perioden van langen duur S_a en S_{sa} , zoodat hiermede reeds 9 van de 15 onbekenden langs eenvoudigen weg gevonden zijn.

De kolommen (1) tot (4) bevatten de gegevens voor de berekening der 6 overige onbekenden.

Bestond alleen de enkeldaagsche periode K_1 , dan zouden natuurlijk alle vier kolommen dezelfde verschillen moeten vertoonen, alleen met dit onderscheid, dat die der eerste en derde omgekeerd van teeken waren en evenzoo die der tweede en vierde kolom; bij een enkeldaagsch getij toch vindt men na 12 uren eene gelijke maar tegengestelde waarde; de opvolgende kolommen zouden juist 6 uren of 90° in phase moeten verschillen; door derhalve de verschillen der derde kolom af te trekken van die der eerste en die der vierde van die der tweede vindt men twee malen de verschillen voor (1) en (2).

Dat de vier kolomen niet onderling gelijke series van verschillen vertoonen heeft tot oorzaak den invloed dien het getij P uitoefent; uit het vrij groote onderscheid dat er tusschen de kolommen (1) en (2) enerzijds en (3) en (4) anderzijds bestaat, volgt terstond dat die invloed niet gering is.

Voor berekening van het dubbeldaagsch getij K_2 daarentegen moet men de sommen nemen van (1) en (3) en (2) en (4), daar van een dubbeldaagsch getij na 12 uren waarden optreden gelijk niet alleen, maar ook gelijk van teeken, terwijl na 6 uren het teeken verschilt; leggen wij dus door de getallenreeks voorgesteld door de uitdrukking

$$(1) + (3) - (2) - (4)$$

de dubbel-periodieke Besselsche kromme, dan vindt men daarbij de gegevens ter berekening van de onbekenden der formule (zie studie II)

$$- 4 K_2 R_3 \cos(60^\circ x + 30^\circ - C_{2k})$$

terwijl men voor de berekening van de constanten der getijden K_1 en P de vergelijkingen verkrijgt:

$$(1) - (3) = 2 K_1 R_2 \cos(30^\circ x + 285^\circ - C_k) + 2 P R_2 \cos(30^\circ x - 255^\circ + C_p)$$

$$(2) - (4) = 2 K_1 R_2 \cos(30^\circ x + 15^\circ - C_k) + 2 P R_2 \cos(30^\circ x + 15^\circ + C_p)$$

De oplossing der vier onbekenden uit deze vergelijkingen is zeer eenvoudig; noemt men nl. de coëfficiënten van de cosinus en sinus resp. voor de vergelijking (1)–(3) A_1 en B_1 en voor de vergelijking (2)–(4) A_2 en B_2 , dan kunnen de beide vergelijkingen gebracht worden onder den eenvoudigen vorm:

$$A_1 = - 2 K_1 R_2 \sin(C_k - 15^\circ) - 2 P R_2 \sin(C_p + 15^\circ)$$

$$B_1 = 2 K_1 R_2 \cos(C_k - 15^\circ) - 2 P R_2 \cos(C_p + 15^\circ)$$

$$A_2 = 2 K_1 R_2 \cos(C_k - 15^\circ) + 2 P R_2 \cos(C_p + 15^\circ)$$

$$B_2 = 2 K_1 R_2 \sin(C_k - 15^\circ) - 2 P R_2 \sin(C_p + 15^\circ)$$

De grootheden A en B worden verkregen door de besproken bewerking der verschillen van Tabel III, en de vier onbekenden zijn dus gemakkelijk af te leiden.

Als resultaat dezer bewerkingen en van de rangschikking volgens de perioden van M_2 , O en N zijn gevonden de volgende constanten:

Tabel IV.

Constanten der getijden bij de *Duizend-Eilanden*.

	H c. m.	k	tijd in uren
S ₁	4.0	219°	14.6
S ₂	5.5	11°	0.4
	0.8	266°	—
K ₁	28.1 (24.9)	165°	11.0
O	6.6 (5.3)	138°	
P	10.6	157°	
N	0.5	314°	
K ₂	2.0 (1.5)	294°	
Sa	5.0	105°	
Ssa	2.3	214°	
W	214.9		

De tusschen haakjes geplaatste amplituden voor de getijden K₁, O en K₂ zijn de werkelijk uit de waarnemingen afgeleide grootheden, die echter, daar omstreeks 1886 de maansdeclinatie zoo klein mogelijk was, aanzienlijk kleiner zijn dan de gemiddelde waarden die eveneens in de tabel gegeven zijn.

Ofschoon de *Duizend-Eilanden* op betrekkelijk korten afstand van *Tandjong Priok* gelegen zijn, bestaat er een aanmerkelijk onderscheid tusschen de getijden voor beide plaatsen en de constanten van tabel III kunnen als sprekend bewijs aangehaald worden van de onmogelijkheid om in enkele trekken aan te geven hoe de getijden in de *Java-Zee* zich voordoen.

Reeds op zeer korten afstand zijn verschillen merkbaar, die aan de getijden een geheel verschillend karakter geven en die zelfs, als in het onderhavige geval, op een gedeeltelijk verschillenden oorsprong wijzen.

Zooals overal in de *Java-Zee* is het enkeldaagsch getij K₁ ook hier het voornaamste en valt dus bij springtij, dat een dag na den datum van grootste maansdeclinatie invalt, elke maand twee uren vroeger in. Dit springtij echter is niet zoo duidelijk ontwikkeld als te *Tandjong Priok*: terwijl daar toch het getij O eene amplitude heeft van 14 c.m. tegenover 27 c.m. voor het getij K₁ en derhalve de in studie III geschetste gang van verschijnselen volkomen toepasselijk is, is bij de *Duizend Eilanden* de amplitude van het getij O bijzonder klein, twee malen kleiner dan bij *Tandjong Priok* en het verschil tusschen springtij en doottij derhalve aanmerkelijk geringer. Men vindt gemiddeld bij de *Duizend-Eilanden* een verval van

$$2 (28.1 + 6.6) = 69.4 \text{ c.m. bij springtij}$$

$$2 (28.1 - 6.6) = 43.0 \text{ c.m. bij doottij}$$

een verschil derhalve van ruim 26 c.m. terwijl bij *Priok* dit verschil 55 c.m. bedraagt.

Is de amplitude van het getij O bijzonder klein, die van P is daarentegen bijzonder groot, bijna twee malen groter dan te *Priok*, zoodat bij de *Duizend-Eilanden* het verschil tusschen de Juli en December getijden aan den eenen en de Maart en September getijden aan den anderen kant sterker in het oog loopt. In Juli en December toch vindt men voor het verval:

$$\text{bij springtij } 2 (28.1 + 6.6 + 10.6) = 90.6 \text{ c.m.}$$

$$\text{bij doottij } 2 (28.1 - 6.6 + 10.6) = 64.2 \text{ c.m.}$$

In Maart en September:

$$\text{bij springtij } 2 (28.1 + 6.6 - 10.6) = 48.2 \text{ c.m.}$$

$$\text{bij doottij } 2 (28.1 - 6.6 - 10.6) = 21.8 \text{ c.m.}$$

Neemt men nu hierbij in aanmerking dat bij springtij omstreeks 21 Juni hoogwater invalt te 11 n.m. en te *Priok* te 9.6 n.m., zoodat er, voor den korten afstand die beide plaatsen scheidt, een aanmerkelijk verschil in tijd bestaat, dan is het duidelijk dat het enkeldaagsch getij zulke groote verschillen aantoonst, dat alleen interferentie hiervan rekenschap kan geven en men aannemen moet dat bij de *Duizend-Eilanden* de invloed van de getijgolf die, uit den *Indischen Oceaan* komende, zich voor een klein gedeelte in de *Java-Zee* moet voortplanten, nog duidelijk merkbaar is; door interferentie toch met de uit straat *Banka* komende getijgolf kan die vertraging in tijd onmogelijk verklaard worden, daar het kappa-getal van K₁ voor die straat slechts zeer weinig grooter is dan dat van *Tandjong Priok*.

Nog merkwaardiger is het verschil dat er tusschen beide plaatsen bestaat in de dubbeldaagsche getijden; terwijl bij *Priok* een dubbeldaagsch maansgetij bestaat, dat wel niet groot is, nl. 5.5 c.m., maar toch duidelijk merkbaar, en tevens een ongeveer evengroot dubbeldaagsch zonsgetij, zoodat bij volle en nieuwe maan springtij wordt waargenomen met een verval van 22 c.m. en doottij omstreeks de kwartiermanen zonder verval m. a. w. geen dubbeldaagsch getij, is bij de *Duizend-Eilanden* het maansgetij geheel verdwenen, want de in tabel IV gegeven 0.8 c.m. kunnen niet als reëel beschouwd worden en evenmin het daarmede overeenkomstig kappa-getal.

Hier doet zich dus het merkwaardige geval voor, dat er een dubbeldaagsch getij met een verval van 11 c.m. bestaat, maar dat dit volstrekt geen verband houdt met den stand der maan, geen springtij of doottij vertoont en steeds hoog- en laagwater geeft op denzelfden tijd van den dag.

Evenals bij *Priok* zijn de overige dubbeldaagsche getijden zóó klein dat zij voor de praktijk van geene beteekenis zijn.

Ook de jaarlijksche variatie in den waterstand is gering; hoog water komt voor omstreeks den aanvang van Juli, laagwater in het begin van Januari en het verschil bedraagt ongeveer 10 c.m., een resultaat, dat in overeenstemming is met alle waarnemingen in de geheele *Java-Zee* verricht; in de *Chineesche-Zee* daarentegen is de stand van het water hooger in den West- dan gedurende den Oostmoesson.

b. *Tandjong Priok*.

In de haven van *Priok* is reeds van af den eersten aanleg der havenwerken een zelfregistreerende getijmeter opgesteld geweest.

Aanvankelijk was het instrument opgesteld boven eene put, die door middel van eene vrij nauwe buis in gemeenschap stond met een ondiep kanaaltje.

Reeds gedurende de bewerking van het jaar 1885 bleek het uit den aard der kromme lijn, dat de buis dikwerf verstopt raakte en de lijnen van 1886 bleken geheel onbruikbaar; eerst in Juli 1887 kon eene nieuwe reeks in bewerking genomen worden, toen door voortdurend toezicht de verstopping door zich vasthechtende schelpdieren werd voorkomen. Zooals uit Tabel V blijkt vertoonen de beide eerste reeksen nog vrij groote verschillen, die allen duidelijk wijzen op eene verkleining der amplitude en eene vertraging in tijd ten gevolge van vernauwing der communicatiebuis; de resultaten van dit eerste jaar zijn dan ook hier alleen gegeven om op dit groote nadeel eener zoodanige opstelling opmerkzaam te maken; tegenover de drie latere reeksen heeft de eerste geene waarde.

Later werd, om aan deze bron van onnauwkeurigheid voor goed een einde te maken, het instrument naar het vrijer gelegen kolenbassin overgebracht en daar opgesteld boven eene vrij

hangende wijde ijzeren buis, waartoe het zeewater ten allen tijde vrijen toegang heeft; van deze nieuwe, in alle opzichten te vertrouwen waarnemingen zijn op dit oogenblik twee jaarreeksen bewerkt, waarvan, zooals uit de resultaten blijkt, de uitkomsten onderling goed overeenstemmen, terwijl ook het laatste jaar van de oude serie hierdoor een certificaat van betrouwbaarheid verkrijgt.

De onderlinge overeenstemming is zoo groot, dat het niet noodig scheen gemiddelde waarden uit de drie laatste reeksen af te leiden; alleen voor het meteorologisch getij Sa wijzen de getallen vrij groote verschillen aan.

Een zelfregistreerende getijmeter echter is geen absoluut maar een variatie instrument, zoodat voor reductie op een zelfde nulpunt voortdurende vergelijking met eene vaste peilschaal noodzakelijk is.

Deze aflezing, genomen eenmaal daags, behoort met juiste aanwijzing van den tijd op elke papierstrook aangegeven te worden en daar nu deze aflezing niet altijd is verricht, is het zeer wel mogelijk, dat hierin eene bron van onjuistheden te zoeken is, zoodat het niet mogelijk is te beslissen of de groote verschillen voor het getij van langen duur Sa gevonden, inderdaad den waren toestand weergeven, dan wel het gevolg zijn van onjuiste gegevens.

Wil men door middel van een zelfregistreerenden getijmeter resultaten verkrijgen, die ook voor perioden van langen duur bruikbaar zijn, dan is, als bij alle variatie-instrumenten, voortdurend deskundig toezicht volstrekt noodzakelijk.

In Britsch-Indië worden alle instrumenten dan ook aan de contrôle eener nauwkeurige jaarlijksche inspectie onderworpen en toch geschiedt het daar bijwijlen dat, ten gevolge der nalatigheid van den klerk, eene geheele reeks moet verworpen worden.

Tabel V
Constanten der getijden te *Tandjong Priok*.

1885		Juli 1887		Febr. 1890		Febr. 1891	
		Juni 1888		Jan. 1891		Jan. 1892	
H	k	H	k	H	k	H	k
c.m.		c.m.		c.m.		c.m.	
S ₁	1.5 321°	2.5 21°	3.1 19°	2.1 27°			
S ₂	4.9 315°	5.7 294°	5.4 291°	5.8 287°			
M ₂	4.2 18°	4.8 347°	5.5 354°	5.5 355°			
K ₁	24.6 157°	26.5 144°	26.8 141°	26.7 144°			
O	12.7 140°	13.6 121°	13.6 105°	13.9 130°			
P	5.8 157°	7.3 146°	8.0 144°	7.0 138°			
N	1.9 338°	2.0 311°	2.0 322°	2.1 317°			
K ₂	2.6 269°	2.1 271°	2.4 269°	2.2 264°			
Sa	7.1 70°	7.5 129°	10.9 204°	6.2 81°			
Ssa	5.5 106°	6.4 117°	3.0 219°	4.2 99°			

Alleen het kappagetal van het getij O in de derde reeks toont een onverklaarbaar verschil, dat zeker niet aan eene rekenfout is toe te schrijven; het is echter mogelijk dat een nader onderzoek, waartoe op dit oogenblik de tijd ontbreekt, de oorzaak hiervan doet vinden.

De waarden in de tabel gegeven voor de getijden K₁, O en K₂ zijn gemiddelde waarden, die derhalve bij groote maansdeclinatie vermeerderd, bij kleine verminderd moeten worden.

Zooals men ziet kunnen door middel van een zelfregistreerenden getijmeter ook getijden wier amplitude niet grooter is dan 2 c.m. met groote nauwkeurigheid bepaald worden; de onderlinge overeenstemming der getijden S₁, N en K₂ is hiervan het onomstootelijk bewijs.

Het zal niet noodig zijn verder omtrent de getijden te *Priok* uit te wijden; zij zijn, wat de overheerschende enkeldaagsche perioden betreft, volkomen reglementair, daar de amplitude van O ongeveer de helft en die van P de vierde part bedraagt van die van K₁.

Alleen bij het dubbeldaagsch regime kan eene afwijking geconstateerd worden, daar de amplitude van S₂ niet, zooals meestal het geval is, twee malen kleiner is dan die van M₂, maar even groot, waardoor, zooals in de vorige paragraaf reeds werd opgemerkt, bij kwartiermanen geen dubbeldaagsch getij tot ontwikkeling komen kan.

Ten slotte moge hier nog opgemerkt worden, dat de bewering van den schrijver der „Sailing Directions, Eastern Archipelago Part II,” uitgegeven in 1893 door den Schout-bij-nacht J. P. MACLEAR:

„The Netherlands India Government has established tide gauges at *Batavia*, *Surabaya*, and *Chilachap*, but the results have not yet been discussed” onjuist is, daar de constanten der getijden van *Soerabaja* reeds in den jaargang 1885—1886 van dit tijdschrift zijn gepubliceerd door den heer H. LIPES, en de beide eerste jaarreeksen der tabel V door den ondergeteekende in 1889 in de Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

c. *Edam*.

Voor deze plaats is nog slechts eene waarnemingsreeks loopende over Februari 1893 tot Januari 1894 voorhanden, zoodat de kritiek op de juistheid der resultaten, nl. de onderlinge vergelijking van meerdere onafhankelijke reeksen, ontbreekt. De goede overeenstemming van de resultaten voor zoovele overige plaatsen aangetoond mag de overtuiging geven, dat ook hier een volgend jaar de resultaten van 't eerste zal bevestigen, voor zooverre zulks bij de kleinheid der getijden en de eenvoudige manier van waarnemen mogelijk is.

Tabel VI.
Constanten der getijden bij *Edam*.
Februari 1893—Januari 1894.

	H	k	uren.
	c.m.		
S ₂	3.6	264°	8.8
M ₂	4.9	294°	10.1
K ₁	16.0 (17.8)	137°	9.1
O	7.8 (9.2)	126°	
P	6.2	110°	
N	1.5	16°	
K ₂	1.4	63°	
Sa	1.8	192°	
Ssa	1.3	161°	
W	17.8		

De getijden N en K₂, Sa en Ssa zijn zoo klein, dat noch aan de amplitude noch aan de kappagetallen eenige waarde kan toegekend worden en deze ook, al mocht later blijken dat de bepaling dezer constanten juist is geweest, van geene beteekenis zijn voor de praktijk.

Zeër interessant en zeker ook volkomen juist is het feit, dat op zoo korten afstand van de haven van *Tandjong Priok* het hoofdgetij K₁ zooveel kleiner is en de tijd van hoogwater aan-

merkelijk vroeger; nemen wij voor *Priok* het kappagetal 144° als het juiste aan, dan valt hier hoogwater in te 9.6 uur en bij *Edam* te 9.1 uur, zoodat er juist een half uur verschil bestaat, terwijl de amplitude bijna de helft kleiner is. Een soortgelijk verschil kan ook voor de dubbeldaagsche getijden aangevoerd worden; het zonsgetij geeft te *Priok* hoogwater te 9.7 uur, bij *Edam* te 8.8, het maansgetij in de haven te 12.1, bij *Edam* te 10.1 uur en de voortzetting der reeks moge in deze verhoudingen later eenige verandering te weeg brengen, het feit der verlating van alle getijden in de haven moet zeker als wel bewezen aangenomen worden. Overigens zijn de verhoudingen der getijden onderling dezelfde als bij *Priok*, ook hier is de amplitude van O juist twee malen kleiner dan die van K_1 en zijn de getijden S_2 en M_2 ongeveer even groot: ook de abnormaliteit die bij *Priok* bestaat, dat nl. het kappagetal van S_2 kleiner is dan van M_2 , wordt hier waargenomen, zoodat springtij van het dubbeldaagsch getij met een verval van 17 c.m. voorkomt één dag voor volle of nieuwe maan, terwijl bij doottij geen dubbeldaagsch getij waarneembaar zal zijn. Van het enkeldaagsch getij wordt in Juni en December bij springtij een verval waargenomen van

$$2 (16.0 + 7.8 + 6.2) = 60 \text{ c.m.}$$

en bij doottij van

$$2 (16.0 - 7.8 + 6.2) = 29 \text{ c.m.}$$

terwijl in September en Maart het verval bedraagt bij springtij

$$2 (16.0 + 7.8 - 6.2) = 35 \text{ c.m.}$$

bij doottij

$$2 (16.0 - 7.8 - 6.2) = 2 \text{ c.m.}$$

zoodat omstreeks dezen tijd van het jaar alleen eene zuiver dubbeldaagsche beweging zal waargenomen worden. De gecorrigeerde gemiddelde waterstand is berekend, maar wordt hier niet gegeven, omdat er bijna geen verschillen bij voorkomen.

d. Boompjeseiland.

Noch de getijden, noch de getijstroomen zijn op dit station, wat grootte betreft, van groot belang: de veranderingen in waterstand door de getijden te weeg gebracht zijn gering en, zoodat later blijken zal, van getijstroomen is geen spoor te ontdekken. Niettegenstaande dit moet echter de kennis van het systeem hier ter plaatse van groot gewicht geacht worden omdat het hierdoor mogelijk wordt een begrip te vormen van de wijze waarop de getijgolf, die voor het enkeldaagsch getij omstreeks 21 Juni des avonds hoogwater veroorzaakt in de *Java-Zee*, zich vormt uit de getijgolf die hoogwater geeft in den voormiddag. Voor het ontwerpen eener kaart van *cotidal lines*, bij alle getijstudien het gestelde ideaal, zijn de resultaten in de volgende tabel te zamengesteld zeker onmisbaar.

Tabel VII.

Constanten der getijden bij *Boompjeseiland*.

	Dec. 1890		Nov. 1891		Nov. 1891		Gemiddeld.	tijd
	H	k	H	k	H	k		
	c.m.		c.m.		c.m.			uren
S_2	5.1	195°	4.8	178°	5.0	187°		6.2
M_2	11.9	319°	11.9	323°	11.9	321°		11.1
K_1	15.6	100°	15.3	109°	15.5	105°		7.0
O	5.6	124°	7.8	111°	6.7	118°		
P	4.5	97°	1.7	156°	2.8	112°		
N	4.8	292°	3.4	288°	4.8	290°		
K_2	2.8	192°	3.9	197°	3.4	195°		
Sa	6.3	125°	19.4	108°	12.7	112°		
Ssa	4.6	302°	3.5	24°	3.1	336°		
W	66.1		75.8		72.0			

De waarnemingen zijn door den opzichter van het kustlicht blijkbaar zeer nauwgezet verricht, want ook voor de kleine getijden N en K_2 zijn uit de beide waarnemingsreeksen constanten afgeleid, die onderling zoo goed overeenstemmen als slechts ge-

wenscht kan worden, terwijl de gelijkheid voor die van het jaarlijksch getij Sa veel grooter is dan bij *Priok*; in dit opzicht zijn goede waarnemingen aan eene vaste peilschaal verricht verre te verkiezen boven niet streng gecontroleerde observaties door middel van een kostbaar instrument.

Terwijl dus te *Tandjong Priok* hoogwater voorkomt des avonds te 9.6 uur en te *Semarang*, zoodat hieronder blijken zal, te 1.7 n.m. is het bij *Boompjeseiland* hoogwater te 7 uur n.m., zoodat het effect der interferentie zich hier uit in eene zeer snelle opvolging der lijnen van gelijke kappagetallen, zóó, dat op een verschil in afstand van slechts drie en een halven graad de tijd van hoogwater toeneemt van 1.7 tot 9.5 c.m. en dus bijna acht uurlijnen binnen dezen afstand moeten worden getrokken.

Van het dubbeldaagsch getij M_2 echter zullen de lijnen van gelijke havengetallen op geheel andere wijze en wel veel langzamer voortschrijden, want voor dit getij is het havengstal te *Semarang* 9.8 uur, bij *Boompjeseiland* 11.1 en te *Priok* 12 uur; hieruit blijkt duidelijker dan uit alle theoriën mogelijk is, hoe inderdaad de stelling waarvan deze studiën der getijden uitgaat, dat de partieele getijden moeten beschouwd worden als een zelfstandig bestaan te leiden, volkomen gewettigd en noodzakelijk is voor een recht begrip der verschijnselen.

Geheel abnormaal verhoudt zich dit dubbeldaagsch systeem wat betreft den tijd van spring- en doottij: uit de kappagetallen van S_2 en M_2 , toch leidt men af dat springtij, met een verval van 33.8 c.m. voorkomt 5.49 dagen voor de datums van nieuwe en volle maan, derhalve ongeveer twee dagen na die der kwartiermanen, waaruit wederom blijkt, dat ook het getij S_2 zich op andere wijze voortplant, dan het getij M_2 . Geheel zeker is echter deze conclusie niet omdat, zoodat reeds meermalen is betoogd, de afleiding van het getij S_2 uit waarnemingen drie malen daags verricht geene volledige zekerheid waarborgt. Het zou ook mogelijk kunnen zijn dat het getij S_2 inderdaad niet bestond en dat de gevonden dagelijksche ongelijkheid door eene periode S_1 moest verklaard worden; waarschijnlijk is echter deze laatste onderstelling niet, omdat beide jaarreeksen tot overeenkomstige uitkomsten leiden.

De enkeldaagsche getijden verhouden zich normaal: springtij met een verval van 44.4 c.m. komt voor op den datum van grootste maansdeclinatie en doottij met een verval van 17.6 c.m. als de maan den aequator passeert. Het getij P is blijkbaar zeer klein, zoodat een aanmerkelijk verschil tusschen de getijden in Juni of December en die in Maart en September niet zal voorkomen. Opmerking verdient verder nog het feit, dat het getij K_2 zich aansluit aan het getij S_2 , het getij N daarentegen bij M_2 .

Hoogwater van den gemiddelden waterstand valt omstreeks 13 Juli zoodat, evenals te *Priok* de Oostmoesson het water doet rijzen; ook van het kleine getij van langen duur Ssa schijnt eene juiste bepaling mogelijk te zijn, ten minste de beide reeksen geven vrijwel overeenkomstige resultaten, terwijl eindelijk de totaal gemiddelde van den waterstand van jaar tot jaar niet onbelangrijk kan veranderen: deze was gedurende het tweede jaar bijna 10 c.m. hoger dan in het eerste.

De volgende tabel geeft de voor getijinvloeden gecorrigeerde-gemiddelde waterstanden, waaruit blijkt dat in sommige maanden, b.v. Augustus, dit verschil nog veel meer bedroeg; het is van belang hierop de aandacht te vestigen, omdat zulke moesoninvloeden natuurlijk niet vooruit te zien zijn en te voorspellen waterhoogten hierdoor altijd onzeker zullen blijven wat

den absoluten waterstand aangaat; de relatieve beweging, veroorzaakt door de ware getijden, blijft echter altijd juist; maar het zou weinig zin hebben deze met al te groote nauwkeurigheid te berekenen, terwijl eene andere oorzaak veel grootere verschillen te weeg kan brengen.

Tabel VIII.

Gemiddelde maandelijksche waterstanden bij *Boompjeseiland*.

		c.m.			c.m.
December	1890	64.7	December	1891	63.1
Januari	1891	59.2	Januari	1892	65.1
Februari	"	57.1	Februari	"	66.4
Maart	"	64.9	Maart	"	75.8
April	"	69.8	April	"	81.4
Mei	"	83.0	Mei	"	82.1
Juni	"	70.8	Juni	"	79.5
Juli	"	79.9	Juli	"	81.1
Augustus	"	71.5	Augustus	"	93.9
September	"	65.4	September	"	73.3
October	"	68.7	October	"	83.9
November	"	69.2	—		

Wegens het geringe bedrag der getijden K_1 en O , worden de veranderingen, die deze getijden ondergaan in 19 jarige periode, hier niet gegeven, evenmin trouwens als, om ruimte te besparen, voor de overige plaatsen die in deze studie behandeld zijn.

e. *Semarang*.

Gedurende 1890 zijn onder toezicht van den waterstaatsdienst uurwaarnemingen aan eene peilschaal verricht, die op een afstand van ruim 400 meters van het strand opgesteld was voor het waterstaatsbureau in het nieuwe havenkanaal. Op zich zelf is eene dergelijke reeks van waarnemingen, verricht op elk uur vandag en nacht gedurende een geheel jaar, eene bijzonderheid, die alleen mogelijk is in een zoo mild klimaat als het Indische, waar waarnemingen even gemakkelijk des nachts als overdag kunnen gedaan worden als er slechts personeel voor beschikbaar is; maar ook van uit een ander, meer praktisch, oogpunt beschouwd, zijn de resultaten belangrijk omdat hier een voorbeeld gegeven is, waarbij ook de nauwkeurige statistische analyse strikt genomen niet in staat is om de componeerende factoren van elkander af te zonderen. Indien men de maandgemiddelden voor het geheele jaar in een staat te samen stelt en men neemt de verschillen van de maandgemiddelden van het geheele etmaal met die voor elk uur afzonderlijk, dan blijkt wel uit de geregelde verschuiving der teekens van maand tot maand, dat het getij K_1 hier domineert, maar ook dat er in die verschuivingen, vooral gedurende den Oostmoesson, onregelmatigheden voorkomen, die blijkbaar van zeer lokalen aard zijn. De ruimte en het formaat dezer publicatie maken het niet wel doenlijk dezen staat van verschillen voor elk uur en elke maand in zijn geheel af te drukken; het belang der zaak en der gevolgtrekkingen brengt echter mee, dat althans een idee van den abnormalen gang van zaken worde gegeven. In tabel IX zijn daarom deze verschillen gegeven voor de maanden Januari en Juni.

Tabel IX.

uren	Januari	Juni	uren	Januari	Juni
	c.m.	c.m.		c.m.	c.m.
0	— 22.6	24.8	12	14.6	— 23.9
1	— 20.7	30.2	13	17.6	— 27.0
2	— 15.0	33.9	14	22.3	— 28.7
3	— 9.0	34.3	15	22.9	— 29.5
4	— 3.9	33.1	16	19.4	— 30.6
5	— 3.6	15.2	17	12.8	— 30.1
6	— 4.5	8.4	18	6.0	— 26.3
7	— 1.7	— 0.1	19	3.1	8.0
8	0.7	— 6.8	20	— 4.1	10.4
9	3.4	— 12.5	21	— 10.1	14.3
10	6.2	— 15.4	22	— 16.4	16.6
11	10.3	— 20.1	23	— 21.1	20.7

De uren zijn geteld van af middag als nulpunt en het blijkt dus terstond uit deze verschillen, dat wel is waar de invloed van K_1 duidelijk uitkomt in de tegengestelde teekens in de beide maanden, maar tevens dat tusschen 3 en 4 n.m. in Juni eene vrij plotselinge daling van 18 c.m. plaats heeft, en van 18 tot 19 uur, of van 6—7 v.m., eene nog veel sterker abnormale rijzing van ruim 34 c.m., terwijl vóór en na dien tijd het water regelmatig wast en daalt en in Januari van zulk eene bijzonderheid niets is waar te nemen. Door den heer H. J. VERDAM, ingenieur der 1ste klasse, is een onderzoek in loco ingesteld ten einde na te gaan of deze abnormale verhouding der waterstanden aan storende invloeden te wijten kon zijn, b.v. in verband kon staan met de werkzaamheid van de buskruitmolen; maar het resultaat van dit onderzoek is geweest dat deze bijzondere verschijnselen noch aan de plaatsing van de peilschaal, noch aan onjuiste waarneming mogen geweten worden.

Het is trouwens niet moeilijk eene voldoende verklaring voor dit verschijnsel te vinden; zooals reeds voor verscheidene plaatsen is aangetoond, ontwikkelen zich gedurende den oostmoesson land- en zeewind in veel sterker mate dan in den westmoesson; wanneer nu des ochtends na het opgaan der zon de zeewind zich steeds sterker ontwikkelt, zal ten gevolge van stuwung in de geheele baai waarin *Semarang* ligt, het niveau van den waterstand langzamerhand verhoogd worden; maar bij de stad, die in het diepste gedeelte der baai ligt, in sterker mate dan ergens elders; de niveau-lijnen zullen van *Poeloe Mandelika* benoorden *Japara* steeds toenemen tot aan *Semarang*, om van daar af aan wederom in geringer mate af te nemen langs de noordkust van *Java*.

Zoodra echter des avonds omstreeks 4 uur de zeewind gaat liggen, zal het evenwicht met de *Java-zee*, dat onder den invloed van den wind slechts door een landwaarts stijgend vlak kan bestaan, wederom vrij snel (evenals een veer waarop de drukking ophoudt te werken), hersteld worden onder de normale omstandigheden, waarbij de richting der zwaartekracht tevens de normale is op het niveau vlak. Later op den avond komt de landwind door en nu neemt onder den invloed daarvan het evenwichtsvlak reeds spoedig eene hellende richting aan, afdalende van af *Semarang* tot aan de volle zee, eene helling die niet meer toeneemt zoodra de wrijvings-componente in noordwestelijke richting van den wind op de zee gelijk is aan de horizontale componente in tegenovergestelde richting van de zwaartekracht; des ochtends, als te 6 v.m. de landwind gaat liggen, vindt deze laatste componente geen tegenwicht meer en het niveau stijgt spoedig tot normale hoogte.

Deze verklaring geeft op voldoende wijze rekening van de waargenomen feiten; is zij juist, dan moeten zich dergelijke verschijnselen voordoen bij *Cheribon*, dat op soortgelijke wijze gelegen is als *Semarang*.

De gevolgen van deze eigenaardige niet zuiver periodieke verschijnselen op de resultaten der bewerking zijn niet gering. Op de bepaling van de constanten der getijden M_2 , O en N zullen zij geen invloed uitoefenen, wel echter op die der getijden K_1 , P , S_1 en S_2 . Wanneer wij toch de gemiddelden vormen voor de uren van middelbaren tijd voor het geheele jaar, dan zijn hierin zeker de invloeden van K_1 en P geheel en al geëlimineerd, maar de gemiddelde waarden uit het resultaat der bewerking afgeleid voor de getijden S_1 en S_2 zullen in geene enkele maand met de werkelijkheid overeenkomen om de eenvoudige reden dat er geene zuivere perioden S_1 en S_2 bestaan die het geheele jaar door dezelfde blijven, zij zullen

een mixtum compositum zijn van de werkelijke getijwaarden en van de buitengewone invloeden van land- en zeewind; hierbij echter treedt deze storende invloed, omdat die zich slechts gedurende een half jaar laat gelden, met half gewicht op.

Dezelfde bemerking betreft de getijden K_1 en P ; rangschikt men naar de periode van K_1 en heeft men een vol jaar waarnemens compleet, dan is alle invloed van P verdwenen, maar die van S_1 alleen voor het geval, dat dit meteorologisch getij, gemiddeld althans, dezelfde waarde behoudt het geheele jaar door; want alleen dan wordt b. v. een maximum in Juni gecompenseerd door een even groot minimum in December.

Indien men op grond van de gegevens der waarneming eene benaderende berekening maakt van den invloed dien deze verschijnselen op de bepaling der constanten van K_1 en P uitoefenen, dan blijkt deze evenwel niet groot, omdat bij de rangschikking volgens deze getijden reeds binnen het half jaar er genoeg verschuiving is van de storende discontinuïteiten om de fout door verdeeling aanmerkelijk te verminderen. Zuiver echter, als op de overige waarnemingsplaatsen, is de bepaling niet en er kan geen manier van bewerking zijn, die tot werkelijk juiste resultaten voert. De aangewezen methode zou zijn om uit drie maanden, b. v. December, Januari en Februari, gedurende welke de storende invloed niet bestaat, K_1 en P te berekenen; ongelukkigerwijze echter is dit wel mogelijk als S_1 verwaarloosd mag worden, maar niet als met alle drie der optredende getijden rekening moet gehouden worden.

De vergelijkingen wier oplossing de gevraagde constanten zouden moeten geven, leiden dan, door de kleinheid der uitdrukkingen in den noemer, tot onwezenlijke antwoorden. De constanten der tabel X mogen dus als volkomen juist beschouwd worden voor de getijden M_2 , O en N , als niet geheel juist en dus als benaderende waarden voor K_1 en P en als gemiddelde waarden, die niet met de werkelijkheid overeenkomen voor de getijden S_1 en S_2 .

Indien men met behulp dezer gegevens de getijden voorstellen wilde, zou men moeten beginnen met de uurgemiddelden voor elke maand, zooals die in Tabel IX voor 2 maanden gegeven zijn, te corrigeren voor den invloed van K_1 en P met behulp der bekende formules in studie II gegeven; de overgebleven verschillen zouden dan een beeld geven van de dagelijkse beweging zooals die, langs zuiver empirischen weg bepaald, voor elke maand konden aangenomen worden en door bij deze verschillen de langs den gewonen weg berekende getijinvloeden op te tellen, zou men eene vrij zuivere kromme lijn verkrijgen voor de te verwachten waterstanden.

Tabel X.
Constanten der getijden te *Semarang*.

	H	k.	tijd
	c m.		uren.
S_1	5.6	331°	22.1
S_2	3.3	160°	5.3
M_2	4.7	283°	9.8
K_1	18.2	26°	1.7
O	4.4	254°	
P	3.6	10°	
N	1.6	256°	
K_2	1.8	247°	
S_a	11.4	77°	
S_{sa}	1.9	313°	

Het getij O is zeer klein, zoodat er weinig verschil bestaat tusschen spring- en doottij van het enkeldaagsch régime en hetzelfde kan gezegd worden van de dubbeldaagsche getijden, zoodat in alle opzichten de getijden te *Semarang* een zeer vaag karakter dragen en het geen wonder mag heeten, dat zij, onder de vele voor zonderling gehouden getijden die men elders meende waar te nemen, den naam hadden van te behooren tot de meest onberekenbare van allen.

Intusschen blijkt uit het voorgaande, dat het ook voor deze getijden mogelijk is vaste constanten te berekenen, die bij het ontwerpen eener kaart van *cotidal lines* van groot nut kunnen zijn.

f. *Karimon Djawa*.

De peilschaalwaarnemingen, die van Maart 1887 tot Februari 1888 op dit eiland bij gelegenheid van de hydrographische opneming gedaan zijn, werden verricht op de zes volgende uren: 7 v.m., 9 v.m., 11 v.m., 1 n.m., 3 n.m. en 5 n.m.: ook op andere uren is waargenomen op dagen van volle en nieuwe maan en van eerste en laatste kwartier; maar schoon deze laatste konden gebezigd worden voor de bepaling der constanten van de getijden M_2 , O en N , moesten voor de berekening der getijden S_1 , S_2 , K_1 , P , K_2 , S_a en S_{sa} alleen die gebruikt worden die op de zes genoemde uren waren verricht.

Het op te lossen probleem bestaat dus hierin, dat 15 onbekenden moeten opgelost worden uit 72 vergelijkingen, maar is in zooverre belangrijk moeilijker op te lossen dan het soortgelijk vraagstuk onder *a* voor de *Duizend-Eilanden* gesteld, dat hier de waarnemingsuren niet gelijkmatig over het etmaal verbreid zijn en dus de gemiddelden der zes uren geene daggemiddelden geven.

Tabel XI.

Maand- en uurgemiddelden der waterstanden
bij *Karimon Djawa*.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	7 v.m.	9 v.m.	11 v.m.	1 n.m.	2 n.m.	5 n.m.
	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.
Maart	56.2	52.5	50.0	59.6	72.1	86.2
April	58.5	60.1	60.8	67.7	73.4	80.3
Mei	71.6	76.8	78.4	81.3	87.0	85.0
Juni	77.1	84.3	88.7	88.8	86.1	76.0
Juli	80.3	87.5	90.0	85.8	78.9	69.7
Augustus	86.4	88.6	85.3	78.4	71.8	64.5
September	89.4	87.2	78.8	69.1	61.1	53.5
October	77.3	69.8	58.5	49.7	49.6	58.3
November	56.9	44.7	36.7	37.4	52.0	66.4
December	54.0	38.7	27.3	30.1	43.7	58.8
Januari	52.5	34.8	22.3	28.3	43.2	61.5
Februari	53.0	34.9	37.6	53.6	66.1	71.6
Jaargem.	67.8	63.3	59.5	60.8	65.4	69.3

Voor de oplossing van het aldus gestelde probleem is de volgende methode gevolgd.

De 6 jaargemiddelden der Tabel XI zijn, daar zij afgeleid zijn uit volledige jaarreeksen, onafhankelijk van K_1 , P , K_2 , S_a en S_{sa} en alleen afhankelijk van W , den gemiddelden totalen waterstand, S_1 en S_2 en wel op de wijze die in de volgende formules is weergegeven:

$$\begin{aligned}
 (1) &= W + S_1 \cos (285^\circ - C_1) + S_2 \cos (210^\circ - C_2) \\
 (2) &= W + S_1 \cos (315^\circ - C_1) + S_2 \cos (270^\circ - C_2) \\
 (3) &= W + S_1 \cos (345^\circ - C_1) + S_2 \cos (330^\circ - C_2) \quad (a) \\
 (4) &= W + S_1 \cos (15^\circ - C_1) + S_2 \cos (30^\circ - C_2) \\
 (5) &= W + S_1 \cos (45^\circ - C_1) + S_2 \cos (90^\circ - C_2) \\
 (6) &= W + S_1 \cos (75^\circ - C_1) + S_2 \cos (150^\circ - C_2)
 \end{aligned}$$

Uit deze vergelijkingen wordt S_2 geëlimineerd door de sommen te vormen (1) + (4), (2) + (5) en (3) + (6), omdat de argumenten der S_2 -vormen voor die combinaties telkens 180° verschillen.

$$\begin{aligned}
 (1) + (4) &= 2W + 2S_1 \cos 135^\circ \cos (150^\circ - C_1) \\
 (2) + (5) &= 2W + 2S_1 \cos 135^\circ \cos (180^\circ - C_1) \quad (b) \\
 (3) + (6) &= 2W + 2S_1 \cos 135^\circ \cos (210^\circ - C_1)
 \end{aligned}$$

en hieruit berekent men gemakkelijk de constanten voor het getij S_1 door op te merken dat:

$$\begin{aligned}
 (1) + (4) - (2) - (5) &= 4S_1 \cos 135^\circ \sin 15^\circ \sin (165^\circ - C_1) \quad (c) \\
 (1) + (4) - (3) - (6) &= 4S_1 \cos 135^\circ \sin 15^\circ \sin (195^\circ - C_1)
 \end{aligned}$$

Voert men met behulp der jaargemiddelden uit Tabel X de berekening uit, zoo vindt men:

$$S_1 = 1.36 \text{ c.m.} \quad C_1 = 141^\circ$$

Van uit een zuiver mathematisch standpunt beschouwd is deze methode zeker niet zeer aanbevelenswaardig omdat de coëfficiënten der onbekende $S_1 \cos C_1$ de kleine grootheden $\sin 195^\circ$ en $\sin 165^\circ$ tot factor hebben en zou de directe berekening der 5 onbekenden uit de 5 vergelijkingen (a) volgens de methode der kleinste quadraten de voorkeur verdienen boven de hier gevolgde, die langs een korteren, maar minder juiste weg tot een resultaat voert: voor de praktijk echter kan de gevolgde methode als voldoende juist geacht worden en het scheen niet wenschelijk meer moeite te besteden aan de bepaling van het in elk geval kleine en daardoor onbelangrijke getij S_1 . Uit de vergelijkingen leidt men nu voor W de drie waarden af:

$$W = 65.3$$

$$W = 65.1$$

$$W = 64.8$$

$$\text{Gem.} = 65.1$$

Uit de vergelijkingen (a) leidt men, aannemende dat S_1 zoo klein is dat het verwaarloosd mag worden, af:

$$\begin{aligned}
 (4) - (1) &= 7.0 = 2S_2 \cos (30^\circ - C_2) \\
 (2) - (5) &= -2.1 = 2S_2 \cos (90^\circ - C_2) \quad (d) \\
 (3) - (6) &= -9.8 = 2S_2 \cos (150^\circ - C_2)
 \end{aligned}$$

Van deze vergelijkingen kan men de tweede buiten beschouwing laten omdat $\sin C_2$ blijkbaar klein is en dus de empirische waarde onzeker. Uit de twee overige vindt men:

$$S_2 = 5.05 \text{ c.m.}, \quad C_2 = 344^\circ$$

Hiermede zijn 5 van de 15 onbekenden berekend; ten einde de overige 10 te bepalen zijn in Tabel XII de verschillen gevormd van de maandgemiddelden in Tabel XI met de corresponderende jaargemiddelden, waardoor men grootheden verkrijgt die alleen afhankelijk zijn van K_1 , P , K_2 , S_a en S_{sa} ; de eerste drie hebben een verschillenden invloed op elk der 6 getallenreeksen; die van de beide laatste getijden echter is voor alle zes dezelfde.

Tabel XII.

Verschillen met jaargemiddelden afgeleid uit tabel X.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	7 v.m.	9 v.m.	11 v.m.	1 n.m.	3 n.m.	5 n.m.
	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.
Maart	11.6	10.8	9.5	1.2	6.7	16.9
April	9.3	3.2	1.3	6.9	8.0	11.0
Mei	3.8	13.5	18.9	20.5	21.6	15.7
Juni	9.3	21.0	29.2	28.0	20.7	6.7
Juli	12.5	24.2	30.5	25.0	13.5	0.3
Aug.	18.6	25.3	25.8	17.6	6.4	4.8
Sept.	21.6	23.9	19.3	8.3	4.3	15.8
Oct.	9.5	6.5	1.0	11.1	15.8	11.0
Nov.	10.9	18.6	22.8	23.4	13.4	2.9
Dec.	13.8	24.6	32.2	30.7	21.7	10.5
Jan.	15.3	28.5	37.2	32.5	22.2	7.8
Feb.	14.8	28.4	21.9	7.2	0.7	2.3

Combineeren wij derhalve deze zes getallenreeksen aldus:

$$(1) + (2) - (3) - (4) = E$$

$$(1) + (2) - (5) - (6) = F$$

dan is het duidelijk dat door het nemen dezer verschillen uit het resultaat de beide jaarlijksche perioden geëlimineerd zijn, zoodat alleen nog overblijven de periodieke veranderingen veroorzaakt, de enkele door K_1 en P , de dubbele door K_2 .

De beide getallenreeksen der Tabel XIII kunnen dan empirisch vervangen worden door de constanten die de Besselsche formule levert en theoretisch door de vergelijkingen:

$$\begin{aligned}
 E &= 4K_1 R_2 \cos 15^\circ \sin 30^\circ \sin (30^\circ x + 345^\circ - C_k) \\
 &\quad - 4P R_2 \cos 15^\circ \sin 30^\circ \sin (30^\circ x - 315^\circ + C_p) \\
 &\quad + 4K_2 R_3 \cos 30^\circ \sin 60^\circ \sin (60^\circ x + 330^\circ - C_{2k}) \\
 \text{en } F &= 4K_1 R_2 \cos 15^\circ \sin 60^\circ \sin (30^\circ x + 15^\circ - C_k) \\
 &\quad - 4P R_2 \cos 15^\circ \sin 60^\circ \sin (30^\circ x - 345^\circ + C_p) \\
 &\quad + 4K_2 R_3 \cos 30^\circ \sin 120^\circ \sin (60^\circ x + 30^\circ - C_{2k})
 \end{aligned}$$

terwijl uit de gelijkstelling dezer formules met de empirisch gevonden overeenkomstige waarden de vier vergelijkingen ontstaan, die noodzakelijk zijn voor de berekening der vier onbekenden K_1 , C_k , P en C_p

en bovendien nog vier vergelijkingen, die meer dan voldoende zijn voor de bepaling van K_2 en C_{2k} .

Tabel XIII.

	E	F
Maart	11.7	46.0
April	20.7	31.5
Mei	22.1	20.0
Juni	26.9	2.9
Juli	18.8	22.9
Augustus	0.5	42.3
September	17.9	65.6
October	28.1	42.8
November	16.7	13.2
December	24.5	6.2
Januari	25.9	13.8
Februari	14.1	46.2

Intusschen is het niet te verwachten, dat de gegevens dezer tabel tot in alle opzichten bevredigende resultaten zullen leiden, want er zijn nog vele onregelmatigheden in de reeksen E en F overgebleven, die niet anders dan storend kunnen inwerken.

Men vindt gemakkelijk:

$K_1 = 21.4$ c.m., $C_k = 115.^\circ$, $P = 9.3$ c.m., $C_p = 215.5$ en voor de bepaling van de constanten van het getij K_2 de vier vergelijkingen:

$$\begin{aligned} -4 K_2 R_3 \cos 30^\circ \sin 60^\circ \sin (30^\circ + C_{2k}) &= 0.78 \text{ c.m.} \\ 4 K_2 R_3 \cos 30^\circ \sin 60^\circ \cos (30^\circ + C_{2k}) &= 1.23 \text{ " } \\ 4 K_2 R_3 \cos 30^\circ \sin 120^\circ \sin (30^\circ - C_{2k}) &= 6.45 \text{ " } \\ 4 K_2 R_3 \cos 30^\circ \sin 120^\circ \cos (30^\circ - C_{2k}) &= -3.91 \text{ " } \end{aligned}$$

Omdat $\sin 60^\circ$ even groot is als $\sin 120^\circ$ moeten derhalve eigenlijk beide stellen van vergelijkingen gelijkwaardig zijn voor de bepaling der onbekenden en de som der quadraten van de beide eerste getallen gelijk aan die der laatste; dit is volstrekt niet het geval, waaruit volgt dat ten opzichte van de onregelmatigheden die in de waarnemingen voorkomen, het getij K_2 te klein is om met juistheid berekend te kunnen worden; nemen wij de beide laatste vergelijkingen tot basis, dan wordt eene amplitude gevonden van 2.6 c.m.

In de volgende tabel is de gemiddelde genomen uit beide stellen van vergelijkingen afgeleid.

Tabel XIV.
Constanten der getijden bij *Karimon Djawa*.

	H c.m.	k	tijd, uren.
S_1	1.4	141°	9.4
S_2	5.1	344°	11.5
M_2	2.1	246°	8.5
K_1	23.3 (21.4)	357°	23.7
O	3.7 (3.2)	262°	
P	9.3	327°	
N	1.0	42°	
K_2	1.6 (1.3)	22°	
Sa	1.7	48°	
Ssa	2.4	70°	
W	65.1		

In deze tabel zijn de grootheden tusschen haakjes de werkelijk berekende waarden, de andere die voor gemiddelde maansdeclinatie; de jaarlijksche perioden Sa en Ssa zijn berekend op de eenig mogelijke wijze, nl. door alle grootheden der tabel XII te corrigeren voor den invloed van K_1 en P en de gemiddelden te vormen uit alle zes reeksen, die nu verder alleen afhankelijk zijn van de jaarlijksche variatie.

De getijden bij *Karimon*, waaromtrent voor vijftig jaren door bemiddeling van het Bataviaasch Genootschap voor kunsten en Wetenschappen op verzoek van Prof. WHEWELL waarnemingen werden verricht, waarnemingen die nog berusten in het archief der Royal Society, zijn door deze constanten volkomen bepaald en blijken, in vergelijking met andere plaatsen, vrij eenvoudig in hun mechanisme te zijn.

Het régime is zeer gedecideerd enkeldaagsch met hoogwater omstreeks 21 Juni op ongeveer middag; het getij O is zeer klein, veel kleiner dan meestal het geval is, zoodat er tusschen springtij met een verval van 54 c.m. en doottij met een verval van 39 c.m. slechts weinig verschil bestaat; dit springtij wordt waargenomen 4 dagen na den datum van grootste maansdeclinatie, welke conclusie natuurlijk gebaseerd is op de juistheid van het kappagetal van O; is dit tengevolge van de kleinheid van dit getij niet geheel juist, dan vervalt deze gevolgtrekking.

Is echter het verschil tusschen spring- en doottij van dit

enkeldaagsch régime onbeteekenend, dat tusschen zomer- winter getijden en voor- en najaars getijden is aanmerkelijk wegens de abnormale grootte van het getij P, zoodat in Maart en September een verval van 28 c.m. tegenover een verval van 65 c.m. in Juni en December wordt geobserveerd.

Een dubbeldaagsch régime bestaat er ook, in hoofdzaak bestaande uit het zonsgetij, dat ruim twee malen grooter is dan het maansgetij: nemen wij aan dat, niettegenstaande de uiterst geringe amplitude, het kappagetal van M_2 juist kon berekend worden, dan komt springtij van dit régime voor 4 dagen na volle en nieuwe maan met een verval van 14 c.m. en doottij 4 dagen na de datums van eerste en laatste kwartier met een verval van 6 c.m.

Voor de praktijk echter kan men aannemen dat dit maansgetij niet bestaat en evenmin de getijden N, K_2 of Sa; gaat men uit van de praemis dat voor vooruit-berekening der getijden alleen die waarvan de amplitude grooter is dan 5 c.m. in aanmerking behoeven te komen, dan blijven dus voor *Karimon Djawa* alleen over de drie getijden K_1 , P en S_2 en kan men de sporen van spring- en doottijden eenvoudig over het hoofd zien; het mechanisme wordt dan zoo eenvoudig mogelijk (1).

g. Bawean.

Nog moeilijker dan voor de reeks van waarnemingen bij *Karimon Djawa* verricht is de afleiding der getijden S_1 , K_1 , P, Sa en Ssa uit de observaties op de reede van *Sankapoera* verricht, omdat hier én de verdeeling der waarnemingsuren over het etmaal onregelmatig is én de reeks zich slechts over 8 maanden, dus over minder dan eene volle periode uitstrekt. Geen enkele der gemiddelden is daarom anders te definiëren dan als eene functie van alle 15 onbekenden en de oplossing van het probleem: deze 15 grootheden te berekenen uit 56 vergelijkingen kan slechts langs een niet zeer gemakkelijken omweg ten uitvoer gebracht worden.

Tabel XV.

Maand- en uurgemiddelden der waterstanden bij *Bawean*.

	Aug. 1888 — Maart 1889.						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	6 vm.	8 vm.	10 vm.	midd.	2nm.	4 nm.	6 nm.
	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.	c.m.
Aug.	163.9	166.9	160.2	146.2	120.5	96.0	76.1
Sept.	158.2	149.6	136.6	119.5	103.6	89.5	85.0
Oct.	141.7	127.8	111.2	101.1	94.9	96.0	106.0
Nov.	120.9	102.7	87.5	86.9	96.9	113.8	137.4
Dec.	104.4	84.5	77.0	86.6	108.6	136.3	161.4
Jan.	100.1	84.0	86.1	102.5	130.5	156.7	180.1
Febr.	99.6	94.8	103.9	126.2	147.0	163.4	172.5
Mrt.	105.0	111.0	129.2	152.5	168.9	173.6	168.0

Slechts twee reeksen nl. (1) en (7) liggen 12 uur uit elkander en kunnen dus door samenvoeging gemakkelijk een resultaat geven waaruit de enkele perioden verdwenen zijn; beter is het dus aan te vangen met de eliminatie der dubbeldaagsche perioden, die verkregen wordt door combinatie van reeksen die zes uur in tijd verschillen. Stellen wij

$$\begin{aligned} \frac{(1)+(4)-(2)-(5)}{4 \sin 15^\circ \cos 45^\circ} &= a & \frac{(1)+(4)-(3)-(6)}{4 \sin 30^\circ \cos 45^\circ} &= b \\ \frac{(1)+(4)-(4)-(7)}{2} &= c \end{aligned}$$

(1) De havengetallen voor *Karimon Djawa* en *Bawean* in studie IV pag. 43 opgegeven zijn onjuist; zij waren ontnomen aan nog niet geheel voltooide onderzoeken, de amplituden evenwel zijn juist.

dan vindt men gemakkelijk ter bepaling van de drie enkeldaagsche getijden S_1 , K_1 en P de drie vergelijkingen:

$$\begin{aligned} a &= -S_1 \sin(30^\circ + C_1) + K_1 R_2 \sin(30^\circ x - C_k - 15^\circ) \\ &\quad - P R_2 \sin(30^\circ x + C_p + 45^\circ) \\ b &= -S_1 \sin(15^\circ + C_1) + K_1 R_2 \sin(30^\circ x - C_k) \\ &\quad - P R_2 \sin(30^\circ x + C_p + 30^\circ) \\ c &= -S_1 \sin C_1 + K_1 R_2 \sin(30^\circ x - C_k + 15^\circ) \\ &\quad - P R_2 \sin(30^\circ x + C_p + 15^\circ) \end{aligned}$$

deze drie vergelijkingen zijn echter niet onafhankelijk van elkander zooals terstond in het oog valt als men a en c bij elkander optelt; men vindt dan:

$$a + c = 2b \cos 15^\circ$$

zoodat vergelijking b uit a en c kan afgeleid worden; slechts twee vergelijkingen zijn dus bruikbaar en ook voldoende voor de bepaling der zes onbekenden: natuurlijk zijn de beide laatste vergelijkingen hiertoe de meest geschikte, omdat de grootte a $\sin 15^\circ$ in den noemer heeft.

Uit deze vergelijking volgt dus dat het resultaat dezer combinatie moet zijn primo eene constante grootte gevormd door het getij S_1 , en secundo eene enkele periode alleen veroorzaakt door de getijden K_1 en P .

Noemt men de constante gedeelten M_1 en M_2 , de coëfficiënten van $\cos 30^\circ x$ A_1 en A_2 , die van $\sin 30^\circ x$ B_1 en B_2 , zoo vindt men voor de berekening der zes onbekenden de zes vergelijkingen:

$$M_1 = -S_1 \sin(15^\circ + C_1), \quad M_2 = -S_1 \sin C_1$$

$$A_1 = -Y - Y_1 \cos 15^\circ - X_1 \sin 15^\circ$$

$$B_1 = X - X_1 \cos 15^\circ + Y_1 \sin 15^\circ$$

$$A_2 = -Y \cos 15^\circ + X \sin 15^\circ - Y_1$$

$$B_2 = X \cos 15^\circ + Y \sin 15^\circ - X_1$$

waarin

$$Y = K_1 R_2 \sin C_k, \quad X = K_1 R_2 \cos C_k$$

$$Y_1 = K_1 R_2 \sin(C_p + 15^\circ), \quad X_1 = K_1 R_2 \cos(C_p + 15^\circ).$$

In tabel XVI vindt men de getallenreeksen gevormd door de combinaties (c) en (d) waaruit de waarden van M_1 , M_2 , A_1 , B_1 , A_2 en B_2 moeten afgeleid worden.

Tabel XVI.

	(b) c.m.	(c) c.m.
Augustus	53.9	87.8
September	51.6	73.2
October	35.6	35.7
November	6.5	-16.5
December	-22.3	-57.0
Januari	-40.2	-80.0
Februari	-41.5	-72.9
Maart	-45.3	-63.0
Som.	-1.7	-92.7

Op de 8 getallen van beide reeksen moet de *Besselsche* formule toegepast worden, 't geen, wegens de onvolledigheid der reeks, een veel omslachtiger werk is dan wanneer de waarnemingen zich over 12 maanden uitstrekken.

Voor elk der beide seriën moeten de corresponderende uitdrukkingen:

$$M + A \cos 30^\circ x + B \sin 30^\circ x$$

berekend worden, zoodat men zes constanten verkrijgt die tot de

bepaling der zes onbekenden kunnen leiden. De vrij bewerkelijke methode, die noch met de getijden in 't algemeen, noch met de oplossing van dit speciaal probleem verband houdt, moge hier als bekend beschouwd worden; men vindt:

$$\begin{aligned} S_1 &= 7.63 \text{ c.m.} & C_1 &= 187^\circ \\ K_1 &= 41.86 \text{ c.m.} & C_k &= 292^\circ \\ P &= 12.54 \text{ c.m.} & C_p &= 339^\circ \end{aligned}$$

of, na bijtelling der astronomische argumenten ter reductie tot den doorgangstijd der fictieve ster en vermeerdering van K_1 om de waarde te verkrijgen geldig voor eene gemiddelde maansdeclinatie, de waarden die in Tabel XVII zijn ingeschreven.

Tabel XVII

Constanten der getijden bij *Baroean*.

	H. c.m.	k. °	tijd uren
S_1	7.6	187°	12.5
S_2	4.5	16°	0.5
M_2	3.9	72°	2.5
K_1	43.0 (41.9)	326°	21.7
O	24.8 (23.7)	300°	
P	12.5	297°	
N	3.4	116°	
K_2	2.8 (2.6)	315°	

De berekening der getijden S_2 en K_2 kan op de volgende wijze aanmerkelijk bekort worden. Men corrigeert de in tabel XV gegeven maandgemiddelden door middel der bekende formules voor den invloed der juist bepaalde getijden S_1 , en P ; men verkrijgt dan grootheden die alleen afhankelijk zijn van W , S_a , S_{sa} , S_2 en K_2 ; vormt men nu de *verschillen* (1)–(4), (2)–(5), (3)–(6) en (4)–(7) van deze gecorrigeerde grootheden, dan zijn de drie eerste getijden uit het resultaat geëlimineerd

$$\begin{aligned} (1)-(4) &= 2 S_2 \cos(180^\circ + C_2) + 2 K_2 R_3 \cos(60^\circ x - 150^\circ - C_{2k}) \\ (2)-(5) &= 2 S_2 \cos(120^\circ + C_2) + 2 K_2 R_3 \cos(60^\circ x - 90^\circ - C_{2k}) \\ (3)-(6) &= 2 S_2 \cos(60^\circ + C_2) + 2 K_2 R_3 \cos(60^\circ x - 30^\circ - C_{2k}) \\ (4)-(7) &= 2 S_2 \cos C_2 + 2 K_2 R_3 \cos(60^\circ x + 30^\circ - C_{2k}) \end{aligned}$$

zoodat in elk dezer vier reeksen het getij S_2 als constante waarde optreedt en het getij K_2 als dubbele periode; hieruit volgt echter terstond dat, als wij slechts gebruik maken van zes maanden in plaats van acht men, door eenvoudig de gemiddelden of de sommen te nemen, terstond den invloed van K_2 elimineert.

Men vindt gemakkelijk:

Tabel XVIII.

Verschillen afgeleid uit tabel XV
na correctie voor S_1 , K_1 en P

	(1)–(4)	(2)–(5)	(3)–(6)	(4)–(7)
Augustus	-15.8	-9.1	1.4	17.0
September	-7.7	-4.9	5.2	12.9
October	-8.5	-0.9	5.8	12.6
November	-7.0	-2.8	-0.3	3.3
December	-6.3	-6.3	-4.4	2.5
Januari	-5.5	-8.2	-1.2	4.3
Som.	-50.8	-32.2	6.5	52.6

Hieruit volgt dus

$$\begin{aligned} -50.8 &= -12 S_2 \cos C_2 \\ -32.2 &= 12 S_2 \cos(120^\circ + C_2) \\ 6.5 &= 12 S_2 \cos(60^\circ + C_2) \\ 52.6 &= 12 S_2 \cos C_2 \end{aligned}$$

waaruit men vindt:

$$S_2 = 4.48 \text{ c.m. } C_2 = 16^\circ$$

Het getij K_2 kan nu verder berekend worden uit de vergelijkingen:

$$p = -S_2 \sin(120^\circ + C_2) + K_2 R_2 \sin(60^\circ x - 90^\circ - C_2 k)$$

$$q = -S_2 \sin(60^\circ + C_2) + K_2 R_2 \sin(60^\circ x - 30^\circ - C_2 k)$$

waarin

$$p = \frac{(1) - (4) - (3) + (6)}{4 \sin 60^\circ} \quad q = \frac{(2) - (5) - (4) + (7)}{4 \sin 60^\circ}$$

of

$$p + q = -2 S_2 \cos 30^\circ \cos C_2 + 2 K_2 R_2 \cos 30^\circ \sin(60^\circ x - 60^\circ - C_2 k)$$

Ofschoon *Bawean* reeds aanmerkelijk meer oostelijk ligt dan de *Karimon Djawa eilanden*, draagt toch het getij een zeer gedeceerd enkeldaagsch karakter; hoogwater valt bij springtij omstreeks 21 Juni in te 9^u42^m. v.m., zoodat hier het oostelijk type duidelijk met dit ochtend-hoogwater op den voorgrond treedt; afgezien van het getij P, bedraagt het verval bij springtij 136 c.m. en bij doortij 36 c.m., terwijl deze verhouding geheel als normaal kan beschouwd worden, daar de amplitude van O bijna juist twee malen kleiner is dan die van K_1 ; ook die van P is geheel normaal, n.l. 4 malen kleiner dan die van K_1 : omstreeks Juni en December worden dus de springvloed met een verval van 25 % verhoogd en omstreeks Maart en September evenveel verlaagd.

Springtij treedt in één dag na dien van grootste maansdeclinatie.

Geheel en al abnormaal zijn de dubbeldaagsche getijden, die trouwens zeer klein zijn.

S_2 is bijna even groot als M_2 en springtij met een verval van 16.8 c.m. wordt waargenomen twee dagen vóór die van volle en nieuwe maan, terwijl bij doortij geen dubbeldaagsch getij, ten minste niet noemenswaard, bestaat.

Het meteorologisch getij is vrij groot, waarschijnlijk een wind-effect op de plaats der opstelling van de peilschaal merkbaar en derhalve niet algemeen geldend voor het geheele eiland en evenmin voor dit gedeelte der *Java-Zee*.

Na correctie voor alle getijden bleek het, dat de jaarlijksche getijden van langen duur zóó klein waren, dat de voorhanden 8 maanden tellig niet in staat waren omtrent dit trouwens ondergeschikte punt de noodige vaste gegevens te leveren.

§ 3. Stroomwaarnemingen.

a. Duizend-Eilanden.

Behalve op de uren 1 v.m., 3 v.m., 5 v.m., 9 n.m. en 11 n.m. zijn bij gelegenheid der opneming op alle uren van den dag stroomwaarnemingen verricht tot een getal van 6774, op welke de verschillende bewerkingen noodig voor een volledig onderzoek zijn toegepast.

Het eerste resultaat dezer bewerking vindt men in tabel XIX waar voor elke maand de gemiddelde richting en kracht der stroomen gegeven zijn.

De oorspronkelijke snelheden waren uitgedrukt in geographische mijlen per wacht, maar daar op deze wijze de getallen zeer klein worden — de grootste waargenomen snelheid was 2 mijlen per

wacht — zijn de snelheden hier uitgedrukt in zeemijlen per etmaal, waardoor de getallen 24 maal grooter worden.

Tabel XIX.

Zee- en moessonstroomen bij de *Duizend-Eilanden* in zeemijlen per etmaal.

	aantal waarn.	gemidd. snelheid	snelheid resultante	gemidd. richting.	
Januari	914	5.96	2.60	S 2°	W
Februari	624	7.80	6.44	S 58°	E
Maart	656	6.92	4.12	S 37°	W
April	708	12.32	5.17	S 81°	W
Mei	894	6.28	5.50	S 68°	W
Juni	641	4.00	3.31	S 75°	W
Juli	139	1.80	1.47	S 67°	W
Augustus	499	3.00	2.45	S 55°	W
September	565	3.20	2.40	S 58°	W
October	242	3.52	2.49	S 57°	W
November	—	—	2.22*	S 52°	E*
December	892	7.72	5.76	S 77°	E
Jaar	6774	6.34	1.91	S 28°	W

Het blijkt uit deze tabel dat het aantal waarnemingen in de verschillende maanden zeer uiteenloopt en bedenkt men dat zij ook op allerlei plaatsen verricht zijn, dan is het duidelijk, dat de onderlinge vergelijkbaarheid veel te wenschen overlaat, zoodat de gemiddelde richtingen in de laatste kolom gegeven slechts eene betrekkelijke waarde hebben en ook de jaargemiddelden, d.i. de zeestrooming, niet als de juiste gemiddelde richting van alle stroomen in dit gedeelte der *Java-zee* mag beschouwd worden; wel is zij afgeleid uit de gemiddelde componenten, zoodat het verschil in aantal observaties is geëlimineerd, maar de plaatselijke invloeden konden natuurlijk niet buiten rekening gebracht worden.

De tweede kolom geeft de gemiddelde snelheid der stroomen onafhankelijk van de richting, de derde die welke gevonden wordt voor de berekende gemiddelde richting na onderlinge opheffing der tegengestelde richtingen.

Hoe meer dus de snelheden dezer beide kolommen verschillen, des te meer zijn stroomrichtingen waargenomen in verschillende richtingen, als b.v. getijstroomen en locale afwijkingen, beheerscht door de ligging der talloze eilandjes. Opvallend is de groote gemiddelde snelheid voor April, een teeken, niet dat werkelijk in die maand in 't algemeen de stroomen zooveel sterker doorstaan, maar dat het opnemingsvaartuig zich toen bevond op plaatsen die meer blootgesteld waren aan de stroomen die in open zee heerschten; de gemiddelde snelheid der resultante 5.17 toont trouwens aan dat onder die April-stroomen zeer vele voorkomen, die elkander opheffen. In November 1885 zijn geene waarnemingen verricht omdat het opnemingsvaartuig zich niet ter plaatse bevond en de met een sterretje aangeduide grootheden zijn door interpolatie verkregen ten einde eene eenigszins juiste jaargemiddelde te kunnen berekenen.

Door aftrekking van de jaargemiddelden van de berekende Noord- en Oostcomponenten moet nu de invloed van de zeestrooming geëlimineerd worden; het is echter duidelijk dat onder deze omstandigheden op deze wijze slechts een onzuiver beeld van de ware moessonstroomen verkregen kan worden en dit is dan ook de reden dat hier niet als gewoonlijk ook die componenten gegeven zijn. In tabel XX vindt men de aldus berekende moessonstroomen, waarvan de elementen derhalve cum grano salis moeten opgevat worden.

Tabel XX.
Moessonstroomen bij de *Duizend-Eilanden*.

	Richting.		Snelheid resultante.
Januari	S	42° E	1.20
Februari	S	75° E	6.55
Maart	S	44° W	2.27
April	N	79° W	4.09
Mei	S	85° W	4.25
Juni	N	70° W	2.49
Juli	N	23° W	1.21
Augustus	N	75° W	1.19
September	N	70° W	1.24
October	N	74° W	1.27
November	N	83° E *	2.64 *
December	N	62° E	6.47
Maart—Oct.	N	83° W	2.05
Nov.—Febr.	S	83° E	4.10

Hieruit volgt dat van Maart tot October westelijke en van November tot Februari oostelijke stroomen heerschen en tevens dat deze laatste gemiddeld twee malen sterker waren dan de eerste.

De volgende tabel geeft het resultaat der bewerking als de gemiddelde waarden berekend worden voor de uren van den dag; deze zijn gemakshalve twee aan twee genomen en geteld op astronomische wijze van af den middag, zoodat alle uren grooter dan 12 vóór alle uren kleiner dan 12 namiddagen zijn.

Tabel XXI.
Gemiddelde stroomrichtingen en snelheden op de uren van den dag bij de *Duizend-Eilanden*.

uren.	Aantal waarn.	Gemidd. Snelheid.	Snelheid resultante.	Gemidd. richting.
0/1	687	5.34	2.29	S 29° W
2/3	675	5.59	2.39	S 13° W
4/5	690	5.47	2.14	S 13° W
6/7	745	6.26	2.12	S 19° W
8	374	7.03	2.08	S 19° W
10	375	7.13	1.97	S 35° W
12	374	6.91	1.70	S 3° E
14	376	8.64	1.45	S 7° W
16	376	7.73	1.63	S 29° W
18/19	728	5.93	2.58	S 44° W
20/21	699	5.77	2.83	S 52° W
22/23	675	7.10	1.94	S 45° W
Gemidd.	6774	6.88	1.91	S 28° W

Uit deze uitkomsten, die van allen invloed der moesson- en getijstroomen bevrijd zijn en alleen die der zeestrooming en de dagelijksche variatie bevatten, blijkt dat in de gemiddelde snelheden zelve, berekend zonder op de richting te letten (tweede kolom) weinig of geen invloed van den tijd van den dag te bespeuren valt; maar dat deze invloed terstond voor den dag treedt bij de berekening, met behulp van *Lambert's* formule, van de snelheden die overeenkomen met de resulteerende richting.

Uit de snelheden der derde kolom toch blijkt duidelijk, dat er eene vrij sterke enkele periode bestaat waardoor van af 18 uur of 6 v.m. de snelheden tot aan 6 n.m. aanmerkelijk grooter zijn dan gedurende den nacht van af 8 n.m., tot 4 v.m., eene periode die hoogst waarschijnlijk in verband staat met de wisseling der windrichtingen te weeg gebracht door de nabijheid der kust van *Java*. Des nachts te 12^u toch is de stroomrichting bijna vlak zuidelijk, terwijl deze omstreeks den ochtend aanmerkelijk

meer westelijk wordt; hierdoor wordt echter niet verklaard waarom deze westelijke componente reeds te 2 n.m., als toch de zeewind op zijn sterkst doorstaat, zooveel kleiner wordt.

Trekt men wederom van de componenten de totaal gemiddelde af, ten einde voor den invloed der zeestrooming te corrigeren, dan verkrijgt men een zuiverder beeld van deze dagelijksche periode.

Tabel XXI.
Dagelijksche variatie der stroomen bij de *Duizend-Eilanden*.

uren.	Richting.		Snelheid resultante.
0/1	S	47° W	0.30
2/3	S	36° E	0.66
4/5	S	67° E	0.52
6/7	S	46° E	0.32
8	S	53° E	0.28
10	N	50° W	0.27
12	N	84° E	1.00
14	N	64° E	0.82
16	N	19° E	0.38
18/19	S	87° W	0.90
20/21	N	87° W	1.34
22/23	N	48° W	0.64

Het resultaat van dit onderzoek is zeker niet zoo duidelijk als het zijn zou indien de observaties op ééne plaats verricht waren, maar de grootte der berekende resultante is ook zeer gering en bedraagt nooit meer dan één zeemijl per etmaal of $\frac{1}{2}$, ste geogr. mijl per wacht, eene grootte die door directe waarneming niet kan bepaald en slechts met behulp der statistiek kan afgeleid worden. In woorden kan men van deze dagelijksche periode op de volgende wijze een beeld geven:

des ochtends van 8 tot 11 uur bestaat er een neiging tot strooming om de noordwest, die op den middag door zuidwest overgaat tot zuidoost, om des nachts te 12 uur tot zonsopgang noordoost te blijven; de geheele beweging is dus niet die van een getijstroom in twee tegenovergestelde richtingen, maar eene ronddraaiende in negatieve richting of tegen de zon in.

Legt men door de componenten die voor de berekening der resultaten in Tabel XXII gediend hebben de *Besselsche* kromme, zoo vindt men voor de enkele periode:

$$\text{Noordcomp. } 0.31 \cos (15^\circ t - 243^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 0.60 \cos (15^\circ t - 139^\circ)$$

Ook hieruit blijkt dat deze stroomen rondlopend zijn, omdat het verschil der argumenten ongeveer 90° bedraagt, zoodat de noordcomponente het grootst is als de oostcomponente eene minimumwaarde heeft en omgekeerd.

Voor de dubbele periode werd gevonden:

$$\text{Noordcomp. } 0.12 \cos (30^\circ t - 322^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 0.72 \cos (30^\circ t - 67^\circ)$$

waaruit het besluit kan getrokken worden dat er eene dubbel-daagsche strooming bestaat, die wel geen andere dan een getijstroom kan zijn, waarvan de noordcomponente te klein is dan dat aan het berekende argument waarde kan gehecht worden, zoodat deze stroom als een oost-westelijke moet opgevat worden, die te 2 n.m. en 2 v.m. met maximum snelheid nl. 0.7. zeemijlen per etmaal om de oost, en te 8 n.m. en 8 v.m. met dezelfde kracht om de west loopt.

Voor de berekening der ware getijstroomen, nl. den enkeldaag, schen getijstroom K_1 , die met sterretijd verandert en den dub-

beldaagschen getijstroom M_2 , die met den maansuurhoek varieert-zijn niet alle, maar de 4277 observaties gebruikt die van af December 1884 tot October 1885 zijn verricht; voor de M_2 strooming zouden even goed alle gegevens gebruikt kunnen zijn, maar voor de K_1 strooming is het wenschelijk een zoo volledig mogelijk vol jaar te bezigen. Deze 4277 gegevens zijn op de gewone wijze in staten gerangschikt naar de beide perioden, opgeteld voor elk uur met inachtneming der 16 streken en uit deze, om den buitendien reeds grooten arbeid te bekorten, voor elk paar uren met behulp der *Lambertsche* formule, gemiddelden berekend afzonderlijk voor de Noord- en Oostcomponenten. De hier gegeven resultaten zijn reeds door aftrekking der totaal-gemiddelden gecorrigeerd voor den invloed der zeestrooming.

Ofschoon het verloop der verschillen lang niet zoo regelmatig is als die bij bewerking der getijhoogten verkregen, 't geen geweten moet worden aan den aard der waarnemingen, treedt toch op duidelijke wijze eene enkele periode in beide componenten der tabel XXIII te voorschijn.

Tabel XXIII.

Berekende componenten bij rangschikking
naar periode K_1 .

uurhoek	N	E
0/1	— 1.04	— 0.89
2/3	— 0.78	— 1.63
4/5	— 0.60	— 0.89
6/7	0.07	0.45
8/9	— 0.03	1.61
10/11	0.45	1.80
12/13	0.40	0.96
14/15	0.93	0.03
16/17	0.66	0.09
18/19	0.88	0.07
20/21	— 0.13	— 0.74
22/23	— 0.76	— 0.83

Past men op deze verschillen de *Besselsche* formule toe, zoo vindt men:

$$\text{Noordcomp. } 1.22 \cos (nt - 196^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 1.25 \cos (nt - 146^\circ)$$

Zooals uit de verschillen zelve blijkt, moeten beide argumenten, zooals ook bij een getijstroom natuurlijk is, gelijk zijn; neemt men dus de gemiddelde waarde en berekent de resultante uit den wortel uit de som van de quadraten der beide amplituden en de resulteerende richting uit haar quotient, dan vindt men voor den getijstroom de uitdrukking:

$$1.75 \cos (nt - 180^\circ) \text{ N } 46^\circ \text{ E}$$

Bij dit argument moeten nog 7.5° worden opgeteld voor reductie op 0 uur en $159^\circ.47$ als astronomisch argument om den oorsprong van tijd terug te brengen tot den dag waarop de fictieve ster te 12 uur middag door den meridiaan gaat, zoodat de algemeene uitdrukking voor den sterretijdsstroom wordt:

$$1.75 \cos (nt - 347^\circ) \text{ N } 46^\circ \text{ E}$$

hetgeen beteekent, dat omstreeks 21 Juni de enkeldaagsche getijstroom met eene maximum-kracht van 1.75 zeemijlen per etmaal doorstaat te 23.1 of te $11^u 6^m$ vm. om de $N 46^\circ E$ en te $11^u 6^m$ nm. met eene zelfde snelheid om de $S 46^\circ W$, terwijl een half jaar later, omstreeks 21 December, de richtingen juist omgekeerd zijn, daar de stroom elken volgenden dag 4 minuten vroeger doorstaat.

Eene bemerking kan hier niet achterwege blijven; zooals reeds

vroeger is opgemerkt en ook blijkt uit het aantal observaties in elke maand verricht, zijn er zeer vele hiaten in de waarnemingsreeks en als niet over een vol jaar wordt waargenomen of op alle uren, of op een even aantal uren gelijkmatig over het etmaal verspreid, dan zijn bij rangschikking naar K de invloeden van S_1 en P niet geheel en al geëlimineerd; met den stroom door P opgewekt behoeft hier geen rekening gehouden te worden, maar omgekeerd zal onder deze omstandigheden het resultaat voor S_1 , zooals dit in tabel XII is gegeven, zeker niet geheel en al onafhankelijk zijn van den invloed van den blijkbaar veel sterkeren getijstroom K_1 ; onafhankelijk zou het resultaat hiervan zijn alleen ingeval in tabel XXIX de getallen, die het aantal waarnemingen uitdrukken, voor elke maand volkomen even groot waren, 't geen alleen ongeveer waar is voor December tot Juni, terwijl van Juni tot November er groote verschillen in die getallen optreden.

Stellen wij dus het geval dat er inderdaad geene enkele S strooming bestaat, dan zal toch de gemiddelde stroom K_1 , zooals die voorkomt gedurende de zes maanden December tot Mei, in het resultaat der rangschikking naar de uren van middelbaren tijd als een enkeldaagsche stroom optreden, omdat deze gemiddelde niet in evenwicht gehouden wordt door het betrekkelijk gering aantal waarnemingen gedurende de overige maanden; eene ruwe berekening toont aan dat het resultaat van tabel XXII inderdaad op zulk een invloed wijst. Wij hebben gevonden dat de K_1 strooming met grootste kracht doorstaat om de $N E$

in December te 11 nm.

" Januari " 9 "

" Februari " 7 "

" Maart " 5 "

" April " 3 "

" Mei " 1 "

Gemiddeld kan dus in dit half jaar eene strooming met grootste snelheid te 6 nm. om de $N E$ worden aangenomen en dit komt overeen met 't geen uit tabel XXII blijkt, dat nl. te 6 nm. eene oostelijke, te 6 vm. eene westelijke componente optreedt; echter alleen voor de oostelijke componente is er overeenkomst niet voor de noordelijke, zoodat het geheele verloop der getallen in tabel XXI zou kunnen verklaard worden door aan te nemen dat er inderdaad eene dagelijksche periode bestaat (veroorzaakt door land en zeewind), die alleen merkbaar is in de noord-zuidelijke richtingen, terwijl de gevonden periode in de oostelijke componente onwezenlijk is en een gevolg van onvoldoende correctie voor invloed van het getij K_1 ; hierdoor wordt dan tegelijkertijd de gevonden ronddraaiing van de stroomrichting verklaard, want in het algemeen zullen twee dergelijke componenten tengevolge van hun phase-verschil zich tot zulk een in azimuth veranderende resultante verbinden. Beschouwen wij dus alleen de periode der noordcomponente als wezenlijk, dan zou hieruit blijken dat te

$$\frac{243^\circ}{15} = 16 \text{ uur}$$

of te 4 vm. de stroom het sterkst om de noord, en te 4 nm. om de zuid doorstaat; 't geen zeer wel mogelijk en zelfs waarschijnlijk is, daar de stroom steeds later dan de hem veroorzakende wind zal kenteren.

Met behulp der uit tabel XXIII afgeleide constanten der K_1 strooming zou het niet moeilijk, maar langwijlig zijn dezen invloed nader te berekenen, ook wat grootte betreft, ten minste bij benadering; het zij voldoende hier op deze bron van onnauwkeurigheden gewezen te hebben en op te merken dat, omgekeerd,

een invloed van de S strooming op de verschillen der tabel XXIII niet te vreezen is, omdat K_1 zooveel sterker is dan S_1 , zoodat, wat het belangrijkste is, de constanten van den getijstroom K_1 als voldoende juist kunnen beschouwd worden.

Geen dezer bezwaren is toepasselijk op de resultaten der rangschikking van de waarnemingen volgens de maansuren; wel is waar is er van een maansgetij bij de *Duizend-Eilanden* geen spoor te ontdekken, maar het is reeds dikwerf gebleken, dat getijden en getijstroomen volstrekt niet altijd in eenvoudig verband tot elkander staan, zoodat een onderzoek naar de M_2 strooming ook op deze plaats niet alleen gerechtvaardigd maar zelfs noodig scheen. Inderdaad vertoonen de verschillen der tabel XXIV op onmiskenbare wijze eene dubbele periodiciteit, die der oostcomponente zelfs in vrij sterke mate.

Tabel XXIV.

Componenten der M_2 strooming bij de *Duizend-Eilanden*, na aftrekking der totaalgemiddelden.

maans-uren.	aantal waarn.	N	E
0/1	352	— 0.53	— 2.38
2/3	355	— 0.32	— 1.82
4/5	350	— 0.41	0.41
6/7	349	0.13	2.04
8/9	356	0.57	1.85
10/11	353	0.39	0.42
12/13	360	0.31	— 0.72
14/15	365	— 0.19	— 0.36
16/17	365	0.13	0.61
18/19	359	0.32	1.13
20/21	368	— 0.23	0.17
22/23	354	— 0.17	— 1.33

Totaal 4286

De formules voor deze beide reeksen gereduceerd op den tijd van doorgang der maan zijn: voor de dubbele periode

$$\text{Noordcomp. } 0.24 \cos (nt - 282^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 1.59 \cos (nt - 240^\circ)$$

zoodat men kan aannemen dat de maansgetijstroom om de oost en west loopt met eene maximum snelheid van 1.6 zeemijlen per etmaal, dat de Noord-zuid componente te klein is om in rekening gebracht te kunnen worden, en dat de stroom met grootste kracht om de Oost loopt $8^u. 18^m.$ na den doorgang der maan door den meridiaan en dus het sterkst om de West te $2^u. 6^m.$ na maansdoorgang; beide getallen kunnen als havengetal van den getijstroom gebezigd worden, mits men bedenke dat bij haven getallen van getijstroomen altijd de richting moet aangegeven worden die als positief wordt aangenomen.

Daar er een aanmerkelijk verschil bestaat tusschen de beide maxima en de beide minima der tabel XXIV, geeft eene dubbele periode niet volkomen den gang der oostelijke componenten weder en is het noodig dezen gang uit te drukken door de som eener enkele en dubbele periode; deze enkele periode, waarvan de formules zijn:

$$\text{Noordcomp. } 0.35 \cos (nt - 198^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 0.98 \cos (nt - 181^\circ)$$

voldoet vrij goed aan den aan een getijstroom te stellen eisch dat nl. de argumenten der beide componenten gelijk of tegengesteld zijn, zoodat voor dezen stroom de formule kan aangenomen worden:

$$1.04 \cos (nt - 185^\circ) \text{ N } 70^\circ \text{ E}$$

't geen beteekent dat de waarnemingen een enkeldaagschen

maans-getijstroom aanwijzen, die $12^u. 42^m.$ na maansdoorgang een stroom van een zeemijl per etmaal veroorzaakt om de N 70° E en 18 minuten na den bovensten doorgang een even sterken stroom om de S 70° W.

Of deze moeilijk te verklaren enkeldaagsche strooming werkelijk bestaat dan wel of hier aan toeval moet gedacht worden, kan niet beslist worden uit gebrek aan gegevens; hiertoe zou het noodig zijn dat meerdere waarnemingsreeksen gelegenheid tot controle der uitkomsten aanboden.

Vergelijkt men nu de uitkomsten van dit onderzoek naar de stroomen bij de *Duizend-Eilanden* met die betreffende de getijden, zoo blijkt dat zulk een vergelijking voor M_2 geheel en al onmogelijk is wegens de kleinheid van het getij M_2 en de onzekerheid van het kappagetel dat daar het gevolg van is. Uit de kappagetallen der getijden en stroomen van K_1 volgt echter

$$347^\circ - 165^\circ = 182^\circ$$

zoodat de sterkste stroom om de Noordoost samenvalt met het juiste tijdstip van laagwater en de sterkste beweging om de Zuidwest met het oogenblik van hoogwater; ook hier is dus geen spraak van eene mogelijkheid van formuleering der toestanden door aan te geven hoe vloed en ebstroom loopen; beide loopen evenveel malen om de Oost als om de West.

Belangrijker worden de kappagetallen der K_1 en M_2 stroomingen bij de *Duizend-Eilanden*, 347° en 240° , bij vergelijking met de corresponderende grootheden voor straat *Soenda* gevonden en in studie VIII gepubliceerd, nl. 327° en 248° .

De overeenkomst voor den M_2 getijstroom is volkomen, zoodat op beide plaatsen, die zulk een geheel verschillend getijregime hebben, de getijstroomen hetzelfde karakter dragen en op volkomen dezelfde wijze afhangen van den maansuurhoek.

Ook de kappagetallen van getijstroom K_1 verschillen weinig, iets meer dan een uur, zoodat men ook van deze stroomen, die afhangen van den tijd van 't jaar, kan zeggen dat zij groote overeenkomst vertoonen. Dit verschil van ruim een uur kan bovendien gemakkelijk verklaard worden indien wij, zooals in studie VIII reeds werd geopperd, aannemen dat de M_2 strooming in straat *Soenda* haar ontstaan, gedeeltelijk althans, te danken heeft aan de getijgolf die zich uit Straat *Banka* langs *Sumatra's* Zuidoostkust beweegt. De K_1 stroom bij de *Duizend-Eilanden* is dan als het gevolg van aspiratie te beschouwen en het grootere kappagetel hierdoor verklaard. Of echter de juistheid van dit kappagetel uit de waarnemingen bij de *Duizend-Eilanden* afgeleid in die mate vast staat dat men deze verklaring als bewezen mag beschouwen, is nog de vraag; uit de resultaten zelve blijkt duidelijk dat de bepaling van zulk een kappagetel veel juister kan geschieden uit de 1100 waarnemingen der richting die elk jaar op eene zelfde plaats gedaan zijn, in casu bij *Java's 4de Punt*, dan uit de 4277 observaties van richting en kracht die op verschillende iet wat onregelmatige tijden en op verschillende plaatsen verricht zijn. In elk geval staat het zeker curieuse feit vast, dat hier op zeer korten afstand van elkander twee plaatsen voorkomen waarvan de eene een dubbeldaagsch getij en zoo goed als geen enkeldaagsch, de andere een enkeldaagsch getij en geen dubbeldaagsch vertoont, terwijl voor beide de getijstroomen hetzelfde karakter dragen. Onopgelost blijven, ook na deze beschouwingen, de quaesties waarom voor beide plaatsen de kappagetallen der S_2 strooming zoozeer verschillen en waarom bij de bepaling der M_2 stroomen eene richting Oost-west en bij die der K_1 stroomen eene richting Noordoost Zuidwest gevonden werd.

Zooals reeds vroeger werd opgemerkt is het echter volstrekt niet noodzakelijk dat beide stroomen een gelijken oorsprong hebben, zoodat het niet te verwonderen zou zijn indien latere onderzoekingen aantoonen, dat hier een werkelijk feit was geconstateerd en geen toeval of onregelmatigheid ontstaan door locale invloeden.

b. Boompjes-Eiland.

In tabel XXV vindt men de restanten der stroomrichtingen voor elke maand en voor elk uur verkregen uit de sommen door weglating der richtingen die elkander opheffen; uit de wijze waarop de teekens over de uren verdeeld zijn, blijkt terstond dat hier geen sprake is van een getijstroom K^1 , of liever dat deze, zoo hij al bestaat, in elk geval zoo zwak is dat hij in het aantal malen der richtingen niet te voorschijn treedt; hoogstwaarschijnlijk echter zouden de *snelheden* in die richtingen wel sporen van een getijstroom vertoonen, schoon zeker zwak. De moessonstroomen overheerschen hier blijkbaar alle andere en er bestaat blijkbaar ook geene wel gedefinieerde dagelijksche variatie, waardoor de bewerking dezer maandsommen zeer gemakkelijk wordt; ook de rangschikking naar de periode van M_2 gaf geen resultaat.

Tabel XXV.

Stroomrichting bij Boompjes-Eiland.

Stroom om de oost positief teken.

	9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.		9 v.m.	2 n.m.	6 n.m.
Dec. 1890	—3	3	2	Nov. 1891	—12	—14	—7
Jan. 1891	27	25	25	Dec. "	31	9	11
Febr. "	28	28	28	Jan. 1892	31	31	31
Mrt. "	9	11	13	Febr. "	29	29	29
Apr. "	—8	—8	—24	Mrt. "	31	31	31
Mei "	—31	—31	—31	Apr. "	—8	—14	—8
Juni "	—24	—24	—24	Mei "	—29	—29	—29
Juli "	—31	—31	—31	Juni "	—30	—30	—30
Aug. "	—31	—31	—31	Juli "	—29	—31	—31
Sept. "	—30	—30	—30	Aug. "	—31	—31	—29
Oct. "	—31	—31	—31	Sept. "	—30	—30	—30
Nov. "	—12	—14	—7	Oct. "	—31	—31	—22
Jaar "	—135	—133	—141	Jaar "	—78	—110	—84

In tabel XXVI zijn de sommen voor alle drie uren bijeen genomen, hetgeen geoorloofd is omdat er geene dagelijksche beweging bestaat, alsmede de sommen voor beide jaren en de daaruit berekende percentages.

Tabel XXVI.

Stroomrichting bij Boompjes-Eiland

9 v.m. + 2 n.m. + 6 n.m.

Moessonstroomen.

Eerste Tweede Beide Procenten.
jaar. jaar. jaren.

	Eerste jaar.	Tweede jaar.	Beide jaren.	Procenten.
December	2	51	53	28
Januari	77	93	170	91
Februari	84	87	171	100
Maart	33	93	126	68
April	—40	—30	—70	—39
Mei	—93	—87	—180	—97
Juni	—72	—90	—162	—90
Juli	—93	—91	—184	—99
Augustus	—93	—91	—184	—99
September	—90	—90	—180	—100
October	—93	—84	—177	—95
November	—33	—33	—66	—37
Jaar	—409	—272	—681	—31

Deze percentages toonen duidelijk aan dat werkelijk de moessonstroomen alles overheerschen; zonder dit feit toch zou het niet mogelijk zijn dat de getallen zóó dicht tot het maximum naderden en tevens toonen zij aan dat de strooming om de west veel langer duurt dan die om de oost; alleen in Januari en Februari is de Westmoesson in staat de sterke neiging tot strooming om de west geheel te overwinnen; neemt men de sommen der procenten voor beide richtingen, zoo vindt men 656 voor de strooming om de West en slechts 287 voor die om de Oost of, zooals het in de totaal gemiddelden wordt uitgedrukt, de oostelijke stroomingen zijn 31 procent zwakker dan de westelijke en de hoeveelheid water, die in den loop van een jaar in westelijke richting gedreven wordt is dus veel grooter dan die welke door den Westmoesson wordt teruggevoerd.

Beschouwt men deze 31 procent als zeestrooming en derhalve de moessoninvloeden als zuiver periodiek, dan kan door de percentages der tabel XXVI de *Besselsche* formule gelegd worden en men vindt, als de oorsprong van tijd op 1 December genomen wordt, de formule:

$$102 \% \cos (30^\circ t - 63^\circ)$$

en voor het oneigenlijke getij S_a , waarvoor de conventionele tijd van oorsprong op 21 Maart is gesteld:

$$102 \% \cos (30^\circ t - 313^\circ)$$

waaruit volgt dat de sterkste strooming om de Oost (positieve getallen) voorkomt op 1 Februari en die om de west op 3 Augustus, terwijl de kenteringen gevonden worden op 4 Mei en 2 November.

Of hier inderdaad aan zeestrooming, d. i. eene permanente neiging tot strooming in eene zelfde richting moet gedacht worden — een verschijnsel dat zijn grond zou kunnen hebben in ver verwijderde oorzaken b. v. de Zuidoostpassaat — dan wel of de heerschende moessons op de plaats zelve rekenschap kunnen geven van de geconstateerde overmacht der westelijke stroomingen, moet blijken uit ter plaatse gedane windwaarnemingen.

c. Karimon-Djawa Eilanden.

Tot eene geheel andere conclusie omtrent de hoofdrichting der stroomingen dan die welke op grond der waarnemingen bij Boompjes-Eiland moest aangenomen worden, leiden de stroomwaarnemingen bij gelegenheid van de Hydrographische opneming der Karimon-Djawa groep gedaan.

Uit tabel XXVII toch, waarin het aantal malen der waarnemingen, de gemiddelde snelheid onafhankelijk van de richting, de snelheid der berekende resultante, d. i. de snelheid in de gemiddelde richting en deze richting zelve gegeven zijn, volgt dat de neiging tot stroomingen om de Oost, over het geheele jaar genomen, grooter is dan die om de West.

Tabel XXVII.

Zee- en moessonstroomen bij de Karimon-Djawa Eilanden
in zeemijlen per etmaal.

	Aantal waarn.	Gemidd. snelheid.	Snelheid resultante.	Gemiddelde richting.
Januari	698	3.78	3.35	S 79° E
Februari	514	5.35	4.34	S 75° E
Maart	556	4.02	2.19	N 80° E
April	455	2.88	1.18	S 72° E
Mei	263	1.62	0.79	S 45° W
Juni	568	2.92	1.68	N 89° W
Juli	409	2.06	1.73	S 75° W
Augustus	320	2.04	1.58	S 67° W
September	212	1.90	1.55	N 79° W
October	—	—	—	—
November	143	2.60	2.53	N 34° E
December	454	2.58	1.47	N 79° E
Jaar	4592	2.89	0.55	N 86° E

De resultante, nl. 0.55 mijlen per etmaal is zeer gering en het verschillend aantal observaties in de verschillende maanden maken deze jaargemiddelde eenigszins onzeker, zoodat men feitelijk beweren kan, dat bij deze eilandengroep geene

duidelijke zeestrooming te bespeuren valt zooals bij de *Duizend-Eilanden* en bij *Boompjes-Eiland*. Ook zijn de stroomen hier gemiddeld belangrijk zwakker dan bij de *Duizend-Eilanden* waar de gemiddelde snelheid meer dan tweemaal die voor de *Karimon Djawa Eilanden* bedraagt. Ook hier treden de krachtigste stroomen op gedurende den Westmoesson, de zwakste in den Oostmoesson; hetgeen zich hier gemakkelijker laat verklaren dan bij de *Duizend-Eilanden*, omdat in den Westmoesson de stroom om de Zuid en Zuid-Oost, die uit de *Chineesche zee* stamt er toe zal bijdragen om de oostelijke componenten te versterken, terwijl bij de *Duizend-Eilanden* zulk een stroom niet anders zou kunnen doen dan de westelijke componenten vergrooten; hoogst waarschijnlijk is het dus bij deze groep de stroom om de Zuid langs *Sumatra's* Zuidoostkust die gedeeltelijk zijn uitweg vindt om de West door *Straat Soenda* en gedeeltelijk om de Oost langs de Java-kust.

Trekken wij van de componenten de totaal gemiddelden af ten einde voor de zeestrooming te corrigeeren, dan wordt een zuiverder beeld gevormd van de moessonstroomen; bij deze bewerking zijn voor de maand October geïnterpoleerde waarden gebezigd.

Tabel XXVIII.

Moessonstroomen bij de *Karimon-Djawa-Eilanden*,

	Richting	Snelheid. Resultante.
Januari	S 76° E	2.83
Februari	S 73° E	3.83
Maart	N 78° E	1.65
April	S 55° E	0.71
Mei	S 60° W	1.36
Juni	W	2.13
Juli	S 78° W	2.27
Augustus	S 72° W	2.11
September	N 83° W	2.09
October	N 27° W*	1.31*
November	N 23° E	2.24
December	N 74° E	0.92
Mei-October	West	1.70
November-April	Oost	1.70

Eene vergelijking met de analoge tabel XX toont terstond aan hoe veel zwakker de moessonstroomen hier optreden dan dicht bij de kust, want ook bij *Boompjes Eiland* kan er geen twijfel bestaan of de stroomen zijn veel sterker en treden duidelijker op dan hier.

Dit feit komt ook sterk en relif in de volgende tabel, die de berekende gemiddelde snelheden en richtingen geeft op de uren van middelbaren tijd, een tabel derhalve die analoog is met tabel XX, echter met dit verschil, dat hier, in plaats van het aantal observaties, onder hoofd C gegeven is het aantal malen waarop met de patentlog geen stroom kon gemeten worden, uitgedrukt in percentages; waaruit blijkt dat in ongeveer de helft der gevallen geen merkbare stroom aanwezig was.

Tabel XXIX.

Gemiddelde stroomrichtingen en snelheden op de uren van den dag bij de

Karimon-Djawa Eilanden

uren	C	Gemidd. snelheid	Snelheid resultante	Gemidd. richting
0/1	43 %	3.61	0.87	S 60° E
2/3	35	4.29	1.12	S 46° E
4/5	39	4.05	1.22	S 41° E
6/7	53	3.13	1.17	S 65° E
8	62	2.22	0.83	S 62° E
10	64	2.51	0.38	S 78° E
12	64	2.30	0.89	E
14	62	2.51	0.64	N 19° E
16	60	2.54	0.86	N 48° E
18	59	2.53	1.04	N 70° E
20/21	54	2.48	1.06	E
22/23	50	2.98	0.84	S 80° E
Gemidd.	54 %	2.93	0.75	E

Eene dagelijksche variatie is hierin niet te miskennen; van 8 nm. tot 4 vm. blijven de stroomen duidelijk zwakker dan gedurende den dag, terwijl ook gedurende den dag eene zuidelijke componenten optreedt, die des nachts door een noordelijke vervangen wordt. Bij berekening vindt men:

8 n.m. tot 6 v.m. 0.70 N 82° E

8 v.m. tot 7 n.m. 0.80 S 66° E

'tgeen op een effect van zee- en landwind wijst als men aanneemt dat ook hier de stroomingen nog onder den invloed staan van de *Javakust*.

Uit de volgende tabel, waarin de componenten gegeven zijn na correctie voor de totaal gemiddelden, blijkt, dat wij hier, schoon op minder duidelijke wijze, een soortgelijk geval hebben als bij de *Duizend-Eilanden*, nl. eene vrij wel geconstateerde beweging Noord-Zuid, eene minder goed bepaalde beweging Oost-West en in 't algemeen eene verdeling van teekens zoodanig dat er eene draaiing van 't stroomazimuth moet aangenomen worden.

Tabel XXX.

Dagelijksche variatie der stroomen bij de *Karimon-Djawa-Eilanden*.

	Componenten	
	N	E
0/1	— 0.30	0.01
2/3	— 0.67	0.05
4/5	— 0.18	— 0.47
6/7	— 0.36	0.32
8	— 0.27	— 0.01
10	0.05	— 0.37
12	0.13	0.15
14	0.34	— 0.13
16	0.62	— 0.19
18	0.48	0.24
20/21	0.14	0.32
22/23	— 0.02	0.08

Verdeelen wij den dag in 4 deelen, zoo vinden wij voor de gemiddelde componenten en richtingen:

	N	E	
0—5 nm.	— 0.19	— 0.07	S 20° W
6—11 "	— 0.10	— 0.01	S 6° W
12—5 vm.	0.18	— 0.03	N 9° W
6—11 vm.	0.10	0.11	N 47° E

Voor deze uitkomst geldt dezelfde bemerking die bij de *Duizend-Eilanden* in het oog gehouden moest worden nl. dat waarschijnlijk wel de dagelijksche Noord-Zuid beweging reëel is, maar dat de variatie der Oost-Westelijke componenten even goed een gevolg kan zijn van onvoldoende correctie voor invloed der K_1 strooming ten gevolge van de onvolledigheid der waarnemingen.

Leggen wij derhalve door de noord-componenten der vorige tabel de *Besselsche* kromme, zoo vinden wij, volkomen analoog aan de uitkomst onder a verkregen, de formule:

$$0.47 \cos (15^\circ t - 244^\circ)$$

zoodat ook hier te 4 vm. de stroom met eene maximale snelheid van 0.47 mijlen per etmaal om de Noord loopt, evenals bij de *Duizend-Eilanden*.

De eigenlijke getijstroomen, waarvoor rangschikking der 4600 observaties zoowel naar de periode van K_1 als naar die van M_2 noodig was, zijn in componenten-vorm, samengesteld in de volgende

tabel XXXI, waarin de totaal gemiddelden reeds van de componenten zijn afgetrokken.

Ofschoon beide getijstroomen duidelijk in de verschillen te herkennen zijn, treedt toch de K_1 strooming veel sterker en zuiverder op dan de M_2 stroom.

Tabel XXXI.

Getijstroomen bij de *Karimon-Djawa Eilanden*.
Zeemijlen per etmaal.

uurhoek	K_1		M_2	
	N	E	N	E
1/10	— 0.04	1.43	0.35	— 0.55
2/3	0.19	1.49	— 0.17	— 0.36
4/5	— 0.04	1.06	— 0.19	0.28
6/7	0.24	— 0.11	0.36	1.00
8/9	0.16	— 0.39	0.36	0.90
10/11	0.03	— 0.88	0.01	0.40
12/13	— 0.12	— 1.64	— 0.63	— 0.29
14/15	— 0.32	— 1.51	— 0.62	— 0.43
16/17	— 0.03	— 0.39	— 0.66	— 0.33
18/19	— 0.10	— 0.06	0.11	— 0.14
20/21	— 0.10	0.31	0.50	— 0.14
22/23	0.14	0.70	0.57	— 0.33

Terwijl dus van eene dubbeldaagsche strooming in de verschillen der tabel XXX geen spoor te bespeuren is, blijkt er eene zeer geringe dubbeldaagsche maansstrooming te bestaan, die, te zwak om onmiddellijk merkbaar te zijn, eerst te voorschijn komt wanneer zooals hier eenige duizende observaties naar de maansuren worden gerangschikt.

De formules toch gereduceerd tot het oogenblik van maansdoorgang als nulpunt van tijd zijn:

$$\text{Noordcomp. } 0.47 \cos (nt - 111^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 0.47 \cos (nt - 70^\circ)$$

Nemen wij de gemiddelde uit de argumenten als de juiste aan, dan wordt de uitdrukking voor den M_2 getijstroom:

$$0.66 \cos (nt - 91^\circ) \text{ N E}$$

't geen beteekent dat deze stroom zijn grootste kracht, nl. 0.66 mijlen per etmaal, bereikt 3 uren na bovenste en onderste maansdoorgangen en dan om de Noord-oost loopt, terwijl 3 uren na maans op- en ondergang een even sterke stroom om de Zuid-west loopt. Hoe zwak deze stroom is moge blijken uit de opmerking dat 0.66 zeemijlen per etmaal gelijk staan met 1/36ste geogr. mijl per wacht, terwijl in de praktijk met de patentlog geene stroomen gemeten worden die zwakker zijn dan 1/8 geogr. mijl per wacht; toch mag op grond van de verdeling der teekens in tabel XXXI niet getwijfeld worden aan de realiteit dezer uitkomst, schoon het zeker wenschelijk zou zijn deze door eene tweede onafhankelijke reeks te contrôleeren, want reeds uit de formules blijkt, dat de definitie van het havengetal dezer uiterst zwakke stroomen niet juister kon geschieden dan met een onzekerheid van $\pm$ een half uur.

Evenals onder *a* naar aanleiding der tabel XXIV moet hier opgemerkt worden, dat de verschillen zich niet alleen door eene dubbel periodieke formule laten weergeven, maar dat hiertoe ook nog een enkel periodieke term noodig is, waarvan echter beide componenten veel kleiner zijn dan bij de *Duizend-Eilanden*.

Men vindt voor den M_1 stroom:

$$\text{Noordcomp. } 0.20 \cos (nt - 134^\circ)$$

$$\text{Oostcomp. } 0.52 \cos (nt - 40^\circ)$$

waarvan zich echter geen resultante en resulterende richting laten berekenen, omdat de argumenten 90° verschillen en de stroomen dus — zoo zij in werkelijkheid bestaan en deze uitkomst

niet aan toeval te wijten is — rondlopend zijn. Alleen onderlinge vergelijking van meerdere waarnemingsreeksen zou hieromtrent uitspraak kunnen doen.

Veel duidelijker zijn de verschillen, ten minste die der Oost-westelijke componenten voor den enkeldaagschen K_1 stroom; het is twijfelachtig of in de Noord-zuid componenten eene periode aanwezig is; in elk geval is deze zeer klein en men begaat dus geene fout van beteekenis indien men aanneemt dat de richting van dezen getijstroom Oost-west is en dat de grootste snelheid in deze richtingen 1.5 mijlen per etmaal bedraagt. De juiste formule is:

$$1.37 \cos (nt - 201^\circ) \text{ E}$$

zoodat omstreeks 21 Juni de stroom met grootste snelheid van 1.37 m. p. e. om de Oost loopt te 13.3 uur of te 1^u 18^m des nachts en om de West met dezelfde snelheid te 1^u 18^m des namiddags, terwijl omstreeks 21 December het omgekeerde plaats vindt.

Vergelijken wij ten slotte de getijhoogten met de getijstroomen, zoo vinden wij dat het enkeldaagsch getij K_1 hoogwater geeft te 23.7 en dus laagwater tell. 7 uur, der halve iets vóór het tijdstip waarop de stroom te 13.3 uur met maximumsnelheid om de Oost loopt; 1.6 uren na 't oogenblik van hoogwater treedt dus de stroom om de West, 1.6 uren na 't oogenblik van laagwater om de Oost op, zoodat er van een eenvoudig verband tusschen beide verschijnselen geen spraak is; eene soortgelijke verhouding vindt men bij het M_2 getij, indien men ten minste aanneemt dat en de amplitude der getijbeweging en die van den getijstroom voldoende juist bepaald zijn om eene vergelijking der overeenkomstige kappagetallen te wettigen. Men vindt hoogwater te 8.5 uur en den sterksten getijstroom om de Zuid-west te 9.3 uur of 48 minuten later; eveneens laagwater te 2.3 uur en sterksten stroom om de Noord-oost te 3.1 uur.

Daar nu binnen 0.8 uren bij 't dubbeldaagsch getij een phaseverschil ontstaat even groot als binnen 1.6 uren bij 't enkeldaagsch getij, is de onderlinge verhouding voor beide soorten van getijden en getijstroomen volkomen dezelfde, 't geen misschien toevallig is.

d. *Baroean*.

Tabel XXXII.

Zee- en moessonstroomen bij *Baroean* in zeemijlen per etmaal.

	Aantal	Gemidd.	Snelheid	Gemidd.
	waarn.	snelheid.	resultante.	richting.
Juli	301	11.31	8.37	N 82° W
Augustus	580	3.90	3.06	N 88° W
September	366	7.02	4.11	N 80° W
October	553	6.99	1.26	S 11° W
November	323	7.35	0.72	S 35° E
December	578	10.71	0.72	N 65° E
Januari	183	7.26	1.65	S 45° E
Februari	468	6.33	1.11	N 89° E
Maart	231	13.95	12.36	S 46° E
April	226	6.77	4.80	S 10° E
Mei	323	8.40	1.89	S 12° W
Juni	159	13.71	2.67	S 11° W
Jaar	4291	8.64	1.59	S 11° W

Evenmin als bij de *Duizend-Eilanden* en de *Karimon-Djawa* groep zijn hier, zooals uit de tabel blijkt, bij gelegenheid der opneming overheerschende moessonstroomen gevonden: de verschillen toch die er bestaan tusschen de gemiddelde snelheden berekend zonder op de richting te letten en de snelheden gemeten in de

resulteerende richting wijzen op sterk varieerende stroomen; de bestendigheid toch van den stroom in de berekende richting is des te grooter naarmate de beide grootheden meer tot elkander naderen, zoodat in Januari, Augustus, Maart en ook nog in April inderdaad de voor die maanden berekende richtingen verre de overhand gehad hebben, terwijl in de 8 overige maanden de stroomen sterk in richting veranderden, 't zij ten gevolge van bijzondere locale omstandigheden, door dat het vaartuig zich op verschillende plaatsen bevond, 't zij tengevolge van getijstroomen, die natuurlijk elkander steeds opheffen, 't zij eindelijk van werkelijk onregelmatig optredende stroomingen.

Over het algemeen zijn de stroomen sterker dan bij de *Duizend-Eilanden* en veel krachtiger dan bij de *Karimon-Diawa Eilanden*; de jaargemiddelde, die echter met kleine amplitude optreedt, toont een overschot van strooming om de Zuid, een resultaat dat echter om vroeger reeds genoemde oorzaken met de noodige reserve moet worden opgenomen.

Vereenigt men de blijkbaar bij elkander behorende maanden in twee groepen, zoo vindt men voor de gemiddelde richtingen in de moessons:

	N	E	
Mei—Oct.	— 0.67	— 2.76	2.84 S 76° W
Nov.—April	— 2.46	— 2.17	3.28 S 41° E

waarbij echter de zeestrooming nog in de berekende resultaten aanwezig is; trekt men van de componenten, die tot grondslag gediend hebben der vorige tabel, de jaargemiddelden af, zoo verkrijgt men een zuiverder beeld der moessonstroomen.

Tabel XXXIII.

Moessonstroomen bij *Bawean*.

	Componenten.		Snelheid resultante.	Richting.
	N	E		
Juli	2.67	— 8.01	8.44	N 72° W
Augustus	1.68	— 2.76	3.23	N 59° W
September	2.25	— 3.75	4.37	N 59° W
October	0.33	0.06	0.34	N 10° E
November	0.96	0.72	1.20	N 37° E
December	1.86	0.96	2.09	N 27° E
Januari	0.39	1.47	1.52	N 75° E
Februari	1.59	1.41	2.12	N 42° E
Maart	— 7.02	9.18	11.56	S 53° E
April	— 3.18	1.08	3.36	S 19° E
Mei	— 0.30	— 0.09	0.31	S 17° W
Juni	— 1.05	— 0.18	1.07	S 10° W

De moessonstroomen vertoonen ook na deze bewerking in geenen deele dien regelmatigen gang, dien men bij waarnemingen op eene zelfde plaats, b v. *Boompjes-Eiland*, vindt en toonen hier duidelijk eene rondraaiing aan in positieve richting, met zon daar zij van NW in Juli NE worden in October, SE in Maart en S W in Mei.

In de volgende tabel zijn de waarnemingen gerangschikt naar de uren van middelbaren tijd en, evenals in tabel XXIX geschied is voor de *Karimon-Djawa-Eilanden*, zijn in de eerste kolommen de percentages gegeven van het aantal malen waarop geen stroom werd genoteerd.

Ook hieruit blijkt, dat de stroomen bij *Bawean* gemiddeld veel sterker zijn; het gemiddeld percentage toch bedraagt iets meer dan de helft van dat in tabel XXIX berekend.

De totaal gemiddelde der tweede kolom nl. der snelheden afgezien van de richting moest eigenlijk dezelfde zijn als die van tabel XXXI en eveneens ook de gemiddelde richting van

het geheele jaar. De oorzaak hiervan ligt niet in de berekening, maar hierin dat voor tabel XXXIV alle voorhanden observaties werden gebruikt en voor tabel XXXII alleen die over 12 maanden.

Tabel XXXIV.

Gemiddelde stroomrichtingen en snelheden op de uren

		van den dag bij <i>Bawean</i> .		
	C	Gemidd. snelheid	Snelheid resultante.	Gemidd. Richting.
0/1	28%	7.37	1.16	S 70° W
2/3	31	7.06	1.39	S 34° W
4/5	28	6.78	1.48	S 38° W
6/7	24	7.41	0.71	S 43° W
8	24	7.57	0.70	S 11° W
10	27	7.22	0.32	S 85° W
12	29	6.95	1.00	S 14° W
14	26	7.48	1.61	S 15° W
16	29	7.16	1.52	S 22° W
18/19	28	6.70	1.27	S 8° W
20/21	32	7.75	1.66	S 17° W
22/23	27	8.02	0.87	S 9° W
Gemidd.	28	7.29	0.95	S 39° W

Daar de observaties in de verschillende maanden in aantal sterk uiteenloopen hebben, zooals ook wederom hieruit blijkt, zulke gemiddelden slechts eene betrekkelijke waarde.

Uit deze tabel blijkt terstond dat in de snelheid gemeten in de gemiddelde richting eene dubbele periode optreedt, zoodat wij hier voor 't eerst eene duidelijke dubbeldaagsche zons-getijstrooming in de *Javazee* kunnen constateeren, die nog sterker te voorschijn komt indien wij de componenten, die voor de berekening deze tabel gediend hebben, door aftrekking der totaal-gemiddelden, corrigeeren voor zeestrooming.

Legt men door de verschillen der tabel XXXV de *Besselsche* krommen zoo vindt men voor de formules der enkeldaagsche en dubbeldaagsche stroomingen:

$$S_1 = 0.38 \cos(15^\circ t - 191^\circ) \text{ Noord}$$

$$0.19 \cos(15^\circ t - 4^\circ) \text{ Oost}$$

$$S_2 = 0.18 \cos(30^\circ t - 8^\circ) \text{ Noord}$$

$$0.79 \cos(30^\circ t - 267^\circ) \text{ Oost}$$

De argumenten der enkeldaagsche strooming verschillen ongeveer 180° en voldoen dus aan den eisch dien men aan een getijstroom kan stellen; deze kan dan uitgedrukt worden in de formule:

$$0.42 \cos(15^\circ t - 189^\circ) \text{ N } 27^\circ \text{ W}$$

en, neemt men aan dat deze zwakke stroom in werkelijkheid bestaat, dan blijkt hieruit dat er een enkeldaagsche getijstroom bestaat, die met een maximum snelheid van 0.42 om de N 27° W loopt des nachts te 12^u 36^m en met dezelfde snelheid des mid-dags te 0^u 36^m om de S 27° E.

Tabel XXXV.

Dagelijksche variatie der stroomen bij *Bawean*.

	Componenten.	
	N	E
0/1	0.35	— 0.49
2/3	— 0.42	— 0.17
4/5	— 0.42	— 0.32
6/7	0.22	0.11
8	0.05	0.46
10	0.72	0.68
12	0.50	— 0.37
14	0.31	— 0.95
16	0.18	— 0.81
18/19	— 0.52	0.42
20/21	— 0.84	1.10
22/23	— 0.12	0.74

De dubbeldaagsche getijstroom geeft zulk eene kleine component om de Noord, dat het geoorloofd is deze buiten rekening te laten en te constateeren dat deze stroom met grootste snelheid van 0.79 mijlen per etmaal om de Oost loopt te 8^u 54^m des ochtends en des avonds en met dezelfde snelheid om de West des nachts te 2^u 54^m en des namiddags op dienzelfden tijd.

Tabel XXXVI.

Getijstroomen bij *Bawean*
zeemijlen per etmaal.

uurhoek	K ₁		M ₂	
	N	E	N	E
0/1	— 0.44	— 1.45	0.25	— 1.11
2/3	— 0.27	— 1.37	— 0.76	1.36
4/5	— 0.49	— 0.39	— 1.47	2.24
6/7	— 0.99	— 0.71	— 0.16	2.21
8/9	— 0.36	1.45	0.87	— 0.92
10/11	0.09	1.46	0.44	— 1.19
12/13	0.32	1.48	0.56	— 0.98
14/15	0.86	0.99	— 0.21	0.65
16/17	1.14	— 0.02	0.00	1.45
18/19	1.02	— 0.02	— 0.40	0.09
20/21	— 0.38	— 1.37	0.29	— 1.63
22/23	— 0.52	— 1.52	0.56	— 2.15

Tabel XXXVI geeft het resultaat van de rangschikking aller waarnemingen volgens de perioden der getijden K₁ en M₂; beide stroomen zijn duidelijk in de verschillen merkbaar; de enkele periode in de eerste, de dubbele in de tweede groep.

De formules uit deze verschillen berekend en gereduceerd op den doorgangstijd der fictieve ster door den meridiaan zijn:

Voor den enkeldaagschen met sterretijd veranderenden stroom:

Noord $0.88 \cos (nt - 259^\circ)$

Oost $1.62 \cos (nt - 170^\circ)$

en voor den dubbeldaagschen maansgetijstroom:

Noord $0.72 \cos (nt - 133^\circ)$

Oost $1.92 \cos (nt - 321^\circ)$

De eerste formules laten in zooverre te wenschen over, dat de argumenten niet 0° of 180° verschillen, zoodat eene combinatie niet wenschelijk is en men het kappagetal van dezen stroom met meer kans op zekerheid vast kan stellen op 170°, het argument dat overeenkomt met de grootste amplitude, dan op eene gemiddelde waarde berekend uit beide componenten. Omstreeks 21 Juni loopt dus deze stroom des avonds te 11^u 18^m met eene grootste snelheid van ruim 1.62 mijlen per etmaal om de Oost, des ochtends, om de West: de juiste richting echter blijft onzeker omdat het kappagetal der noordcomponente onzeker is en de snelheid is waarschijnlijk groter,

De maansgetijstroom echter is volkomen sheerp gedefinieerd en leidt tot de uitdrukking

$$2.05 \cos (nt - 319^\circ) \text{ N } 69^\circ 21' \text{ W}$$

waarbij positieve getallen met noordwestelijke richting corresponderen, omdat de kappagetallen der componenten ongeveer 180° verschillen, 't geen ook blijkt uit tabel XXXVI, waar tegenover postieve verschillen der noordelijke componenten negatieve der oostelijke staan.

De maansgetijstroom loopt dus met eene grootste snelheid van 2 mijlen per etmaal om de N 69° W elf uren na de beide maansdoorgangen en om de S 69° E elf uren na maans op- en ondergang.

De betrekkelijk sterke getijstroomen die bij *Bawean* optreden, kunnen derhalve beschouwd worden als de oorzaak van de groote verschillen in tabel XXXII geconstateerd tusschen de gemiddelde snelheden en die der resultante: getijstroomen toch heffen elkander op als men maangemiddelden afleidt.

Ten slotte moet ook hier er nogmaals op gewezen worden dat de onvolledigheid der waarnemingen en de betrekkelijke grootte van den getijstroom K₁ het resultaat voor de S₁ strooming onzeker maken.

e. Bestekken

Na hetgeen in de inleiding dezer studie omtrent de gegevens betreffende stroomrichtingen en snelheden, die in het archief van het observatorium aanwezig zijn, is gezegd, zullen de drie volgende tabellen, die voor de kennis der stroomen in de *Javazee* van groot gewicht zijn, geene bijzondere toelichting meer behoeven; alleen is het wenschelijk op eenige algemeene gevolgtrekkingen opmerkzaam te maken, waartoe de zes volkomen onafhankelijke waarnemingsreeksen het recht geven te besluiten. In tabel XIX, waarin de maangemiddelden der stroomen bij de *Duizend-Eilanden* zijn samengesteld, was het opvallend hoe sterk de stroomen in April waren gedurende den tijd der opneming; maar uit de berekende snelheid der resulteerende richting bleek, dat wel de stroomen in 't algemeen, maar niet de eigenlijk heerschende stroomen in die maand het sterkst waren, want, dat, als men zoowel kracht als bestendigheid tot maatstaf nam, in Februari verreweg de sterkste stroomingen werden waargenomen.

Bij de *Karimon-Djawa-Eilanden* werd — zie tabel XXVI — hetzelfde verschijnsel waargenomen met dit verschil, dat hier zoowel de gemiddelde snelheid van alle stroomen, als die gemeten in de hoofdrichting in Februari het sterkst waren, terwijl eindelijk uit tabel XXXII voor *Bawean* bleek, dat zoowel de kracht als de bestendigheid der stroomen het sterkst waren in Maart.

Tabel XXXVII.

Stroomrichtingen en snelheden in het westelijk deel der *Javazee* tusschen 107° en 111° Ooster-lengte, berekend uit bestekken.

	Aantal bestekken	Gemidd. snelheid	Gemidd. richting	Snelheid resultante	Percentage geen stroom.
Januari	27	13.6	S 60° E	9.4	19 %
Februari	15	20.4	N 85° E	15.2	7
Maart	45	11.1	S 47° E	3.1	49
April	56	10.8	N 25° E	0.9	34
Mei	58	10.3	N 75° W	5.9	41
Juni	41	13.9	N 77° W	9.3	24
Juli	61	12.6	N 69° W	8.3	34
Augustus	41	11.1	N 67° W	6.4	37
September	42	14.2	S 81° W	7.4	24
October	63	6.7	N 80° W	1.6	57
November	68	10.8	S 86° E	4.1	34
December	36	13.6	S 86° E	6.3	31
Mei-Oct.	306	11.5	N 78° W	6.4	36
Nov.-Apr.	247	13.4	S 82° E	6.1	29
Jaar	553	12.5	N 19° W	0.2	33 %

Tabel XXXVIII.

Stroomrichtingen en snelheden in het middengedeelte der *Javazee*, tusschen 111° en 115° ooster-lengte, berekend uit bestekken.

	Aantal bestekken	Gemidd. snelheid	Gemidd. richting	Snelheid resultante	Percentage geen stroom.
Januari	28	18.8	N 79° E	7.1	7 %
Februari	22	11.7	S 71° E	9.4	41
Maart	45	14.7	S 79° E	9.1	24
April	38	12.5	S 19° E	3.0	37
Mei	49	11.1	S 83° W	7.0	39
Juni	26	13.0	N 84° W	7.4	27
Juli	52	11.5	N 72° W	7.9	31
Augustus	38	9.2	N 70° W	7.3	42
September	32	9.8	S 89° W	3.6	47
October	42	10.0	N 37° W	2.6	45
November	55	12.5	S 73° W	0.5	36
December	47	16.6	S 80° E	7.8	19
Mei-Oct.	239	10.8	N 79° W	5.8	39
Nov.-Apr.	235	14.5	S 77° E	5.6	27
Jaar	474	12.6	S 48° W	0.1	33

Tabel XXXIX.

Stroomrichtingen en snelheden in het oostelijk gedeelte der *Javazee*, tusschen 115° en 119° oosterlengte, berekend uit bestekken.

	Aantal bestekken.	Gemidd. snelheid.	Gemidd. richting.	Snelheid resultante.	Percentage geen stroom.
Januari	17	17.6	S 78° E	7.7	29 %
Februari	20	15.6	S 47° E	12.2	10
Maart	28	10.9	S 57° E	4.3	29
April	31	15.4	S 63° E	6.4	20
Mei	37	7.6	S 66° W	4.5	59
Juni	44	12.6	S 79° W	9.5	34
Juli	53	13.4	S 86° W	9.4	28
Augustus	34	13.7	S 80° W	7.2	26
September	45	13.5	S 61° W	6.5	29
October	57	12.4	S 55° W	2.3	35
November	39	13.3	S 68° W	2.2	31
December	43	13.2	N 89° E	4.5	33
Mei-Oct.	309	12.4	S 75° W	5.9	34
Nov.-Apr.	139	14.5	S 63° E	6.7	25
Jaar	448	13.3	S 20° W	2.3	31

Uit de drie tabellen XXXVII—XXXIX blijkt, dat bij dit resultaat van toeval geen sprake kan zijn; voor alle drie gedeelten toch der *Javazee* is de snelheid der resultante d. i. die in de berekende hoofdrichting, het grootst in Februari. Stellen wij de maxima dezer snelheden voor alle zes waarnemingsreeksen overzichtelijk te samen, dan vinden wij:

Tabel XIX, <i>Duizend-Eilanden</i> ,	6.4	, Februari.
" XXVII, <i>Karimon-Djawa</i> ,	5.4	, Februari.
" XXXII, <i>Bawean</i> ,	12.4	, Maart.
" XXXVII, <i>Javazee</i> , west,	15.2	, Februari.
" XXXVIII, <i>Javazee</i> , midden	9.4	, Februari.
" XXXIX, <i>Javazee</i> , oost,	12.2	, Februari.

Het aldus wel geconstateerde feit, dat eerst in Februari de driftstroomen door den westmoesson in het leven geroepen het sterkst zijn, is van belang omdat hierin misschien de verklaring is te zoeken van het tot nog toe onverklaarde minimum van regenval in Februari, waarop in studie VII gewezen is. Men zou zich althans kunnen voorstellen dat deze uit het noordelijk deel der *Chineesche zee* stammende en dus konde stroomen den daarover strijkenden noordelijken, later noordwestelijken, wind reeds van een gedeelte van den waterdamp waarmede zij bezwangerd zijn hebben ontlast, alvorens zij in het zuidelijk deel der *Chineesche zee* aankomen.

Deze sterke Februaristroomen houden zonder twijfel op hunne beurt verband met het reeds vroeger aangewezen feit, dat in de *Chineesche zee* hoogwater heerscht van December tot Maart, als in de *Java-zee* het niveau daarentegen zoo laag mogelijk is en omgekeerd; een gedeelte dezer stroomen zijn dus geene directe driftstroomen, maar een gevolg van niveau-verschil.

Opvallend is het groote percentage der gevallen waarin geen stroom werd waargenomen in alle drie gedeelten der *Javazee* en eveneens het groote verschil dat er bestaat tusschen de snelheden berekend onafhankelijk van de richting en die in de hoofdrichting, waaruit blijkt dat de driftstroomen in deze streken, waar de moessons zoo krachtig optreden, toch volstrekt niet zoo bestendig zijn als in den regel wordt aangenomen.

Voor een groot deel is dit zeker te wijten aan de permanente strooming om de Zuid die in straat *Makassar* heerscht, zoowel gedurende den west- als den oostmoesson, waardoor in de *Soenda zee* de strooming om de West en in de *Javazee* die om de Oost wordt tegengewerkt, met afwisselende overheersching, dan van de eene, dan van de andere richting.

Reeds bij de bewerking van de stroomen bij de *Bril* waargenomen, in studie VI, was deze invloed duidelijk door de westelijke zeestrooming, die daar kon geconstateerd worden; hetzelfde is gevonden in tabel XXXIX, waar eveneens eene zeestrooming om de S 20° W is geconstateerd met de niet onbelangrijke snelheid van 2.3 mijlen in 't etmaal, terwijl daarentegen in het westelijk en middengedeelte der *Javazee* uit de bestekken althans, dus in volle zee, geene of slechts eene uiterst geringe zeestrooming werd afgeleid. Dichter bij de kust schijnt er daarentegen wel zulk een overwicht van de stroomen om de West te zijn, 't geen zoowel blijkt uit de waarnemingen bij de *Duizend-eilanden* als uit die bij *Boompjes-eiland* gedaan.

Aan den invloed van deze strooming is ook meer dan waarschijnlijk de meer zuidelijke richting der stroomen te wijten, die gedurende den oostmoesson is 't oostelijk deel der *Javazee* heerschen en eveneens de minder oostelijke, d. i. dus de meer zuidelijke richting gedurende den westmoesson; de drie laatste tabellen toch geven voor de gemiddelde richtingen

	Mei-Oct.	Nov.-Apr.
<i>Java-zee</i> West	N 78° W	S 82° E
" Midden	N 79° W	S 77° E
" Oost	S 75° W	S 63° E

waaruit dnidelijk de inwerking dezer strooming uit Straat *Makassar* blijkt.

Dat de gemiddelde snelheden bij de opnemingen gevonden kleiner zijn dan die uit bestekken afgeleid, vindt eene gereede verklaring in het feit, dat een opnemingsvaartuig zich dikwijls bevindt aan den lijant van het op te nemen eiland of rif; eene grootere snelheid dan 48 zeemijlen per etmaal is daarbij dan ook nimmer gevonden, terwijl veel grootere maximumsnelheden uit de bestekken worden afgeleid, zooals moge blijken uit het volgend overzicht:

	Apr.-Sept.	Oct.-Mrt.
<i>Java-zee</i> West	114 S	54 E
" Midden	90 SE	62 WNW
" Oost	51 WSW	41 E

Hierbij moet echter in het oog gehouden worden, dat bij eene dergelijke stroomberekening zeer gemakkelijk fouten kunnen insluipen, zoodat eene snelheid van 114 mijlen per etmaal of van bijna 5 geogr. mijlen per wacht met de noodige reserve moet worden aangenomen.

De drie laatste tabellen eindelijk zijn eenstemmig omtrent het feit dat de stroomsnelheden in 't algemeen grooter zijn in den west- dan gedurende den oostmoesson, terwijl daarentegen, als men die der resultanten beschouwt en dus ook de bestendigheid in aanmerking neemt, de stroomen om de West eer sterker zijn dan zwakker.

§ 4. Windrichting.

a. Waarnemingen drie maal daags.

Tabel XL.

Gemiddelde windrichting op
Noordwachter, 1886—1892.

	9 vm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid
Januari	N 73° W	80%	N 65° W	77%	N 61° W	70%
Februari	N 66° W	80	N 59° W	86	N 53° W	67
Maart	N 67° W	50	N 54° W	57	N 45° W	43
April	S 41° W	30	S 45° W	23	S 51° W	20
Mei	S 51° E	47	S 48° E	40	S 56° E	47
Juni	S 53° E	50	S 56° E	47	S 62° E	50
Juli	S 71° E	70	S 76° E	70	S 81° E	63
Augustus	S 71° E	70	S 71° E	70	S 85° E	73
September	S 63° E	60	S 62° E	57	S 74° E	63
October	S 55° E	53	S 58° E	50	S 67° E	43
November	S 32° W	43	S 32° E	43	S 49° W	33
December	S 81° W	60	W 60		N 86° W	53
Apr.-Sept.	S 56° E	47	S 60° E	47	S 69° E	47
Oct.-Apr.	W 40		N 81° W	40	N 72° W	30
Jaar.	S 13		S 7		S 63° E	7

Bij dit eiland wegen dus de westmoesson en de oostmoesson, zooals uit de geringe percentages voor de jaargemiddelden blijkt, vrij wel tegen elkander op; de grootste bestendigheid komt voor in Januari en Februari, als wanneer deze aanmerkelijk grooter is dan in December; April is kentering maand met vele varieerende winden; in Mei staat de oostmoesson, hoewel nog niet krachtig, door en in Juli en Augustus bereikt deze zijne volle kracht, die echter steeds geringer blijft dan die van den westmoesson; October en November zijn beide kenteringmaanden, de eerste met neiging tot een oostmoesson-, de tweede met neiging tot westmoesson-karakter; in geen dezer beide maanden echter treden zoovle veranderlijke winden op als in April, zoodat het karakter der kentering in het najaar veel minder scherp te voorschijn treedt dan in het voorjaar.

Van een dagelijkschen gang is slechts een spoor aanwezig; in beide seizoenen wordt de wind na des ochtends 9 uur geleidelijk iets meer oost, welke krimpig tot des avonds 6 uur aanhoudt; in den oostmoesson heeft het optreden dezer oostelijke componenten die den zeewind tot oorzaak heeft, tot gevolg dat de wind van S 56° E tot S 69° E ruimt, d. i. ruim eene halve streek meer oostelijk wordt; in den westmoesson dat de zuiver westelijke wind, die des ochtends doorstaat, in den loop van den dag steeds meer noordelijk wordt en dus ruim ééne streek ruimt.

Tabel XLI.

Gemiddelde windrichting op
Edam, 1886—1892.

	9 vm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid
Januari	S 87° W	57%	N 62° W	57%	N 54° W	63%
Februari	N 67° W	50	N 37° W	50	N 32° W	50
Maart	S 50° W	53	N 57° W	57	N 50° W	53
April	S 43		N 5° E	37	N 27° W	30
Mei	S 4° W	43	N 81° E	40	N 76° E	27
Juni	S 21° E	57	N 42° E	50	N 42° E	43
Juli	S 21° E	63	N 69° E	57	N 66° E	57
Augustus	S 15° E	67	N 74° E	60	N 71° E	60
September	S 25° E	70	N 55° E	63	N 41° E	60
October	S 14° E	40	N 53° E	50	N 35° E	40
November	S 25° W	57	N 26° E	30	N 38° W	37
December	S 69° W	47	N 45° W	27	N 56° W	23
Apr.-Sept.	S 14° E	53	N 56° E	47	N 51° E	43
Oct.-Nov.	S 59° W	40	N 34° W	37	N 35° W	37
Jaar	S 15° W	37	N 21° E	27	N 13° E	30

Terwijl bij het ongeveer 70 kilometers oostelijk van den *Sumatrawal* gelegen eiland *Noordwachter* de invloed van land- en zeewind slechts even te bespeuren valt, is op het eiland *Edam*, gelegen zeer dicht bij *Java's* noordkust, deze invloed overheerschend; des nachts hebben zuidelijke, overdag noordelijke componenten de overhand. Dit blijkt duidelijk uit de jaargemiddelden waar de richting S 15° W in den ochtend met een percentage van 37 diametraal tegenoverstaat aan de richtingen N 21° E des middags en N 13° E des avonds met bijna gelijke percentages. De moessons staan daarom minder krachtig door en ook minder zuiver dan bij *Noordwachter*, zooals door de gemiddelde richtingen voor de beide seizoenen wordt aangegeven, die in geen deelen tegenover elkander staan.

Tabel XLII.

Gemiddelde windrichting op
Boompjes-eiland, 1886—1892

	9 vm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid
Januari	S 84° W	67%	N 23° W	27%	N 69° W	83%
Februari	S 87° W	57	N 61° W	70	N 65° W	63
Maart	S 86° W	47	N 65° W	63	N 65° W	57
April	S 32° E	43	N 78° E	47	N 70° E	40
Mei	S 43° E	70	S 81° E	60	N 81° E	60
Juni	S 62° E	70	S 72° E	67	E 57	
Juli	S 48° E	83	S 72° E	87	N 88° E	80
Augustus	S 42° E	90	S 81° E	87	N 74° E	87
September	S 43° E	83	S 68° E	90	S 88° E	77
October	S 34° E	77	S 75° E	67	N 75° E	53
November	S 50		N 27° E	23	N 27° W	23
December	S 59° W	40	N 61° W	43	N 70° W	40
Apr.-Sept.	S 47° E	73	S 77° E	73	N 84° E	67
Oct.-Mrt	S 49° W	33	N 45° W	23	N 56° W	37
Jaar	S 20° E	40	E 27		N 51° E	20

Zoowel voor west- als voor oostmoesson vinden wij dat bij *Boompjes-eiland* de noordelijke componenten voornamelijk den invloed eener dagelijksche verandering ondergaan, terwijl de oostelijke componenten daarentegen vrij wel dezelfde blijven voor alle drie waarnemingsuren; de laatste representeren voor 't grootste gedeelte de moessons, de eerste de land- en zeewinden, veroorzaakt door de nabijheid — op 18 zeemijlen of 33 kilometers — van de zich van oost naar west uitstrekkende kustlijn. Terwijl des ochtends te 9 uur de componenten nog zuidelijk is en wel met een, vooral in den oostmoesson, vrij groot percentage, is des middags te 2 uur deze landwind-componente of aanmerkelijk zwakker geworden als in den oostmoesson, of zelfs door eene noordelijke vervangen, zooals in den westmoesson geschiedt, terwijl ook na 2 nm. deze negatieve draaiing van den wind aanhoudt zoodanig dat te 6 nm. de componenten altijd noord is. Eene vergelijking dezer tabel met die van *Noordwachter* is zeer leerrijk en geeft duidelijk het groote onderscheid aan dat er bestaat in de moessons in 't westelijk deel der *Javazee* en in 't meer oostelijk gelegen gedeelte. De punten van verschil zijn:

1° Bij *Noordwachter* treden de jaargemiddelden met zulke kleine percentages op, dat men zeggen kan dat oost- en westmoesson elkander opheffen; de grootste percentages echter komen voor in den westmoesson, zoodat de westenwind de sterkste en meest bestendige is.

Bij *Boompjes-eiland* zijn de percentages der jaargemiddelden daarentegen groot en wijzen allen op een belangrijk over-

wicht van den oost- boven den westmoesson; dit blijkt ook uit de percentages voor de seizoenen, daar die van den oostmoesson meer dan twee malen grooter zijn dan die van den westmoesson; bovendien komen de grootste bestendigheds-percentages voor in den oostmoesson en wel met 90% in Augustus en September, zoodat hier niet alleen relatief, maar ook absoluut de oostmoesson sterker is dan de westmoesson bij *Noordwachter*.

2°. Bij *Noordwachter* was van dagelijksche variatie weinig te bespeuren, bij *Edam* bedroeg de verandering in hoekwaarde van des ochtends tot des middags 100° in den oostmoesson en 87° in den westmoesson; bij *Boompjeseiland*, waar de oostmoesson zoo krachtig optreedt dat land- en zeewind slechts gedeeltelijk hun invloed kunnen doen gelden, bedraagt de verandering gedurende dien tijd 49° en in den westmoesson, die veel minder krachtig is, 75°.

Zooals later blijken zal is, als men meer in 't midden der *Javazee* komt, dit verschil tusschen west- en oostmoesson lang zoo sterk niet; de westenwinden, die uit de *Chineesche zee* stammen, doen daar hun invloed nog met volle kracht gelden, dichter onder de *Javakust* echter vermindert deze invloed in sterke mate, vermoedelijk omdat reeds op vrij grooten afstand de nabijheid van het land de zich bewegende luchtlagen tot eene opstijgende beweging noopt, zoodat de westenwinden als het ware over dien hinderpaal moeten heenspringen en zich daarbij natuurlijk ook in de hooge luchtlagen aanmerkelijk moeten verzwakken. Hoe meer men de windkaart van den *Indischen archipel* bestudeert, des te meer komt men tot de overtuiging dat ook betrekkelijk smalle strooken lands een buitengewoon sterken hinderpaal vormen tegen de voortplanting der luchtdeeltjes, zoodat dit land moet worden omgaan, 't zij langs de oppervlakte, 't zij in de hoogere luchtlagen.

Het gevolg hiervan zal dus zijn dat langs de kust de oostmoesson in sterke mate de overhand heeft, want deze, strijkende langs de kusten, ondervindt dien tegenstand van het land niet en hiermede houdt wederom verband het vroeger geconstateerde feit, dat bij *Boompjeseiland* de stroomen om de West veel sterker zijn en veelvuldiger dan die om de Oost, terwijl dit niet het geval is bij de *Karimon-Djawa-eilanden* en ook niet in volle zee.

Inderdaad moet zich daarom langs de geheele noordkust van *Java* een permanente stroom om de Oost bevinden, die in zee niet merkbaar is en slechts gedurende enkele maanden in den vollen westmoesson wordt tegen gehouden.

Het is niet zonder belang hier nog op te merken dat, terwijl bij *de Bril* gevonden werd dat de windrichting geen reenschap kon geven van den duur en de richting der stroomingen, maar dat als permanente oorzaak voor de waterverplaatsing naar het westen de strooming uit straat *Makassar* moest worden aangenomen, hier daarentegen de wijze waarop de windrichting in de verschillende seizoenen verandert, eene bevredigende verklaring kan geven van het overwicht der westelijke zeestroomingen.

Tabel XLIII.

Gemiddelde windrichting te *Semarang*
1889—1892.

	9 vm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Bestendigheid	Richting	Bestendigheid	Richting	Bestendigheid
Januari	N 63° E	7%	N 58° W	83%	N 84° W	63%
Februari	N	3	N 53° W	70	N 78° W	63
Maart	S 62° E	50	N 13° W	43	N 67° W	50
April	S 56° E	60	N 65° E	47	N 53° W	17
Mei	S 50° E	77	N 32° E	47	N 22° E	17
Juni	S 58° E	73	N 72° E	43	N 36° E	30
Juli	S 54° E	87	S 84° E	67	N 34° E	34
Augustus	S 53° E	70	E	57	N 45° E	37
September	S 50° E	57	N 58° E	30	N 13° W	30
October	S 47° E	70	N 61° E	43	N 32° W	50
November	S 58° E	50	N	50	N 52° W	53
December	S 73° E	47	N 28° W	63	N 74° W	63
Apr.-Sept.	S 53° E	70	N 78° E	47	N 23° E	27
Oct.-Mrt.	S 61° E	33	N 28° W	50	N 65° W	57
Jaar.	S 55° E	53	N 27° E	30	N 41° W	30

Het is in verband met de zeer bijzondere dagelijksche variatie van den waterstand die voor *Semarang* in § 2 werd besproken, te betreuren dat voor deze plaats niet meer volledige windwaarnemingen bestaan dan die welke op drie uren gedaan zijn.

Bij vergelijking met de vorige windtabellen valt het terstond op dat bij alle in de gemiddelde windrichting des ochtends te 9 uur in meerdere of mindere mate westelijke componenten optraden, zoodat de invloed van den westmoesson ook op de nachtelijke winden duidelijk merkbaar was, terwijl te *Semarang* geen spoor van westelijke componenten voor dat uur te vinden is; in Januari en Februari treden wel is waar ten gevolge van den westmoessoninvloed noordelijke componenten op in plaats van zuidelijke, die overigens in alle maanden voorkomen, maar deze invloed is zóó gering, dat de gemiddelde richtingen voor beide seizoenen feitelijk dezelfde zijn en alleen hierin verschillen, dat het percentage gedurende den oostmoesson, 70, meer dan tweemaal grooter is dan dat in de westmoessonmaanden, nl. 33.

Hier is derhalve eene gereede verklaring voor de dagelijksche variatie van den waterstand, want van Maart tot December dringt de landwind in den geheelen boezem het water met onverminderde kracht terug en alleen in Januari en Februari zal dit niet, of in veel mindere mate het geval zijn wegens de dan heerschende noordelijke en noordoostelijke nachtwinden.

Over dag echter waaien in den oostmoesson noordoostelijke, in den westmoesson noordwestelijke winden en heeft het verdrongen water dus gelegenheid om, zoodra de nachtelijke stuwung ophoudt, vrij plotseling tot het gewone niveau terug te keeren. Vergelijkt men deze tabel met die voor *Edam*, dan zal men terstond zien dat te *Semarang* de tegenstelling der richtingen voor 9 vm. en 6 nm. veel grooter is dan die voor eerstgenoemd eiland, zoodat inderdaad hier de rol, die zee- en landwind spelen, buitengewoon belangrijk is; wel is waar blijven van Mei tot Augustus de oostelijke componenten in beide richtingen bestaan, maar de verschillen in percentages toonen ook daar het overwicht aan der nachtelijke boven de avond- en middagwinden.

Dat *Semarang* ten opzichte van deze natuurverschijnselen werkelijk in bijzondere omstandigheden verkeert, blijkt ook uit de volgende tabel, waarin de windrichtingen op *Poeloe Mandelieka* gegeven zijn, een eilandje dat dicht bij het noordelijkste punt van *Java* bij den 111^{den} lengtegraad gelegen is.

Tabel XLIV.

Gemiddelde windrichting op *Poeloe Mandelieka*,
1887—1892.

	9 vm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Bestendigheid	Richting	Bestendigheid	Richting	Bestendigheid
Januari	S 87° W	63%	N 75° W	80%	N 81° W	83%
Februari	S 75° W	53	N 69° W	63	N 79° W	67
Maart	S 39° W	20	N 49° W	30	N 82° W	47
April	S 32° E	63	N 77° E	30	N 59° E	20
Mei	S 43° E	70	S 81° E	43	S 68° E	37
Juni	S 45° E	70	S 69° E	57	S 63° E	53
Juli	S 48° E	80	S 78° E	63	S 61° E	60
Augustus	S 45° E	80	S 70° E	77	S 72° E	73
September	S 45° E	70	N 87° E	70	N 74° E	63
October	S 39° E	73	N 84° E	67	N 72° E	63
November	S 37° E	30	N 76° E	13	S 76° W	13
December	S 14° E	13	N 52° W	37	S 82° W	50
Apr.-Sept.	S 43° E	73	S 80° E	57	S 78° E	47
Oct.-Mrt.	S 23° W	27	N 50° W	27	N 73° W	33
Jaar.	S 29° E	43	N 81° E	30	E	7

Hier treedt inderdaad de westmoesson, vooral des nachts, wederom veel sterker op dan te *Semarang*; vergelijkt men deze tabel met die voor *Boompjes-eiland*, zoo vindt men eene bijkans volkomen overeenstemming, zoowel in de verdeling der moessons als in het optreden van land- en zeewind.

Alleen kan opgemerkt worden dat de maand Maart geringere percentages vertoont, zoodat de westmoesson spoediger in den oostmoesson overgaat en deze wederom iets later in den westmoesson, zoodat de meer oostelijke ligging gepaard gaat met een grooter overwicht van den oost- boven den westmoesson.

b. WINDWAARNEMINGEN GEDAAN BIJ GELEGENHEID DER HYDROGRAPHISCH OPNEMINGEN.

Tabel XLV geeft een overzicht van de resultaten van de bewerking der windwaarnemingen van Januari 1885 tot April 1886 bij de *Duizend-eilanden* verricht ten getale van 6975, die echter, zooals uit de tabel blijkt, op ongelijkmatige wijze over de verschillende maanden verbreid zijn; de met een sterretje genoteerde waarden zijn door interpolatie verkregen ten einde de afleiding van seizoen- en jaargemiddelden mogelijk te maken.

Tabel XLV.

Gemiddelde windrichting bij de
Duizend-eilanden.

	Aantal waarn.	Gemidd. kracht.	Gemidd. richting.	Kracht resultante.
Januari	917	1.4	N 45° W	1.0
Februari	641	2.0	N 46° W	1.5
Maart	676	1.5	N 23° W	0.8
April	790	1.7	S 9° W	0.1
Mei	847	1.6	N 85° E	1.1
Juni	687	1.5	N 86° E	1.2
Juli	159	1.8	N 83° E	1.4
Augustus	502	1.5	N 67° E	1.1
September	569	1.2	N 73° E	0.8
October	267	1.1	N 79° E	0.3
November	—	1.5*	N 77° W*	0.5*
December	920	1.9	N 83° W	1.4
Mei-Oct.	3031	1.5	N 79° E	1.0
Nov-Apr.	3944	1.7	N 68° W	0.7
Jaar	6975	1.6	N 33° E	0.3

Bij de beoordeeling dezer resultaten en de vergelijking met die voor *Edam* door geheel andere waarnemingen verkregen, moet in het oog gehouden worden dat hier, evenals bij de volgende bewerkingen der opnemingswaarnemingen, elke richting met het gewicht der daarbij genoteerde snelheid in rekening is gebracht, zoodat aan eene observatie met kracht 5 ook vijfmaal zooveel waarde werd toegekend als aan eene observatie met kracht 1; voorts dat de maandgemiddelden zijn berekend uit waarnemingen verricht op alle uren van het etmaal behalve te 1, 3 en 5 vm. en te 9 en 11 nm., terwijl bij de berekening van de resultaten der tabel XL elke waargenomen richting met een gelijk gewicht is in rekening gebracht.

Niettegenstaande deze ongelijksoortigheid is het toch duidelijk dat bij de *Duizend-eilanden* de moessons reeds veel krachtiger doorstaan dan bij *Edam*, omdat land- en zeewind hier niet zulk eene overwegende rol spelen; in den oostmoesson is de richting meer uit het oosten, in den westmoesson meer uit het westen.

Beschouwt men de gemiddelde snelheden berekend zonder de richting in aanmerking te nemen, dan blijkt dat gemiddeld de wind krachtiger is in den west- dan in den oostmoesson; neemt

men echter ook de richting in aanmerking en berekent men de kracht der resultante in de hoofdrichting, dan blijkt omgekeerd die kracht, beter dus de bestendigheid, grooter van Mei tot October dan van November tot April. Vooral in de kentering maanden, April en October, zijn de winden zeer veranderlijk zoodat er bijna geene hoofdrichting bestaat en het verschil tussen de gemiddelde kracht en die der resultante bijzonder groot is.

De wind is het sterkst in Februari, Juli en December, maar de verschillen met de overige maanden zijn betrekkelijk gering, waaruit blijkt dat de meestal aangenomen stelling, dat de kracht van den wind het grootst zal zijn als hij uit de heerschende richting waait, een stelling waarop voor een deel de wijze van bewerking, nl. het inbrengen van kracht als gewicht, berust, niet geheel en al juist is.

In April, als er van eene hoofdrichting bijna geen sprake is, en dus varieërende winden worden waargenomen, is toch de gemiddelde kracht onder de grootsten te rangschikken; in October en September echter gaat de kentering gepaard met flauwe windkracht.

Eene andere quaestie, die van groot belang is en waaromtrent nog weinig bekend is, is deze of op zee, als op en bij het land, de windkracht des nachts zwakker is dan over dag.

Het antwoord op deze vraag luidt, op grond der waarnemingen bij de opneming der *Duizend-eilanden* gedaan, bepaaldelijk ontkennend. Bereken men voor vier verschillende perioden van den dag uit het omvangrijk materiaal de gemiddelde richtingen en krachten, zoo vindt men voor de maanden Mei—Augustus, gedurende welke de oostmoesson volgens tabel XLV krachtig doorstaat, de volgende uitkomst:

	Aantal.	Gemidd. kracht.	Gemidd. richting.	Kracht resultante.
1—6 vm.	293	1.70	S 72° E	1.28
7—12 "	705	1.50	S 67° E	1.30
1—6 nm.	711	1.53	N 53° E	1.45
7—12 "	486	1.70	N 62° E	1.39

In tegenstelling met de veelal geldende meening blijkt hieruit ten duidelijkste, dat des nachts de gemiddelde windsnelheid niet onbelangrijk sterker is dan over dag, maar tevens dat daarentegen de gemiddelde kracht der resultante des namiddags het grootst is en dat de verschillen der beide gemiddelde krachtswaarden, die gelijken tred houden met de onbestendigheid, gedurende den nacht veel grooter zijn dan op de daguren. De gemiddelde kracht is dus des nachts grooter, de bestendigheid over dag.

Wat de dagelijksche beweging betreft, zoo treden van 1 vm tot middag zuidelijke, van middag tot middernacht noordelijke componenten op, zoodat het schijnt dat land- en zeewind veroorzaakt door de *Javakust*, nog duidelijk merkbaar zijn, maar dat de keerpunten zeer laat invallen.

In den westmoesson bestaat er, zooals uit het volgend overzicht blijkt, slechts een flauw spoor van den invloed van land- en zeewind.

	Aantal.	Gemidd. kracht	Gemidd. richting.	Kracht resultante.
1—6 vm.	401	2.00	N 69° W	1.50
7—12 "	738	1.87	N 57° W	1.45
1—6 nm.	798	1.60	N 48° W	1.10
7—12 "	541	1.63	N 66° W	1.04

Gedurende de maanden December, Januari en Februari, waarop dit overzicht betrekking heeft, heeft er slechts een uiterst geringe ruiming van den wind plaats van 's nachts tot den namiddag.

m. a. w. over dag staat de noordwestenwind minder sterk door dan des nachts. Ook hieruit blijkt, dat de gemiddelde kracht des nachts van 1—6 vm. het grootst is en des namiddags van 1—6 het geringst, geheel tegenovergesteld aan den regel die op het land geldt; alleen treden ook de morgenuren met eene groote waarde op en niet die van den voornacht als gedurende den oostmoesson, terwijl nu de bestendigheid gelijken tred houdt met de gemiddelde kracht.

Tabel XLVI.

Gemiddelde windrichting bij de
Karimon Djawa-eilanden.
April 1887—Maart 1888.

	Aantal waarn.	Gemidd. kracht.	Gemidd. richting.	Kracht resultante.
Januari	321	3.4	N 58° W	3.2
Februari	370	2.9	N 46° W	2.0
Maart	299	2.1	N 58° W	1.2
April	463	1.7	N 72° W	1.3
Juni	85	2.3	S 70° E	1.2
Juni	570	1.5	S 82° E	1.0
Juli	432	1.8	S 85° E	1.5
Augustus	320	2.1	S 86° E	1.6
September	212	2.0	S 80° E	1.6
October	—	1.6*	S 81° E*	0.6*
November	147	1.2	N 77° W	0.4
December	440	1.5	N 82° W	0.4
Mei-Oct.	1619	1.9	S 81° E	1.3
Nov.-Apr.	2040	2.1	N 59° W	1.4
Jaar	3659	2.0	N 7° E	0.3

Wanneer men aan de door schatting verkregen getallen voor de windkracht eene waarde toekent, die eene vergelijking tusschen verschillende reeksen, gedaan door verschillend personeel, toelaat, dan volgt uit deze tabel dat, over het geheel genomen, de gemiddelde kracht aanmerkelijk grooter is bij deze eilandengroep dan bij de *Duizend-eilanden*: grooter kracht dan die door 5 wordt aangeduid en met stijve koelte overeenkomt is echter noch bij de eene noch bij de andere groep waargenomen. Een zelfde verschil als bij de *Duizend-eilanden* bestaat er tusschen de gemiddelde kracht in de beide seizoenen; ook hier is deze iets grooter van November tot April dan gedurende den oostmoesson.

Terwijl echter in 't westelijk deel der *Java-zee* de bestendigheid in den oostmoesson belangrijk grooter is dan gedurende der westmoesson, zijn hier die beide factoren onderling bijna volkomen gelijk en het is van belang op te merken dat deze gelijkheid een essentieel onderscheid vormt tusschen de verdeling der moessons midden in zee en die diebt bij de *Javakust*, waar de oostmoesson verre de overhand heeft. De zeer kleine jaargemiddelde voor de kracht der resultante wijst terstond uit dat de moessons tegen elkander opwegen. Een tweede punt van verschil met tabel XLV is, dat de voorjaarskentering, die bij de *Duizend-eilanden* zoo duidelijk optrad, hier bijna niet te bespeuren is; eerst in Juni bedraagt de kracht der resultante een minimum en ook hier is het verschil met de totaal gemiddelde niet groot, de bestendigheid dus aanzienlijk.

Of inderdaad altijd op deze lengte nog in December die bestendigheid zoo klein is als uit de tabel XLVI blijkt, zoodat zoowel November als December kenteringmaanden zijn, moet onbeslist blijven; eene waarnemingsreeks van slechts één jaar is onvoldoende om dergelijke quaesties te beoordeelen; eene verge-

lijking met het waarnemingsjaar met andere jaren voor omliggende stations zou de weg zijn om tot een antwoord te komen.

Op dit oogenblik ontbreekt voor dit onderzoek, waarvoor de belangstellende het materiaal in het Tijdschrift der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging bijeengebracht vindt, de noodige tijd; opgemerkt kan echter worden, dat ook bij *Poeloe Mandelieka* een enorm onderscheid bestaat tusschen de bestendigheidspercentages in December en Januari; nitde gemiddelden, genomen over een zestal jaren, blijkt, dat daar inderdaad December tot de kentering maanden moet gerekend worden met November, Maart en April.

Tabel XLVII.

Dagelijksche gang van den wind bij de
Karimon Djawa-eilanden.

Gemidd.	Componenten.	Gemidd. Kracht
Uren.	kracht.	N E richting. result.
2 vm.	1.83	— 0.10 0.02 S 11° E 0.10
4 "	2.02	— 0.18 0.06 S 18° E 0.19
6 "	2.09	— 0.41 0.07 S 10° E 0.42
7/8 "	2.03	— 0.43 0.18 S 23° E 0.47
9/10 "	2.07	— 0.44 0.24 S 29° E 0.50
11/12 "	2.05	— 0.24 0.15 S 32° E 0.28
1/2 nm.	2.01	0.08 — 0.02 N 14° W 0.08
3/4 "	2.02	0.48 — 0.11 N 13° W 0.49
5/6 "	1.97	0.52 — 0.18 N 19° W 0.55
7/8 "	1.87	0.39 — 0.16 N 22° W 0.42
10 "	1.77	0.21 — 0.12 N 30° W 0.24
12 "	1.78	0.13 — 0.07 N 28° W 0.15
1—6 vm.	1.98	— 0.23 0.05 S 12° E 0.24
7—12 "	2.05	— 0.37 0.19 S 27° E 0.42
1—6 nm.	2.00	0.36 — 0.10 N 16° W 0.37
7—12 "	1.81	0.24 — 0.12 N 26° W 0.27

Hoe gering de verschillen in deze tabel ook zijn, de wijze waarop de getallen verlopen wijst ontegenzeggelijk aan dat zij een reëel verschijnsel aanwijzen en dat het hulpmiddel der statistiek in staat stelt grootheden te meten, die veel kleiner zijn dan de kleinste maat gebezigd bij de oorspronkelijke waarnemingen. Al loopen de verschillen in de honderden, men mag toch aannemen dat inderdaad overdag de gemiddelde kracht zoowel als de bestendigheid iets grooter is dan des nachts en in den nacht grooter dan in den voornacht. Onverwacht is zeker het in bovenstaande tabel goed geconstateerde feit, dat, schoon in geringer mate, bij de *Karimon Djawa-eilanden* volkomen dezelfde dagelijkse variatie van den wind optreedt, die bij de *Duizend-eilanden* werd opgemerkt gedurende den oostmoesson.

Ook hier treden gedurende den geheelen voormiddag, van middernacht tot middag, zuidelijke componenten op en gedurende den geheelen namiddag noordelijke, zoodat de overgangen, niet als op de kustplaatsen te 9 vm. en te 7 of 8 nm. plaats hebben, maar veel later, en eveneens verhouden zich de oostelijke en westelijke componenten, die ook omstreeks den middag en te middernacht in elkander overgaan. Hetzelfde vinden wij bij de *Duizend-eilanden* in de overzichten op bladz. 71 waar van 1—12 nm. de richting minder oost of, wat hetzelfde is, meer west was dan in den voormiddag. Zelfs bij de *Karimon-Djawa-eilanden* laat zich derhalve nog de invloed gevoelen van de ver verwijderde *Javakust*.

Tabel XLVIII.

Gemiddelde windrichting bij

Bawean.

		Aantal waarn.	Gemidd. kracht.	Gemidd. richting.	Kracht resultante.
Juli	1888	301	3.9	S 85° E	3.7
Augustus	"	582	3.1	S 77° E	2.8
September	"	372	3.7	N 89° E	3.3
October	"	588	3.9	S 84° E	3.5
November	"	334	2.5	S 84° E	1.7
December	"	516	1.8	N 51° W	0.3
Januari	1889	139	2.7	N 72° W	2.2
Februari	"	459	2.5	N 89° W	1.9
Maart	"	440	2.1	N 29° W	0.8
April	"	271	1.5	N 51° E	0.8
Mei	"	369	1.9	N 84° E	0.7
Juni	"	240	1.9	N 24° W	0.3
Apr.-Nov.		3057	2.8	S 88° E	2.0
Dec.-Mrt.		1554	2.3	N 71° W	1.2
Jaar		4611	2.6	N 85° E	1.0

De resultaten van de bewerking der windwaarnemingen bij *Bawean* bij gelegenheid der opneming verricht, zijn minder bevredigend dan die van de beide overige reeksen; het blijkt toch terstond dat de windkracht gedurende de eerste maanden buitengewoon is geweest en dat de oostmoesson, die in Juli 1888 en de volgende maanden tot December bijzonder krachtig doorstond zoowel met groote windkracht als met groote bestendigheid, in Juni van het volgend jaar nog niet was opgetreden zoodat toen zelfs eene bijna absolute onbestendigheid werd geconstateerd met een zeer weinig uitgesproken neiging tot overmaat van noordwestelijke winden.

Onder deze omstandigheden, die blijkbaar, als men aanneemt dat de waarnemingen juist verricht zijn, zeer abnormaal zijn geweest, kan eene verdere discussie dezer waarnemingen bezwaarlijk tot zekere uitkomsten leiden.

Zonder bezwaar kan echter worden aangenomen, dat bij *Bawean* de wind meestal veel sterker is dan in de meer westelijke gedeelten der *Javazee*, daar herhaalde malen een windkracht 7 werd genoteerd, overeenkomende met twee reën in de marszeilen of met "windvlagen" voor stoomschepen, en eveneens dat hier de oostmoesson, zooals uit de jaargemiddelde blijkt, verre de overhand heeft boven den westmoesson, zoodat er geene compensatie der moessons plaats heeft.

De dagelijksche beweging wier berekening aan deze bezwaren niet onderhevig is, leidt tot een zeer eenvoudig resultaat, zooals uit de volgende tabel blijkt, waarin gemakshalve de componenten gegeven zijn verkregen na aftrek van de jaargemiddelden.

Tabel XLIX.

Dagelijksche gang van den wind.
bij *Bawean.*

middern.	Gemidd. kracht.	Componenten.	
		N	E
	2.7	0.19	0.08
2 vm.	2.6	0.06	— 0.10
4 "	2.5	0.02	— 0.17
6/7 "	2.5	— 0.36	— 0.14
8/9 "	2.8	— 0.53	— 0.07
10/11 "	2.9	— 0.49	0.22
12/1 nm.	2.9	— 0.29	0.12
2/3 "	2.9	— 0.05	0.12
4/5 "	2.7	0.31	0.02
6/7 "	2.5	0.44	— 0.08
8 "	2.6	0.43	0.02
10 "	2.6	0.30	— 0.03

Uit dit overzicht blijkt dat de gemiddelde kracht iets, maar zeer weinig, grooter is van 8 vm. tot 3 nm. dan op de overige uren van het etmaal en dat des ochtends te 6 uur zuidelijke winden doorkomen, die tot 's middags 3 uur duren, om dan over te gaan in noordelijke winden, die, aanvankelijk even sterk als de zuidelijke, tegen middernacht verflauwen; de oostelijke componenten vertoonen eene onduidelijke beweging. Hieruit volgt dat het opnemingsvaartuig zich gedurende een groot deel van den tijd heeft bevonden op eene plaats ten zuiden van het eiland *Bawean* gelegen, en dat dit groot genoeg is om een eigen systeem van land- en zeewind te voorschijn te roepen.

Voor een vaartuig dat op de reede van *Sangkapoera* ligt, moet dan de zeewind zuidelijk, de landwind noordelijk zijn.

c. WAARNEMINGEN UIT OUDE SCHEEPSJOURNALEN.

Niet zonder belang is het naast de hierboven gegeven resultaten van de bewerking der gegevens, die op of bij bepaalde plaatsen verzameld zijn, de uitkomsten te plaatsen die afgeleid zijn uit observaties genomen in volle zee van af 1821 tot 1890, voornamelijk geëxcerpeerd uit de journalen van oude zeilschepen, voor welke de windrichting van zoo veel grooter belang was dan voor stoomschepen en op welke de waarneming ook zooveel juister verricht kon worden.

De volgende twee tabellen geven een beknopt overzicht van de uitkomsten, die later in een speciaal werk meer uitvoerig gegeven zullen worden; de gemiddelde kracht is daarbij niet gegeven, omdat de resultaten geen verschillen aantoonen voor de verschillende deelen der *Javazee*.

Tabel L.

Sumatrakust			Javazee, West		
tot 107° O. L.			van 107° — 111° O. L.		
Aantal waarn.	Richting.	Percent. Besten- digheid.	Aantal waarn.	Richting.	Percent. Besten- digheid.
Januari	293	N 67° W 64%	459	N 66° W 79%	
Februari	366	N 53° W 64	314	N 72° W 69	
Maart	745	N 62° W 47	783	N 74° W 34	
April	891	S 57° W 31	869	S 49° E 21	
Mei	650	S 52° E 46	1477	S 67° E 56	
Juni	383	S 49° E 33	1148	S 66° E 17	
Juli	350	S 64° E 47	914	S 66° E 65	
Augustus	383	S 66° E 51	586	S 64° E 62	
September	427	S 60° E 48	464	S 68° E 58	
October	371	S 49° E 38	776	S 60° E 43	
November	427	S 18° W 19	1088	S 4° E 15	
December	651	S 83° W 55	798	N 83° W 50	
Jaar	5937	S 14° W 8	9676	S 48° E 13	

Tabel LI.

Javazee, midden.			Javazee, oost.		
van 111° — 115° O. L.			van 115° — 119° O. L.		
Aantal waarn.	Richting.	Percent. Besten- digheid.	Aantal waarn.	Richting.	Percent. Besten- digheid.
Januari	475	N 83° W 71%	265	N 70° W 63%	
Februari	533	N 76° W 75	231	N 65° W 70	
Maart	727	N 88° W 26	357	N 73° W 45	
April	720	S 29° E 21	444	S 3° E 17	
Mei	737	S 70° E 65	331	S 55° E 65	
Juni	940	S 66° E 67	553	S 56° E 69	
Juli	1148	S 61° E 74	385	S 54° E 77	
Augustus	567	S 57° E 74	271	S 42° E 77	
September	745	S 56° E 66	602	S 41° E 68	
October	1096	S 52° E 50	587	S 43° E 66	
November	778	S 4° E 16	345	S 12° E 43	
December	808	S 85° W 43	472	S 81° W 42	
Jaar	9274	S 35° E 21	4843	S 23° E 25	

Beschouwt men deze vier waarnemingsreeksen, die hooge waarde hebben omdat een aantal van bijna 30.000 waarnemingen, onder gunstige omstandigheden en door deskundigen verricht, daaraan ten grondslag ligt, dan blijkt terstond uit de jaargemiddelden d. i. uit de overschotten, die er overblijven na onderlinge opheffing der tegengestelde richtingen, dat alleen langs *Sumatra's* kust de westelijke componenten in 't algemeen de overhand hebben boven de oostelijke; daar, in het westelijkst deel der *Javazee*, heerscht de westmoesson nog met even groote kracht als in de *Chineesche-zee*.

Tabel LI.

Javazee, midden. van 111°—115° O. L.				Javazee, oost. van 115°—119° O. L.			
Aantal waarn.	Richting.	Percent. Besten- digheid.		Aantal waarn.	Richting.	Percent. Besten- digheid.	
Januari	475	N 83° W	71%	265	N 70° W	63%	
Februari	533	N 76° W	75	231	N 65° W	70	
Maart	727	N 88° W	26	357	N 73° W	45	
April	720	S 29° E	21	444	S 3° E	17	
Mei	737	S 70° E	65	331	S 55° E	65	
Juni	940	S 66° E	67	553	S 56° E	69	
Juli	1148	S 61° E	74	385	S 54° E	77	
Augustus	567	S 57° E	74	271	S 42° E	77	
September	745	S 56° E	66	602	S 41° E	68	
October	1096	S 52° E	50	587	S 43° E	66	
November	778	S 4° E	16	345	S 12° E	43	
December	808	S 85° W	43	472	S 81° W	42	
Jaar	9274	S 35° E	21	4843	S 23° E	25	

Tusschen 107° en 111° oosterlengte echter is de zuid-oosten wind reeds de sterkste of beter gezegd de bestendigste en daardoor overheerschend met een percentage van 13; dit overwicht neemt nog toe in de meer oostelijke deelen en bedraagt 21% en 25% in het midden- en oostelijk gedeelte, terwijl hierbij tevens op te merken is, dat de algemeene richting van lieverlede meer zuidelijk wordt naarmate men meer oostelijk komt, zoodat de gemiddelde richting voor 't westelijk deel der *Javazee* meer dan 22½°, of eene geheele streek, verschilt met die van het oostelijk deel. Eene andere wijze, in den grond echter dezelfde, om aan dit feit eene uitdrukking te geven is, dat men opmerkt dat onder den *Sumatrawaal* de oostmoesson 6 maanden

duurt en dat November en April, schoon kenteringmaanden, toch nog een zeer beslist westmoessonkarakter dragen; in de drie meer oostelijk gelegen deelen echter behooren deze kenteringmaanden zeer bepaaldelijk tot den oostmoesson, zoodat deze hier 8 maanden duurt, terwijl de westmoesson niet meer den 4 maanden doorstaat; in 't oostelijkst deel kan zelfs November bezwaarlijk meer als kenteringmaand gelden en kan met even veel recht December als zoodanig beschouwd worden; terwijl dus in de vier reeksen, zooals uit de bestendighedsgetallen blijkt, de maand April voortdurend meer het kenteringskarakter verkrijgt, nl. onbestendigheid van richting, verliest daarentegen, als men oostelijk komt, N-venner deze kenmerken; de volgende cijfers toonen dit feit duidelijk aan:

April	31	21	21	17
November	19	15	16	43

Eveneens nemen de percentages voor den vollen westmoesson af als men zich naar 't oosten begeeft en die van den vollen oostmoesson toe, b. v.:

Januari	64	79	71	63
Juli	47	65	74	77

Alle deze bijzonderheden komen op de duidelijkste wijze uit indien wij voor twee deelen van het jaar de richtingen en bestendigheden samenstellen, seizoenen kan men dergelijke deelen van het jaar bezwaarlijk noemen, omdat deze, zooals boven is opgemerkt, ongelijk verdeeld zijn.

Apr.-Sept. S 51° E (41), S 65° E (55), S 60° E (60), S 49° E (61)
Oct.-Nov. N 76° W (37), N 79° W (31), S 82° W (29), S 79° W (25)

Het toenemen der zuidelijke componenten in oost- en westmoesson naarmate men meer oostelijk komt, het aangroeien der bestendighedscoëfficiënten van de oosten- en het afnemen van die der westenwinden, alle deze feiten treden in deze gemiddelden duidelijk te voorschijn.

VAN DER STOK.

MAART 1894.

STUDIËN OVER GETIJDEN

in den Indischen Archipel

XI. Borneo's Westkust.

§ 1. De merkwaardige enkeldaagsche getijden in de *Chineesche-zee* hebben reeds sedert eeuwen de aandacht getrokken van de zeevarenden en het is dus geen wonder, dat de niet minder enkeldaagsche getijden in de *Javazee* steeds werden beschouwd als direct afkomstig uit de *Chineesche-zee*; de breede *Gaspar*, *Clement* en *Karimata* passages, die beide zeeën verbinden, waren schijnbaar eene duidelijke fingerwijzing tot die onderstelling en de algemeen geldende meening, dat te *Pontianak* in den Oostmoesson hoogwater voorkwam te 8 uur nm. en in den haven van *Priok* te 9 à 10 nm. scheen deze hypothese krachtig te steunen, zelfs te bevestigen.

Bij de studiën over de getijden in straat *Banka* en in straat *Gaspar* werd er echter reeds op gewezen, dat de voor die plaatsen verkregen zeer juiste resultaten met deze onderstelling moeilijk in overeenstemming te brengen waren. In de plaats toch van kleinere kappagetallen werden in straat *Gaspar* getallen gevonden die volkomen gelijk waren aan die voor *T. Priok* geconstateerd en voor straat *Banka* bleek hoogwater zelfs een vol uur later in te vallen. Gaven deze uitkomsten der ervaring, gegrond op eenige duizenden waarnemingen, reeds reden tot twijfel aan de juistheid der algemeen geldende opvatting, het feit dat, waar het een bijna uitsluitend enkeldaagsch getij betreft, de opgave van een kappagetal als 8 uur voor *Pontianak* met groote reserve moet worden aangenomen, maakte een nader onderzoek volstrekt noodzakelijk alvorens tot het ontwerpen eener kaart van *cotidal lines* kon worden overgegaan.

De definitie toch die gewoonlijk gegeven wordt nl. in den oostmoesson is het hoogwater te x uur des avonds en in den westmoesson te x uur des ochtends is onwetenschappelijk en daardoor onjuist, omdat elk havengetal betrekking moet hebben op een juist gedefinieerd oogenblik, den doorgang eener fictieve of werkelijke ster door den meridiaan en niet op een zeer vaag en rekbaar tijdsbegrip als het heerschen van een moesson.

Het juiste tijdstip van den doorgang op den middag der fictieve ster voor het grootste enkeldaagsche getij K_1 heeft plaats omstreeks 21 Juni, soms iets vroeger, soms iets later, 't geen verband houdt met de veranderlijke ligging van de maansbaan ten opzichte der ecliptica en dus ook met de grootte der maansdeclinatie, maar op een voor elk jaar met volkomen scherpte te berekenen datum. Neemt men nu omstreeks dezen tijd den tijd van hoogwater bij springtij waar, dan vindt men een kappagetal, dat in geen geval ver van het ware verwijderd is; maar neemt men eene maand later dien tijd van hoogwater op, dan is, even als bij sterretijd, het tijdstip twee uren verschoven en men vindt

een getal dat 2 uren te klein is, terwijl 14 dagen verschil reeds eene fout van één uur veroorzaakt.

Tracht men nu nog, zooals meestal geschiedt, ook verband te zoeken tusschen de maansphasen en den waterstand, een verband dat niet bestaat voor dit getij, dan wordt de waarneming geheel en al waardeloos en de uitspraak: bij volle en nieuwe maan is het in den oostmoesson hoogwater te x uur, is niet anders te beschouwen dan als eene summatie van onjuistheden.

Het is dus verklaarbaar dat de ondergeteekende reeds terstond nadat de eerste resultaten van exacte waarnemingen waren verkregen, begreep dat het zwaartepunt van het geheele onderzoek op *Borneo's Westkust* moest gezocht worden en dat het aanbod van den resident van *Borneo's Wester-Afdeeling* om op drie plaatsen *Pontianak*, *Soekadana* en *Pemangkat* waarnemingen te doen verrichten, dankbaar werd aangenomen.

De beide laatstgenoemde plaatsen liggen voor het voorgestelde doel buitengewoon gunstig, daar de ligging aan zee de verkregen resultaten terstond voor het ontwerpen eener kaart dienstbaar maakt, terwijl waarnemingen te *Pontianak*, gelegen op ongeveer 19 kilometers afstand van de monding der *Kleine Kapoeas*, wel voor dit doel minder bruikbaar zijn, maar bijzondere waarde verkrijgen door de juiste bepaling van het kappagetal dat, zooals boven werd opgemerkt, zulk eene groote rol heeft gespeeld bij het ontstaan eener hypothese omtrent de herkomst der getijden.

Omtrent *Pontianak* geeft de heer TROMP de volgende toelichtingen:

„Het verschil in tijd tusschen hoogwater op de bank vóór de monding en dat te *Pontianak* bedraagt ruim 2 uur: maar of de waterstand in belangrijke mate afhankelijk is van het water in de bovenrivier betwijfel ik; het meeste water van de *Kapoeas* gaat trouwens langs andere breedere wegen naar zee; slechts een klein deel stroomt door de kleine *Kapoeas*, waaraan *Pontianak* ligt. Wel vloeit bij deze plaats in de kleine *Kapoeas* de *Landak-rivier* met een groot stroomgebied, doch de rivier beneden die samenvloeiing is ook zeer breed, veel breeder dan te *Soekalanting*, waar zij zich uit de groote *Kapoeas* afscheidt. Het is zeker dat het laaggelegen *Pontianak* nooit door bandjirs overstroomd wordt; geschiedt dit (nl. wordt *Pontianak* overstroomd,) dan is dit een gevolg van wind op de kust; W, N W en Z W winden stuwen het water op deze kust verbazend op; in den westmoesson heeft men dan gewoonlijk ook veel meer water in de geulen dan in den oostmoesson.”

Te *Soekadana* had de Heer L. P. J. BARTH, controleur der 2^{de} klasse in die afdeeling reeds vroeger aantekening gehouden,

van de tijden van hoog en laag water: maar, zooals vroeger werd aangetoond, zijn dergelijke observaties moeilijk te bewerken, zoodat alleen van de latere reeks van waarnemingen verricht op de uren 9 vm., 2 nm. en 6 nm. voor het doel dezer studiën is gebruik gemaakt. De Heer BARTH geeft omtrent deze waarnemingen de volgende inlichtingen.

„Onder gewone omstandigheden wordt gebruik gemaakt van eene peilschaal aan den boom te *Soekadana*, wier nulpunt even boven den allerlaagsten waterstand aldaar geplaatst is. Is het laagwater beneden dat nulpunt, dan dient de z. g. „buitenpeilschaal” in zee geplaatst vóór de uiterste 2 bakken, die de geul der *Soekadana-rivier* afbakenen, voor de waarneming.

Deze buitenpeilschaal is zoodanig geplaatst dat, wanneer het water aan de boom-peilschaal op 0 staat, de buitenpeilschaal plus 1 Meter aanwijst; terwijl op de plaats waar zij zelve staat, zelfs bij den allerlaagsten waterstand, de aflezing nog positief is.

Alle aflezingen zijn herleid tot de buitenpeilschaal waartoe de waarnemer dus de directe aflezingen op de boom-peilschaal met 1 M. te vermeerderen heeft.

De waarnemingen geschieden door oppassers onder toezicht van den controleur, terwijl de inlandsche schrijver, voor het geval dat de controleur afwezig is, geleerd wordt waar te nemen en de waarnemingen in het register in te schrijven, reden waarom het te *Soekadana* berustende register ingericht is in het Maleisch met Latijnsche karakters”.

Uit deze toelichtingen moge blijken met hoeveel zorg de waarnemingen aan *Borneo's Westkust* zijn verricht en dat derhalve aan de verkregen uitkomsten groote waarde mag gehecht worden, zoodat het dan ook onnoodig geoordeeld werd om met de publicatie daarvan te wachten tot dat eene tweede waarnemingsreeks, loopende over een vol jaar, voleindigd was. Zonder twijfel zal zulk eene contróle-reeks in alle opzichten bevestigen, wat de eerste heeft te voorschijn gebracht en aantoonen hoe door ambtenaren van het Binnenlandsch Bestuur zonder kosten, met betrekkelijk weinig moeite en met veel toewijding op velerlei gebied, ook daar waar het niet behoort tot hun directen werkkring, kostbare gegevens kunnen verzameld worden die kunnen leiden tot de oplossing van vraagstukken van hoog wetenschappelijk en praktisch belang.

De drie waarnemingsreeksen, allen loopende over een vol jaar, waarvan de bewerking hier gepubliceerd wordt, zijn derhalve:

1. *Pontianak*, gelegen op $0^{\circ} 1' 20''$ zuiderbreedte en $109^{\circ} 19' 55''$ oosterlengte van *Greenwich*; peilschaalwaarnemingen gedaan te 9 vm., 2 nm. en 6 nm. van November 1892 tot October 1893; hierbij is aanteekening gehouden van de richting waarin het water stroomde, oplopend, aflopend of stil en van de al of niet aanwezigheid van stuwing door wind veroorzaakt, tevens dikwerf van de oogenblikken van hoogwater.

2. *Soekadana*, $1^{\circ} 14' 27''$ zuiderbreedte en $109^{\circ} 56' 40''$ oosterlengte; peilschaalwaarnemingen verricht te 9 vm., 2 nm. en 6 nm. van Februari 1893 tot Januari 1894; tot en met de maand Mei zijn de observaties verricht door of onder toezicht van den Heer BARTH, in Juni en Juli door den Heer VEENSTRA, in Augustus en September door den Heer IJOUNG en later door den Heer OUDEMANS, controleurs bij het Binnenlandsch Bestuur. In de registers is aanteekening gehouden van den tijd van hoogwater, van de beweging van het water, nl.

p = pasang = vloed

s = soeroet = eb

b = bertahan = stilstand,

benevens van de windrichting en den regenval.

3. *Pemangkat*. Breedte $1^{\circ} 10'$ Noord, lengte $108^{\circ} 59' 40''$ Oost van *Greenwich*; de waarnemingen zijn verricht in de monding van de rivier *Sambas Besar* te 6 vm., 2 nm., en 6 nm. van December 1892 tot November 1893 door den controleur, den Heer C. L. BARENTZ; behalve de peilschaalaflezingen is aangeteekend of het water op- of aflopend was en ook of hevige windvlagen voorkwamen.

§ 2 a. *Pontianak*.

In tabel I zijn de constanten der verschillende partieële getijden samengesteld berekend uit de eenjarige reeks van observaties te *Pontianak* verricht.

Tabel I.

	H. cm.	k	tijd uren.
S_2	3.9	172°	5.7
M_2	11.5	172°	5.9
K_1	31.7 (34.9)	147°	9.8
O	25.6 (29.9)	73°	
P	9.5	133°	
N	3.1	153°	
K_2	2.0	184°	
S_a	10.2	245°	
S_{sa}	6.9	157°	
W	54.3		

De beide enkeldaagsche getijden K_1 en O spelen de hoofdrol, de tijd van hoogwater van het voornaamste getij K_1 is niet 8 nm. maar $9^h 48^m$, dus bijna 10 uur, en derhalve eer later dan vroeger dan het corresponderende kappagetel te *Tandjong Priok*. De tusschen haakjes geplaatste getallen zijn de werkelijk berekende amplituden, die dus betrekking hebben op het tijdvak October 1892 tot November 1893, toen de maansdeclinatie bijzonder groot was en dus ook de amplituden der partieële getijden K_1 en O; de niet tusschen haakjes geplaatste zijn gemiddelde grootheden en vergelijkbaar met die voor alle overige plaatsen berekend.

De amplitude van het getij P is normaal, nl. ongeveer 4 malen kleiner dan die van het getij K_1 , die echter van het getij O is bijzonder groot, veel grooter dan de normale waarde, die ongeveer de helft bedraagt van die van het getij K_1 ; hieruit volgt dat het verschil tusschen springtij en doottij buitengewoon groot is. In Juni en December wordt gevonden voor het verval bij springtij:

$$2 (31.7 + 25.6 + 9.5) = 134 \text{ c. m.}$$

en voor het verval bij doottij:

$$2 (31.7 - 25.6 + 9.5) = 31 \text{ c. m.}$$

In September en Maart bij springtij:

$$2 (31.7 + 25.6 - 9.5) = 96 \text{ c. m.}$$

en bij doottij:

$$2 (31.7 - 25.6 - 9.5) = -7 \text{ c. m.}$$

Hieruit volgt dat omstreeks dezen tijd het enkeldaagsch getij niet alleen vernietigd wordt door de tegenwerking van het getij O tegen het nu niet meer door het getij P gesteunde getij K_1 , maar dat ten gevolge van dezen invloed het getij zelfs omkeert

en hoogwater geeft in de plaats van laagwater en omgekeerd. Omstreeks dezen tijd vooral, maar ook bij doortij geduren te het geheele jaar, kan het dubbeldaagsch getij tot zijn recht komen; de amplitude nl. 11.5 c. m. is niet bijzonder groot, maar het hierdoor ontstane verval van 23 c. m. kan zich tegenover het verval van 31 c. m. of minder bij doortij van 't enkeldaagsch getij gemakkelijk doen gelden; vooral als, 't geen op den dag van volle en nieuwe maan geschiedt, het getij S_2 medewerkt en er nu een verval ontstaat van 31 c. m. Onder deze omstandigheden, nl. dat doortij van het enkeldaagsch getij valt op den dag van volle of nieuwe maan, zijn dus de amplituden van enkel- en dubbeldaagsch getij volkomen gelijk, en als nu nog dit verschijnsel zich kon voor doen in zulk een tijd van 't jaar dat het enkeldaagsch getij te 5.7 uur, om 't even voor of namiddag, hoogwater gaf, dan zou men het interessante geval hebben van één hoogwater, bijzonder hoog, gevolgd door noch een tweede hoogwater, noch een corresponderend laagwater; een der beide maxima toch van 't dubbeldaagsch getij zou door het minimum van 't enkeldaagsch getij volkomen geneutraliseerd moeten worden.

Daar de kappagetallen van S_2 en M_2 juist even groot zijn, valt springtij van 't dubbeldaagsch getij op den datum van volle en nieuwe maan; het enkeldaagsch getij echter verhoudt zich ook in dit opzicht abnormaal omdat de verschillen tusschen de kappagetallen van K_1 en O bijzonder groot zijn; nie één dag na den datum van grootste maansdeclinatie, zooals meestal het geval is, maar drie dagen, of juist 2.8 dagen na dezen datum valt springtij in en doortij even zoovele dagen na de datums waarop de maan den evenaar passeert.

Nog is merkwaardig voor *Pontianak* dat het oneigenlijke getij S_a eene vrij groote amplitude heeft wijzende op hoogwater in 't begin van den westmoesson, nl. 25 November, en laagwater op 26 Mei: ook het getij van lange periode S_{sa} is vrij belangrijk, (wanneer nl. verdere waarnemingen deze eerste uitkomsten bevestigen) en geeft hoogwater op den 9 Juni en den 9 December en laagwater op 9 September en 10 Maart.

Het resultaat der bewerking van de waarnemingen der stroomrichting is te vinden in Tabel II, waarin in de drie eerste kolommen de overschotten gegeven zijn die men verkrijgt wanneer men gelijke hoeveelheden positieve en negatieve observaties in elke maand en op elk uur tegen elkander wegschraapt; in de drie laatste kolommen zijn dezelfde cijfers gegeven maar nu door aftrekking van de jaargemiddelde gecorrigeerd voor constante en met het uur van den dag veranderende overschotten, zoodat deze op zuivere wijze den invloed van het enkeldaagsch getij weergeven; hierbij is oplopend als positief, aflopend als negatief aangenomen.

Tabel II.

	9 vm.	2 nm.	6 nm.	9 vm.	2 nm.	6 nm.
November	5	— 6	— 28	19	4	— 19
December	7	— 23	— 31	21	— 13	— 22
Januari	— 3	— 31	— 31	11	— 21	— 22
Februari	— 16	— 28	— 26	— 2	— 18	— 17
Maart	— 30	— 31	— 20	— 16	— 21	— 11
April	— 30	— 15	10	— 16	— 5	19
Mei	— 31	— 3	23	— 17	7	32
Juni	— 30	12	15	— 16	22	24
Juli	— 29	11	11	— 15	21	20
Augustus	— 13	8	5	1	18	14
September	— 4	0	— 10	10	10	— 1
October	9	— 9	— 31	23	1	— 22
Gemidd.	— 14	— 10	— 9			

Uit deze tabel blijkt in de eerste plaats dat de stroomafwaartsche bewegingen de overhand hebben, 't geen bij eene rivier die water afvoert natuurlijk is; de waarde der uitkomst ligt dan ook niet in de constateering van dit feit, waartoe geene waarneming noodig zou zijn, maar in de juiste bepaling der verhoudingen.

Daar de gemiddelden betrekking hebben op het aantal dagen per maand, d. i. ongeveer 30, blijkt hieruit dat des ochtends 50% en des middags en des avonds ongeveer 30% der waargenomen richtingen aan den geregelde afvoer van het water te wijten zijn; de overige 50% en 70% vormen stroomen die periodiek van richting veranderen, dan eens op- dan eens afwaarts.

Tengevolge van het optreden van land- en zeewind is de afvoer gedurende den nacht aanmerkelijk grooter dan overdag.

Uit de drie laatste kolommen blijkt duidelijk de groote invloed van het enkeldaagsch getij.

In Juni is het hoogwater te 10 nm. en laagwater te 10 vm. des ochtends te 9 uur zal dus het water dalen en de stroom naar beneden gericht zijn, schoon in geringe mate, maar des namiddags te 2 en 6 uur zal het water sterk rijzen en dus de stroom in sterker mate opwaarts loopen, d. i. positieve getallen geven; in December echter zal juist het omgekeerde plaats hebben en vindt men dan ook te 9 vm. positieve, te 2 en 6 nm. negatieve grootheden.

Berekent men uit de verschillen van de getallen voor 9 vm. en 6 nm. de formule die voor de stroomrichtingen kan opgesteld worden op de in studie V aangegeven wijze, dan vindt men:

$$88.5 \% \cos (nt - 91^\circ)$$

waaruit volgt, dat de sterkste beweging stroomopwaarts voorkomt te 6.1 uur na den doorgang der fictieve ster door den meridiaan; daar hoogwater invalt te 9.8 uur, zoo blijkt hieruit dat de sterkste beweging met eene frequentie van 88.5 % stroomopwaarts zal worden waargenomen 3.7 uren voor den tijd van hoogwater en niet 6 uren, zooals men geneigd zou zijn aan te nemen.

Vormt men daarentegen de som der beide getallenreeksen 9 vm. en 6 nm., waarin voor een deel reeds de invloed der getijstroomen is geëlimineerd en corrigeert men met behulp van de bekende constanten van den getijstroom voor den resterenden invloed, zoo vindt men, eveneens op de in studie V aangegeven manier, de formule voor de moessonstroomen.

Men vindt hiervoor

$$17 \% \cos (30t - 158^\circ)$$

waarin het argument betrekking heeft op den eersten dag der waarneming, nl. 1 November als oorsprong van tijd; na reductie op 1 Januari als nulpunt vindt men:

$$17 \% \cos (30t - 98^\circ)$$

waaruit volgt dat, afgezien van perpetueele strooming naar beneden en eveneens van periodieke stroomingen ten gevolge van land- en zeewind en getijden, het maximum van opwaartsche stroomingen voorkomt in April, of beter gezegd dat dan de rivier minder water afvoert dan gewoonlijk en dat een half jaar later, omstreeks den 10 November, die afvoer een maximum bedraagt; het verschil bedraagt dan 34 % der frequentie.

Het spreekt van zelf dat deze getallen, die vooreerst alleen betrekking hebben op dit ééne waarnemingsjaar en in de tweede plaats gebaseerd zijn op de slechts bij benadering juiste onderstelling dat deze moessoninvloeden zuiver periodiek zijn, slechts alleen dan waarde hebben, indien men met deze omstandigheden rekening houdt; zij geven in algemeene, groote trekken den gang van zaken weer, niet de details der werkelijk plaats heb-

bende toestanden; met overige bekende feiten echter zijn zij niet in strijd, want een wel gedefinieerd maximum van regenval komt voor in October met een gemiddelde hoeveelheid van 444 mm. 's maands, terwijl na Januari de regenval aanmerkelijk vermindert; ook de windrichting oefent op dezen waterafvoer invloed uit en het minimum van afvoer in April houdt, behalve met den regenval, ook verband met de stuwing die de noordwesten en noordoosten winden, die in Januari, Februari en Maart op de kust staan, uitoefenen, terwijl in November de zuidoosten en zuidwesten winden, die van April tot October heerschen, den afvoer begunstigen.

In Tabel III zijn tot toelichting hiervan, de gemiddelde wind-richtingen gegeven, die te *Singkarawang* gedurende de vier jaren 1889—1892 zijn waargenomen.

Tabel III.

	9 vm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid	Richting	Besten- digheid
Januari	N 50° E	57%	N 56° W	47%	N	37%
Februari	N 63° E	53	N 42° W	43	N 9° E	43
Maart	N 67° E	43	N 80° W	37	N	13
April	S 70° E	40	S 73° W	57	S 19° W	20
Mei	S 60° E	47	S 58° W	50	S 19° W	20
Juni	S 12° E	47	S 29° W	60	S 20° W	50
Juli	S 41° E	60	S 39° W	70	S 3° E	60
Augustus	S 57° E	57	S 48° W	43	S 18° E	43
September	S 49° E	60	S 40° W	53	S 16° E	50
October	S 67° E	50	S 76° W	40	S 9° E	20
November	S 45° E	20	S 74° W	60	S 21° W	27
December	S E	17	S 86° W	53	N 83° W	27
Apr.-Sept.	S 48° E	50	S 47° W	53	S	40
Oct.-Mrt.	N 79° E	33	N 81° W	43	N 18° W	10
Jaar	S 70° E	40	S 67° W	43	S 11° W	17

Zooals men ziet zijn de moessons op *Borneo's Westkust* op verre na niet zoo sterk uitgesproken als in het meest westelijk gedeelte der *Chineesche-zee* het geval is, terwijl uit de hooge percentages der jaargemiddelden blijkt, dat er van eene compensatie der beide moessons geen sprake is; zuidoosten en zuidwesten winden hebben verre de overhand, alleen gedurende de drie eerste maanden van het jaar afgewisseld door noordoosten en noordwesten winden, terwijl land- en zeewind eene belangrijke rol spelen, belangrijker dan die der moessons.

De toestand der zee en daardoor ook de meerdere of mindere stuwing in de rivieren hangt echter meer af van de op volle zee heerschende winden dan die bij of op de kust van een groot land als *Borneo*, waarvan de nabijheid reeds voldoende is om de luchtstroomen in hunne vrije beweging te belemmeren en het is derhalve misschien beter als men de hieronder gegeven wind-richtingen in de *Chineesche-zee*, berekend uit waarnemingen aan boord van oorlogschepen gedaan, als maatstaf neemt ter beoordeeling van den algemeenen toestand, dan dergelijke waarnemingen verricht op de plaats zelve.

b. *Soekadana*.

Tabel IV.

	H.	k.	tijd
	c. m.		uren
S ₂	8.1	344°	11.5
M ₂	10.4	330°	11.4
K ₁	56.7 (62.8)	146°	9.7
O	33.5 (39.3)	99°	
P	10.3	123°	
N	0.5	352°	
K ₂	4.0 (5.2)	322°	
Sa	20.8	260°	
Ssa	8.3	109°	
W	136.7		

Eene vergelijking der constanten in Tabel IV gegeven met die voor *Pontianak* in Tabel I brengt terstond aan het licht dat het karakter der enkeldaagsche getijden voor beide plaatsen, in 't algemeen genomen, hetzelfde is en dat deze overeenkomst ook bestaat voor de getijden van langen duur Sa en Ssa, maar dat de dubbeldaagsche getijden zooveel met elkander verschillen als mogelijk is, nl. dat de kappagetallen van S₂, M₂, N en K₂ ongeveer 180° verschillen en dat dus deze getijden in juist tegenovergestelde phase verkeerren.

Het hoofdkarakter wordt aangegeven door de enkeldaagsche getijden K₁ en O en deze zijn belangrijk sterker dan te *Pontianak*, de verhouding van het getij O tot K₁ is meer normaal daar de amplitude van O ongeveer de helft bedraagt van die van K₁, daarentegen wordt de invloed van P bijzonder klein omdat de amplitude daarvan weinig meer dan een zesde deel bedraagt van die van K₁.

De tijd van hoogwater omstreeks 21 Juni is dezelfde als die te *Pontianak* en dus ook als die in straat *Gaspar* en bij *Tandjong Priok*. Springtij met een verval in Juni en December van

$$2 (56.7 + 33.5 + 10.3) = 201 \text{ c.m.}$$

komt voor 1.78 of ongeveer twee dagen na den datum waarop de maan hare grootste declinatie bereikt, terwijl doottij in die jaargetijden worden waargenomen twee dagen nadat de maan den aequator heeft gepasseerd met een verval van

$$2 (56.7 - 33.5 + 10.3) = 67 \text{ c.m.}$$

In September en Maart bedraagt het verval bij springtij

$$2 (56.7 + 33.5 - 10.3) = 160 \text{ c.m.}$$

bij doottij

$$2 (56.7 - 33.5 - 10.3) = 26 \text{ c.m.}$$

Eene omkeering der reglementaire getijden, zooals die voor *Pontianak* geconstateerd werd, heeft dus hier niet plaats en geheel en al verdwijnt het enkel getij nimmer. Gedurende het geheele jaar echter, maar vooral omstreeks September en Maart, kan bij doottij van het enkeldaagsch getij, het dubbeldaagsch régime duidelijk te voorschijn treden als dit oogenblik samenvalt met springtij hiervan, nl. op den dag van volle of nieuwe maan of één dag later (juist 0.57 dagen), als wanneer dit régime een verval veroorzaakt van

$$2 (10.4 + 8.1) = 37 \text{ c.m.}$$

terwijl, wegens de betrekkelijke grootte van S₂, omstreeks den tijd der kwartiermanen alle spoor hiervan verdwijnt.

Uit de constanten van het moesson-getij Sa blijkt dat de waterstand aanmerkelijk verandert in den loop van het jaar en dat de hoogste waterstand, die voorkomt omstreeks den 10 December, meer dan 40 c. m. verschilt met den laagsten op 10 Juni, welke datums natuurlijk meer als het resultaat der berekening dan als werkelijke constanten moeten beschouwd worden; het dubbelaarlijksch getij, eveneens vrij groot, geeft hoogwater op 16 Mei en 14 November, laagwater op 15 Augustus en 14 Februari.

Tabel V.

	9 vm.	2 nm.	6 nm.	9 vm.	2 nm.	6 nm.
Februari	4	— 26	— 11	— 3	— 19	— 10
Maart	— 13	— 31	— 4	— 20	— 24	— 3
April	— 9	— 21	26	— 16	— 14	27
Mei	— 11	17	31	— 18	24	32
Juni	— 13	30	30	— 20	37	31
Juli	— 11	31	31	— 18	38	32
Augustus	16	29	5	9	36	6
September	30	0	— 14	23	7	— 13
October	31	— 17	— 20	24	— 10	— 19
November	30	— 29	— 29	23	— 22	— 28
December	29	— 31	— 31	22	— 24	— 30
Januari	3	— 31	— 31	— 4	— 24	— 30
Gemidd.	7	— 7	— 1			

In deze Tabel V zijn, evenals in Tabel II voor *Pontianak* geschied is, de overschotten aangegeven voor de verschillende maanden en uren opgemaakt uit de registers van positieve (vloed) en negatieve (eb) waterbewegingen; de eerste drie kolommen bevatten de ongecorrigeerde, de laatste de voor dagelijksche en jaarlijksche beweging gecorrigeerde getallen.

Het onderscheid tusschen deze aan zee gelegen plaats en het rivierstation valt terstond in het oog; eene perpetueele strooming bestaat hier niet, zooals blijkt uit de elkander compenseerende jaargemiddelden; daarentegen is hier, zooals te verwachten was, de invloed van land- en zeewind krachtiger; het verschil toch tusschen de gemiddelden voor 9 vm. en 2 nm. bedraagt hier 14 en te *Pontianak* slechts 4.

Omdat hier geene perpetueele beweging bestaat komen ook de enkeldaagsche getijstroomen nog sterker tot ontwikkeling dan bij *Pontianak*; vergelijkt men de verschillen der laatste drie kolommen met die in Tabel II, dan vindt men gelijksoortige verschillen, b. v. bij beide van September tot Maart te 6 nm. negatieve en van April tot Augustus voor datzelfde uur positieve verschillen; alleen, te *Soekadana* zijn die getallen grooter en berekent men uit de verschillen der getallenreeksen voor 9 vm. en 6 nm. de constanten van het enkeldaagsch getij, dan vindt men

$$100 \% \cos (nt - 82^{\circ})$$

Ook hier vinden wij derhalve een kappagetel voor de getijwaterbeweging, dat evenmin als te *Pontianak* overeenstemt met de gewoonlijk geldende en voor de hand liggende meening dat de snelste beweging op- of afwaarts en dus ook de grootste frequentie voorkomt op de tijdstippen gelegen tusschen de stilstanden van hoog- en laagwater in.

Deze grootste frequentie wordt hier gevonden voor te komen 5.5 uren na den doorgang der fictieve ster door den meridiaan en daar hoogwater invalt 9.7 uur na dat tijdstip, is er in plaats van een verschil van 6 uren, een van 4.2 uren, terwijl bij *Pontianak* het verschil 3.7 uren bedroeg.

De oorzaak van dit verschijnsel is niet moeilijk te vinden; het is bekend dat op groote rivieren de vloedgolf niet geleidelijk de rivier opgaat in den streng periodieke vorm dien zulk een golf in open en diep water aanneemt, maar dat steeds de rijzing veel sneller geschiedt dan de daling, omdat de golf zich niet vrij voortplant, maar, gestuwd door den aandrang van het zich ophoepende water in den trechter die min of meer de uitmonding vormt van elke rivier, zich met kracht en geweld een weg moet banen.

Ook in die rivieren en zeeboezems waar dit natuurlijk verschijnsel niet in die mate tot ontwikkeling komt dat zulk een sterke voorvloed of vloedrafeling (mascaret, macaret, barre, bore, enz) zich op duidelijke wijze kenbaar maakt, hebben dezelfde maar minder krachtige oorzaken toch dezelfde gevolgen en de uiting hiervan vindt men juist in deze toenemende vermindering van het verschil in tijd tusschen de tijdstippen van vloed en hoogwater. Ook *Soekadana* ligt niet aan eene open kust maar in de golf die gevormd wordt door de noordzuid loopende kustlijn van het groote land en de in west-zuid-westelijke richting verloopende kustlijn van *Poeloe Maja*. Ook hier zal zulk eene stuwing plaats hebben en zoowel de amplituden der getijden grooter zijn dan aan de vrije kust als het verschil in tijd tusschen hoogwater en vloed minder bedragen dan 6 uur. Deze verklaring geeft echter geene uitkomst omtrent het feit dat, altijd volgens de uitkomsten der bewerkte waarnemingen, er zoo weinig verschil bestaat tusschen deze verhoudingen te *Pontianak* dat 19 kilometers diep eene rivier opligt en te *Soekadana* dat wel in eene golf, maar toch veel vrijer ligt dan de hoofdplaats der residentie.

Het is mogelijk dat voortzetting der waarnemingen tot andere gemiddelden zal leiden dan hier uit de registers van op- of afgaand water zijn afgeleid. Voor de constanten der getijden berekend uit peilschaalwaarnemingen is dit niet te vreezen; maar observaties van eb en vloed zonder meer zijn zoo eenvoudig en zoo weinig quantitatief van aard dat men geene al te groote nauwkeurigheid van resultaten afgeleid uit eene korte reeks mag verwachten.

Hier staat tegenover dat in de vorige studiën gebleken is dat ook de eenvoudige optekening van stroomrichting meestal tot resultaten voerde wier volkomen juistheid duidelijk bleek uit de constante waarden der grootheden die uit verschillende onafhankelijke reeksen waren berekend.

Uit de sommen der verschillen voor 9 vm. en 6 nm. kan men een mogelijken moesson invloed afleiden; men vindt na reductie van het argument op 1 Januari als oorsprong van tijd:

$$19.7 \% \cos (nt - 106^{\circ})$$

waaruit volgt dat men omstreeks 19 April eene bijna 20% sterke neiging vindt tot overwicht van vloedbewegingen en omstreeks 18 October meer eb dan vloed zal waarnemen; de overeenkomst, zoowel in het percentage als in de tijdsbepaling, tusschen deze moesson formule en de analoge voor *Pontianak* gevonden, is zeker merkwaardig.

De tegen sterke moesson invloeden beschermde ligging van *Soekadana* is ook duidelijk merkbaar in de heerschende windrichtingen die aldaar bijzonder bestendig zijn, veel bestendiger dan te *Singkawang*. In Tabel VI worden de berekende gemiddelde windrichtingen gegeven en de percentages der bestendigheid waartoe de waarnemingen van slechts één jaar nl. Februari 1893 — Januari 1894 zijn gebezigd; de richtingen zijn echter zoo wel gedefinieerd en in 'talgemeen de percentages zoo groot, dat het niet aan twijfel onderhevig is, of de Tabel VI geeft een juist beeld van de heerschende windrichtingen.

Zuiden winden zijn verreweg de meest talrijke, des ochtends zuid-oosten, des middags en des avonds zuid-westen winden, zoodat land- en zeewind van elkander ongeveer 90° in richting verschillen.

De oostmoesson kan geacht worden te duren van Maart tot October, maar eigenlijk verdient deze moesson dezen naam niet

en zou zuid-moesson beter weergeven wat er geschiedt, want gedurende deze 8 maanden is de wind bijna altijd door zuid, met kleine afwijkingen, des nachts naar het Oosten, des middags naar het Westen.

Van November tot Februari treedt de noordmoesson op; evenals in de overige maanden met kleine beweging naar het oosten gedurende den nacht maar nu met sterker beweging naar het westen overdag; de zeewind wordt blijkbaar door den noordmoesson beter gesteund dan door den zuidmoesson; ook zijn de verschillen in richting der dag- en nachtwinden grooter dan omstreeks Augustus.

Eene eigenlijke kenteringmaand is er niet, tenzij men October als zoodanig wil beschouwen, want gedurende die maand waait des nachts een bijzondere vlak oosten wind, blijkbaar een zuivere landwind en zijn des daags de percentages der bestendigheid bijzonder klein; van eene voorjaarskentering is geen spoor waar te nemen.

Ware de gemiddelde waterstand in eene rivier of aan de kust werkelijk het gevolg van den ter plaatse heerschenden wind, dan zou derhalve bij *Soekadana* gedurende den zoogenaamden oostmoesson hoogwater moeten heerschen en laagwater zoodra de noordelijke componenten goed doorstaan; dit is, zooals uit het kappagetal van Sa in Tabel IV blijkt, geenszins het geval. In de geheele *Chineesche-zee* is het hoogwater in den west-laagwater in den oostmoesson, geheel en al onafhankelijk van de plaatselijke toestanden.

Tabel VI.

	9 nm.		2 nm.		6 nm.	
	Richting	Bestendigheid.	Richting	Bestendigheid.	Richting	Bestendigheid.
Februari	N 9° E	20%	N 55° W	53%	S 79° W	53%
Maart	S 8° E	73	S 43° W	70	S 16° W	83
April	S 2° W	77	S 45° W	60	S 18° W	67
Mei	S 6° E	93	S 27° W	83	S 13° W	90
Juni	S 2° E	93	S 4° W	93	S 5° W	70
Juli	S 4° E	100	S 12° W	83	S 2° E	100
Augustus	S 6° E	93	S 13° W	77	S 13° W	90
September	S 10° E	90	S 42° W	83	S 18° W	87
October	S 88° E	93	S 45° W	13	S 37° W	17
November	N 60° E	53	N 85° W	77	W	37
December	N 24° E	57	N 63° W	53	N 56° W	47
Januari	N 36° E	73	N 67° W	83	N 62° W	50
Mrt-Oct.	S 12° E	80	S 27° W	67	S 10° W	73
Nov.-Febr.	N 37° E	50	N 69° W	63	N 77° W	43
Jaar	S 30° E	47	S 50° W	53	S 27° W	53

Deze zijn b.v. voor de oostkust van *Sumatra* en de westkust van *Borneo* in grooté mate verschillend en, daar tegelijkertijd in de *Javazee* de waterstand in geheel en al tegenovergestelde phasen verkeert, moet dit, hoe dan ook ontstaan, niveau-verschil het ontstaan bevorderen van sterke stroomen om de zuid in de *Karimata*, *Gaspar* en *Clement* straten.

De berekende gemiddelde waterstanden worden, om het overzicht gemakkelijk te maken, voor alle drie stations hieronder gezamenlijk gegeven.

c. *Pemangkat*.

Tabel VII.

H	k.	tijd
	c.m.	uren
S ₁	4.6	155°
S ₂	4.8	177°
M ₂	27.7	111°
K ₁	14.1 (15.5)	54°
O	16.6 (19.5)	9°
P	4.6	224°
N	9.7	89°
K ₂	1.5 (1.9)	328°
Sa	14.1	260°
Ssa	2.4	104°
W	62.1	

Er is slechts één enkel punt waaromtrent de getijden bij *Pemangkat* overeenstemmen met die te *Pontirnak* en te *Soekadana* dat is de gelijksoortigheid der getijden van langen duur; ook hier wordt een gemiddelde hoogwater-stand aangetroffen omstreeks 10 December en laagwater in 't begin van Juni, terwijl evenals te *Soekadana* omstreeks half Mei en half November de waterstand hooger is dan tegen half Augustus en half Februari; deze halfjaarlijkse periode is bij *Pemangkat* echter veel kleiner dan op de beide andere plaatsen en het is alleen de overeenstemming der kappagetallen, die het vermoeden wettigt dat zij werkelijk juist zijn; eene amplitude echter van 2.4 c.m. afgeleid uit slechts ééne reeks van observaties gedurende een vol jaar, waarin dus slechts 2 perioden voorkomen, is te klein dan dat onder deze omstandigheden aan de uitkomst onvoorwaardelijk vertrouwen zou kunnen gehecht worden.

In alle overige opzichten is het régime der getijden bij *Pemangkat* geheel en al verschillend van dat der beide andere plaatsen.

Het hoofdkarakter toch is zeer duidelijk dubbeldaagsch; springtij met een verval van

$$2 (27.7 + 4.8) = 65 \text{ c.m.}$$

komt voor gemiddeld 2.7 dus twee, meestal drie, dagen na de datums van volle er nieuwe maan met hoogwater te 6 uur; bij doortij, even lang na de datums van eerste en laatste kwartier, bedraagt het verval

$$2 (27.7 - 4.8) = 46 \text{ c.m.}$$

Het eigenlijke havengetal echter, het kappagetal van het maansgetij M₂ is 3.8 uur.

Eene enkeldaagsche beweging met hoogwater des avonds te ruim 10 uur is waarschijnlijk te wijten aan den invloed van land- en zeewind.

Het enkeldaagsch met sterretijd veranderend getij is klein met eene amplitude van gemiddeld slechts 1.4 c.m. en van ongeveer 16 c.m. gedurende het waarnemingsjaar; de tijd echter van hoogwater omstreeks 21 Juni, nl. 3.6 uur, verschilt geheel en al van alle overige kappagetallen van dit getij in de *Chineesche* of *Javazee*; evenzeer is de verhouding tusschen de amplituden van K₁ en O geheel en al abnormaal; de amplitude van O, in stede van 2 maal kleiner, is eer iets grooter dan die van K₁ en bij springtij van dit enkeldaagsch régime, dat voorkomt 1.7 d.i. meestal 2 dagen, somtijds 1 dag, na dien van grootste maansdeclinatie, bedraagt het verval in Juni en December

$$2 (14.1 + 16.6 + 4.6) = 71 \text{ c.m.}$$

bij doortij in die maanden

$$2 (14.1 - 16.6 + 4.6) = 4 \text{ c.m.}$$

Kort na den doorgang der maan door den aequator vindt men derhalve praktisch een zuiver dubbeldaagsch getij niet ongelijk gemaakt door het sterretijdsgetij en waarvan de beide hoog- en laagwater-standen alleen verschillen ten gevolge van de periodieke beweging door land- en zeewind in 't leven geroepen.

In September en Maart echter verdwijnt niet alleen het enkel-daagsch getij, maar het wordt bovendien, evenals te *Pontianak*, omgekeerd; in die maanden toch bedraagt het verval van dit régime bij

springtij

$$2 (14.1 + 16.6 - 4.6) = 52 \text{ c.m.}$$

doodtij

$$2 (14.1 - 16.6 - 4.6) = -14 \text{ c.m.}$$

maar hier treedt het zeer abnormale verschijnsel veel sterker op.

In overeenstemming met de betrekkelijk groote amplituden van het dubbeldaagsch maansgetij is ook het feit, dat het getij N, verband houdende met den maansafstand, buitengewoon groot is: slechts zelden treedt dit elliptisch getij zóo sterk op.

In den geheelen westelijken archipel toch vinden wij steeds voor dit getij waarden die, b. v. bij eene voorspelling der getijden, gevoegelijk verwaarloosd konden worden, terwijl hier zulk eene verwaarloozing niet te motiveeren zou zijn; echter zijn de verhoudingen der kappagetallen van M_2 en N volkomen normaal en schijnt het dus niet aan gegronnen twijfel onderhevig of eene volgende waarnemingsreeks zal deze uitkomst bevestigen.

Buitengewoon klein is de amplitude van het zonsgetij S_2 , die, in plaats van twee, bijna 6 maal kleiner is dan die van M_2 .

Hier echter moet het resultaat der berekening met eenige reserve worden aangenomen; want de getijden S_1 en S_2 konden alleen met behulp van twee wel waarschijnlijke, maar toch altijd uiteraard onzekere hypothesen berekend worden.

Te *Pemangkat* toch is niet te 9 vm. maar te 6 vm. waargenomen en de bewerker verkeerde hier dus in een soortgelijk geval als bij de *Duizend-eilanden*, toen zelfs vier observaties per dag niet voldoende waren om S_2 te leeren kennen.

Daar de waarnemingen 6 vm. en 6 nm. 12 uren uit elkander liggen en telkens na 12 uren het getij S_2 denzelfden waterstand veroorzaakt, geven deze twee observaties, wat dit getij betreft, slechts één gegeven. Stellen wij nu, als gewoonlijk, dat het getij S_1 klein is en verwaarloosd mag worden, dan houden wij nog over twee gegevens voor de berekening van de drie onbekenden, nl. W, den gemiddelden waterstand gedurende het geheele jaar, S_2 de amplitude, en C_2 het kappagetal. Hier moet dus langs een omweg gezocht worden wat de drie jaargemiddelden voor de drie waarnemingsuren niet kunnen geven. Nu is het in de registers duidelijk te zien wanneer op een der drie waarnemingsuren hoogwater bij springtij voorkwam en daar de datums van volle en nieuwe maan bekend zijn, kon uit een aantal gevallen de gemiddelde tijdruimte bepaald worden die er verloopt tusschen de dagen van volle en nieuwe maan en die van springtij. Een groot aantal was hiertoe noodig omdat zoowel het enkeldaagsch régime als het getij N hierin vrij groote veranderingen brengen en het bovendien noodig is deze tijdruimte tot één decimaal minstens nauwkeurig te kennen.

Op deze wijze werd voor dit tijdsverschil, de leeftijd van het getij, gevonden 2.7 dagen en dus voor C_2 het kappagetal 177°.

Wij hebben nu derhalve, altijd in de onderstelling dat S_1 verwaarloosd mag worden, de drie vergelijkingen die zich tot 2 reduceeren

$$\begin{aligned} 6 \text{ vm.} &= W - S_2 \cos C_2 \\ 2 \text{ nm.} &= W + S_2 \cos (60^\circ - C_2) \\ 6 \text{ nm.} &= W - S_2 \cos C_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{of } 6 \text{ vm.} - 2 \text{ nm.} &= -1.5 S_2 \cos C_2 - 0.866 S_2 \sin C_2 \\ 9.6 \text{ c.m.} &= 1.453 S_2 \\ 6.6 \text{ c.m.} &= S_2 \end{aligned}$$

Hierbij is voor 6 vm. genomen de gemiddelde waarde tusschen 6 vm. en 6 nm., omdat deze, wat dit getij S_2 betreft, gelijk moeten zijn; de waarden der jaargemiddelden echter zijn

$$\begin{aligned} 6 \text{ vm.} &= 64.9 \text{ cm.} \\ 2 \text{ nm.} &= 57.3 \text{ cm.} \\ 6 \text{ nm.} &= 68.8 \text{ cm.} \end{aligned}$$

waaruit blijkt, dat inderdaad de waarden voor 6 vm. en 6 nm. niet volkomen gelijk zijn zoodat de onderstelling waarvan wij uitgingen, dat S_1 nul zou zijn of ten minste zeer klein, niet bewaarheid wordt, vooral niet nu blijkt, dat in elk geval S_2 zelf zeer klein is en dus S_1 al spoedig relatief groot kan zijn al is het in werkelijkheid ook klein. Zoowel dus ten einde dit S_1 getij te kunnen berekenen als om tot eene betere bepaling van S_2 te komen, was het wenschelijk nog eene hypothese in te voeren, nl. deze dat W, de totaal gemiddelde, vrij juist weergegeven wordt door de uitdrukking:

$$6 \text{ vm.} + 2 \times 2 \text{ nm.} + 6 \text{ nm.}$$

gedeeld door vier, die voor W tot de waarde 62.1 leidt.

In de drie vergelijkingen:

$$\begin{aligned} 6 \text{ vm.} &= W + S_1 \cos (90^\circ + C_1) + S_2 \cos (180^\circ + C_2) \\ 2 \text{ nm.} &= W + S_1 \cos (30^\circ - C_1) + S_2 \cos (60^\circ - C_2) \\ 6 \text{ nm.} &= W + S_1 \cos (90^\circ - C_1) + S_2 \cos (180^\circ - C_2) \end{aligned}$$

zijn nu, ingevolge de beide onderstellingen, W en C_2 bekend, zoodat de drie andere onbekenden, nl. S_1 , C_1 en S_2 berekend kunnen worden; het is deze berekening die tot de waarden geleid heeft, die in Tabel VII gegeven zijn.

Het behoeft geen betoog dat de uitkomsten dezer waarnemingen te *Pemangkat* verricht de gronden voor de onderstelling omtrent den oorsprong der enkeldaagsche getijden in de *Zuid-Chineeschezee* en de *Javazee* aanmerkelijk verzwakken.

Zooals in § 1 reeds is medegedeeld, is te *Pemangkat*, behalve van den waterstand, ook aantekening gehouden van den bewegingstoestand van het water, nl. of het oplopend, aflopend of stil was; daar nu het getij-régime in hoofdzaak dubbeldaagsch is, ligt het voor de hand een onderzoek in te stellen naar het verband dat er bestaan moet tusschen het overheerschend dubbeldaagsch maansgetij en deze beweging van het water door de opgaven te rangschikken naar de periode van den maansdag. Het resultaat is dan ook zeer duidelijk: in de in Tabel VIII gegeven verschillen komt de dubbele periode krachtig uit; er blijkt echter terstond uit dat er ook andere oorzaken in het spel zijn, want als de waterbeweging alleen afhankelijk was van dit maansgetij dan moesten, zooals b. v. bij *Sembilangan* het geval was, de grootste positieve en negatieve verschillen niet 14 maar 45 of 46 bedragen.

Tabel VIII.

Rangschikking volgens periode M_2 van bewegingstoestand.

oplopend + aflopend —

maans uren	aantal verschillen	maans uren	aantal verschillen
0	13	12	12
1	13	13	5
2	— 1	14	— 7
3	— 12	15	— 9
4	— 12	16	— 11
5	— 14	17	— 5
6	— 13	18	— 14
7	— 7	19	— 9
8	— 4	20	— 1
9	8	21	2
10	16	22	4
11	11	23	15

Voor de formule hieruit berekend vindt men, na reductie op den tijd van maansdoorgang door den meridiaan:

$$13.4 \text{ of } 29.4 \% \cos (nt - 48^\circ)$$

zoodat de sterkste beweging opwaarts plaats heeft 1.7 uur na maansdoorgang of 2.1 uur voor het oogenblik van hoogwater. In geringeren graad komt hier dus hetzelfde voor als te *Pontianak* en te *Soekadana*, nl. dat het oogenblik van grootste snelheid niet ligt tusschen de tijdstippen van hoog- en laagwater (in welk geval het verschil in tijd 3 uur moest bedragen), maar dicht bij den tijd van hoog- dan van laagwater; tevens blijkt hieruit dat de beweging slechts gedeeltelijk verband houdt met het maansgetij, want zelfs 1.7 uur na maansdoorgang bedraagt het percentage der opteekeningen „oplopend” nog slechts 29 %. Dikwerf dus zal men bij rijzend niveau toch aflopend water en omgekeerd kunnen constateeren. Ten einde na te gaan welke invloeden hier verder in 't spel treden, zijn in de volgende tabel de overschotten voor elke maand en elk uur gegeven, benevens in de laatste drie kolommen deze verschillen gecorrigeerd voor dagelijkschen gang.

Uit deze tabel, die geheel en al analoog is aan de Tabellen II en V voor *Pontianak* en *Soekadana*, blijkt ten eerste dat er eene vrij sterke dagelijksche oorzaak van beweging bestaat, want te 2 nm. bedraagt het gemiddelde overschot +8, 't geen beteekent, dat op de 30 observaties omstreeks 2 nm. verricht er 22 verschillend van teken zullen zijn die elkander neutraliseeren, terwijl men altijd een overschot van 8 malen oplopend zal vinden, 't geen een percentage geeft van minstens 27%; het is toch volstrekt niet zeker, dat te 2 nm. juist dit overschot een maximum bedraagt, alleen continue waarnemingen zouden hieromtrent uitsluitsel kunnen geven; daar echter hoogwater door den zeewind te 10 nm. wordt veroorzaakt, is het waarschijnlijk dat dit percentage te 4 nm. nog grooter zou gevonden worden. Hierdoor is dus reeds, voor een groot deel althans, verklaard waarom de frequentie van de maansperiode betrekkelijk gering werd bevonden.

Tabel IX.

	6 vm.	2 nm.	6 nm.	6 vm.	2 nm.	6 nm.
December	11	—	5	8	10	— 13
Januari	—	1	9	4	—	2
Februari	—	3	16	—	1	4
Maart	—	9	23	—	12	10
April	—	5	22	—	5	6
Mei	—	7	12	—	6	8
Juni	—	1	9	—	4	2
Juli	16	—	3	—	3	15
Augustus	6	—	4	—	4	5
September	5	—	2	—	10	4
October	2	—	3	—	4	1
November	—	1	3	—	3	2
Gemidd.	1	—	8	—	2	5

Wat nu betreft het onderzoek naar het al of niet bestaan eener enkeldaagsche met sterretijd verband houdende strooming, die te weeg gebracht wordt door het enkeldaagsch getij, zoo stuit men hierbij op eene inconsequentie in de resultaten der waarneming, waarvan de oplossing niet is te vinden; de verschillen toch in de laatste drie kolommen wijzen voor 6vm. en 2 nm. op de meest ondubbelzinnige wijze op het bestaan, en in niet geringe mate, van zulk eene periode, terwijl daarentegen in de

kolom voor 6 nm. zulk eene periode niet of zeer onduidelijk optreedt.

Dit nu schijnt onmogelijk; wanneer er toch in Maart des ochtends te 6 uur een bepaalde neiging bestaat tot overmaat van afwaartsche stroomen, dan moet te 6 nm. het omgekeerde plaats vinden; ook te 2 nm. zal dit meestal het geval zijn, want als het enkeldaagsch sterretijdsgetij des ochtends te 6 uur eene sterkste strooming afwaarts veroorzaakt, dan zal die beweging te 12 uur, middag, opgehouden hebben en te 2 nm. overgegaan zijn in eene opwaartsche beweging; maar deze moet te 6 nm. dan nog sterker zijn, terwijl de uitkomsten der waarneming juist omgekeerd te 2 nm. eene duidelijke tegenoverstelling tegen 6 vm. vertoonen en niet te 6 nm.

Zulk een groot verschil tusschen 6 vm. en 6 nm. kan gereedelijke verklaring vinden in de hypothese, dat de moessoninvloed hetzelfde karakter draagt als de getij-invloed te 6 vm., dan toch zullen beide invloeden elkander op dat uur versterken en te 6 nm., wanneer de moessoninvloed dezelfde moet zijn, maar de getijinvloed juist omgekeerd, elkander geheel of gedeeltelijk vernietigen; maar dan blijft het onverklaarbaar dat te 2 nm. de periode tegengesteld is aan die te 6 vm., deze zou op dat uur, als deze onderstelling juist was, dezelfde moeten zijn als te 6 vm., maar iets zwakker.

Ook is het niet aannemelijk dat de moessons van Januari tot Juni eene overmaat van aflopend water zouden veroorzaken en overschotten van oplopend in de overige maanden.

Het is mij niet mogelijk deze inconsequentie op andere wijze op te helderen, dan door aan te nemen, dat het te 6 nm. niet duidelijk te zien is welke beweging het water heeft en dat dus de waarnemingen omstreeks dien tijd minder betrouwbaar zijn; intusschen zou ik ongaarne aan deze onderstelling eene grootere mate van waarschijnlijkheid toekennen dan zij verdient; het is meestal verstandiger de oorzaak van dergelijke schijnbare tegenspraken te zoeken in eigen gebrek aan volledige kennis, dan in mogelijke onjuistheid der observaties, vooral wanneer deze, zooals hier zeker het geval is, de duidelijke bewijzen vertoonen van met zorg te zijn verricht.

Intusschen is het evengoed mogelijk om, aannemende dat de uitkomsten der waarneming te 6 vm. en 2 nm. juist zijn, uit de combinatie 6 vm. — 2 nm. de constanten der waterbeweging te berekenen, als uit 9 vm. — 6 nm.; het is hiertoe slechts noodig de in studie V gegeven formules te veranderen; maar het behoeft geen betoog dat het resultaat dezer berekening onder deze omstandigheden met de noodige reserve moet worden aangenomen.

Men vindt voor de frequentie der met sterretijd veranderende enkeldaagsche beweging uit deze combinatie

$$33 \% \cos (nt - 332^\circ)$$

of sterkste opwaartsche beweging 22.1 uren na doorgang der fictieve ster door den meridiaan en daar hoogwater te 3.6 uur invalt, zou hieruit volgen dat de sterkste getijbeweging plaats heeft 5.5 uren voor het tijdstip van hoogwater, een resultaat dat allezins waarschijnlijk is, omdat hierbij inderdaad de grootste beweging juist ligt tusschen de tijdstippen van hoog- en laagwater, 't geen aan een zeestrand in verreweg de meeste gevallen ook werkelijk voorkomt.

Daar er nu drie oorzaken voor de beweging gevonden zijn, alle drie ongeveer even sterk, nl. het maansgetij, den dagelijkschen invloed van land- en zeewind of het meteorologisch getij en het enkeldaagsch K_1 getij, is dan tevens op zeer bevredigende

wijze de verklaring gevonden van het feit, dat de zeebeweging in geeneen deele zulk een sterk dubbeldaagsch karakter draagt als men op grond van dat der getijden zou kunnen verwachten.

Omtrent de eigenaardige verhouding der observaties te 6 nm. zullen dan latere waarnemingsreeksen licht moeten verspreiden, terwijl het op grond van deze onzekerheid wenschelijk is om het onderzoek naar den invloed der moessons tot later uit te stellen; deze invloed toch zou terstond moeten kunnen gevonden worden uit de combinatie 6 vm. + 6 nm., maar deze is op dit oogenblik niet bruikbaar, daar er blijkbaar niet alle getij-invloed in is geëlimineerd, zooals de theorie eischt.

§ 3. Waterstanden en windrichting in de *Chineesche-zee* en de zuidelijke straten.

In Tabel X zijn de gemiddelde maandelijksche waterstanden gegeven, afgeleid, na correctie voor den invloed der getijden K_1 , P en S_2 , uit de waarnemingen op *Borneo's Westkust* verricht en dus alleen geldend voor het in § 1 nader omschreven waarnemingsjaar.

Tabel X.

	Pontianak	Soekadana	Pemangkat
	cm.	cm.	cm.
Januari	5.0	13.5	9.0
Februari	— 3.8	8.0	2.9
Maart	— 7.7	1.0	— 1.9
April	— 8.8	— 10.1	— 6.6
Mei	— 7.2	— 11.9	— 9.7
Juni	— 3.9	— 13.1	— 16.1
Juli	0.2	— 17.5	— 10.3
Augustus	— 8.2	— 18.3	— 8.4
September	— 6.2	— 16.0	— 0.1
October	9.1	14.0	9.3
November	12.8	22.1	15.3
December	18.3	27.7	16.2
Jaargemidd.	54.3	136.7	62.1

In deze tabel zijn, ten einde de bijzonderheden duidelijker in het oog te doen vallen, de verschillen gegeven met de jaargemiddelden die zelve onder aan zijn geplaatst, zoodat de werkelijke standen met betrekking tot de gebezigde peilschaal gevonden worden door optelling van de gemiddelden en de verschillen.

Niettegenstaande hier, door alle reeksen met Januari te doen aanvangen, 'tgeen in werkelijkheid voor geen der plaatsen het geval was, het ongerief is ontstaan, dat nu noodzakelijk ergens twee maanden als op elkander volgende worden voorgesteld, die in werkelijkheid een jaar, of liever 11 maanden uit elkander liggen, is de overeenstemmende jaarlijksche gang volkomen duidelijk; bij allen komt de hoogste waterstand voor in December, de laagste omstreeks Juni, Juli of Augustus, terwijl de verschillen bedragen

voor Pontianak	26.5	c.m.
" Soekadana	46.0	c.m.
" Pemangkat	32.3	c.m.

Ten einde duidelijk te doen uitkomen hoe algemeen dit verschijnsel zich voor doet in de *Chineesche-zee*, zijn in Tabel XI de gemiddelde waterstanden overzichtelijk samengesteld voor alle plaatsen voor welke waarnemingen voorhanden zijn, berekend voor de beide seizoenen April—September en October—Maart.

Tabel XI.

	Apr.-Sept.	Oct.-Mrt.	verschil	aantal
	cm.	cm.	cm.	jaren
Tandjong Kalean	18.2	27.6	— 9.4	2
Poeloe Besar	176.7	194.4	— 17.7	2
Poeloe Langkoeas	106.2	117.9	— 11.7	2
Ondiepw. Eiland.	106.6	105.4	+ 1.2	2
Pemangkat	53.6	70.6	— 17.0	1
Pontianak	48.6	59.9	— 11.3	1
Soekadana	122.2	151.1	— 28.9	1

Uit dit overzicht blijkt dat inderdaad gedurende den westmoesson de waterstand in de *Chineesche-zee* belangrijk hooger is dan in den oostmoesson en dat de grenslijn tusschen *Chineesche-* en *Javazee*, wat betreft dezen gemiddelden waterstand, over *Ondiepwatereiland* moet getrokken worden, bezuiden welke grenslijn hoogwater heerscht in den oostmoesson.

Ten slotte mogen hier de uitkomsten een plaats vinden van windwaarnemingen gedurende deze eeuw aan boord van stoomschepen gedaan in dat gedeelte der *Chineesche-zee*, dat door onze bezittingen wordt begrensd en in de *Karimata-* en *Gasparstraten*.

De gemiddelde windkracht is uitgedrukt in eene ietwat willekeurige maat, maar die zich toch grootendeels aansluit aan de aangenomen schaalwaarde waarbij die kracht geschat wordt van 1 tot 10.

Tabel XII.

Windrichting in de *Chineesche-zee*.

	Aantal	Gemidd.	Percentage	Gemidd.
	observ.	Richting	Bestendigheid	krach
Januari	96	N 26° W	84%	2.6
Februari	129	N 8° W	85	1.7
Maart	233	N 5° E	43	1.5
April	374	S 17° E	28	1.5
Mei	437	S 24° E	52	1.5
Juni	411	S 34° E	60	1.7
Juli	367	S 35° E	69	1.6
Augustus	317	S 28° E	71	1.7
September	239	S 26° E	62	1.7
October	230	S 14° E	37	1.6
November	228	N 70° W	29	1.4
December	255	N 38° W	70	1.9
April-Oct.	2375	S 27° E	54	1.6
Nov.-Maart	941	N 29° W	58	1.8
Jaar	3316	S 04° E	8	1.7

Het groote verschil tusschen de heerschende winden in open zee en die aan de kusten van *Borneo* valt terstond in het oog en toont duidelijk aan hoe weinig somtijds waarnemingen te land gedaan, dienstbaar zijn voor de algemeene kennis van de verdeling der moessongebieden.

De jaargemiddelde der bestendigheid wijst op eene bijna volkomen compensatie der beide moessons en eveneens de juist diametraal tegenover elkander gelegen richtingen voor de beide moessons, terwijl tevens uit de maandgemiddelden blijkt dat de westmoesson hier gedurende ruim 5 maanden bijzonder krachtig doorstaat zoowel wat windkracht als wat bestendigheid betreft.

Tabel XIII.

Windrichting in de *Karimata-* en *Gasparstraten*.

	Aantal observ.	Gemidd. Richting	Percentage Bestendigheid	Gemidd. kracht
Januari	107	N 49° W	78%	1.6
Februari	44	N 49° W	57	1.5
Maart	95	N 42° W	55	1.5
April	109	S 27° W	13	1.2
Mei	233	S 60° E	55	1.4
Juni	197	S 44° E	70	1.7
Juli	223	S 43° E	73	1.7
Augustus	172	S 52° E	75	1.8
September	98	S 46° E	68	1.7
October	100	S 33° E	35	1.6
November	178	S 81° W	36	1.5
December	106	N 73° W	68	1.7
Mei-October	1023	S 50° E	65	1.7
Nov.-April	639	N 62° W	47	1.5
Jaar	1662	S 16° E	10	1.6

Terwijl in de *Chineesche-zee* benoorden deze straten geene eigenlijke west- en oostmoessons heerschen, maar veeleer gesproken kan worden van een noord- en zuidmoesson, omdat de gemiddelde richtingen NNW en SSE zijn, treedt in deze straten de veran-

dering in richting reeds duidelijk te voorschijn in de heerschende zuidoosten en westnoordwesten winden. De luchtverplaatsing geschiedt langs de groote zeewegen als langs breede heerbanen en vermijden zelfs de kusten van groote eilanden als *Borneo*, alleen het feit dat de meest bezochte der zeeën in den archipel: nl. de *Javazee* en de oostelijke voorzetting daarvan, die somtijds met den naam van *Soenda-zee* wordt bestempeld, zich van west naar oost uitstrekt en derhalve de luchtbeweging noodzaakt hier deze richtingen aan te nemen, is de oorzaak dat de uitdrukkingen oost- en westmoesson burgerrecht verkregen hebben. In verreweg de meeste gedeelten echter van den archipel zijn noorde-lijke en zuidelijke winden overheerschend.

In de straten waarop Tabel XIII betrekking heeft is, zooals uit vergelijking met Tabel XII blijkt, de westmoesson reeds in kracht verminderd ten bate van den oostmoesson, die zowel in bestendigheid als in kracht hier overwicht heeft verkregen, terwijl in de *Chineesche-zee* nog het tegenovergestelde plaats vond. In de studiën IX en X is aangetoond hoe de oostmoesson steeds meer en meer de overhand verkrijgt hoe meer men zuidelijk en oostelijk komt, en dat de ontwikkeling der driftstroomen hiermede gelijken tred houdt.

VAN DER STOK.

BATAVIA, April 1894.

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

(Plaat V.)

Deze toestel bestaat uit 3 onderdeelen, n. l.:

- a. het wagentje, waarop de beide andere deelen gemonteerd zijn;
- b. de reductietoestel. (Pl. V fig. 1.)
- c. de teekentoestel. (Id. fig. 2.)

Het wagentje kan op verschillende wijzen worden ingericht en b. v. eene driewielige véloupède zijn, die op de gewone wijze wordt voortbewogen, of een driewielig wagentje, dat voortgeschoven of getrokken wordt.

Op de achteras van het wagentje, die mededraait met één der daarop aangebrachte wielen, is een tandrad *a* bevestigd, dat op het kleinere rad *b* van den reductietoestel werkt.

De as *cd* waarop dit tandrad *b* bevestigd is, gaat door een metaalblokje *e*, dat in het gestel *ff* tusschen geleiders een weinig op en neer kan bewogen worden en is draaibaar verbonden aan eene schroef *g* met eenige langgerekte schroefdraden, zoodanig dat de hartlijnen van as en schroef in elkanders verlengde liggen.

Deze schroef *g*, die geplaatst is in de moer *h* kan niet om hare as draaien; omdat die beweging verhinderd wordt door de werking van het gewicht *i*.

De moer is evenals het metaalblokje *e* op en neer beweegbaar.

Op de as *cd* is voorts nog aangebracht de wrijvingsrol *k* van bijzonderen vorm, die werkt op het rad *ll* en de beweging van de as *cd* overbrengt op de as *mn*.

De reductietoestel is geteekend in den stand, dien hij inneemt wanneer door het wagentje een horizontalen weg doorloopen wordt. Bij het berijden van een hellenden weg draait de moer *h* om hare as meer of minder naar gelang van de meerdere of mindere helling van den weg en in de eene of andere richting, naar gelang de hellende weg wordt op- of afgereden.

De schroef *g*, de draaiende beweging van de moer niet kunnende volgen, verplaatst zich dus naar rechts of links volgens hare lengteas over een afstand evenredig aan den hellingshoek van den weg.

De as *cd* en de daarop bevestigde wrijvingsrol moeten

die beweging volgen en gelijktijdig zullen het metaalblokje *e* en de moer *h* met alles wat er aan verbonden is dalen en wel zoo, dat de wrijvingsrol steeds in contact blijft met het rad *ll*.

Komt het wagentje weer op een horizontalen weg, dan neemt de reductietoestel weder den geteekenden stand aan, hetgeen wel geene nadere verklaring zal behoeven.

Aan de wrijvingsrol is nu een zoodanigen vorm gegeven dat bij elke helling van den weg de straal van den cirkel, die dan in contact komt met het rad *ll*, zich verhoudt tot de straal van den grootsten cirkel als 1 tot de cosinus van den hellingshoek van den weg.

Het aantal omwentelingen van de as *cd* is steeds evenredig aan de lengte van den doorloopen weg. Het aantal omwentelingen van de as *mn* is daarentegen op elk oogenblik evenredig aan den doorloopen weg, vermenigvuldigd met den cosinus van den hellingshoek, dien de weg op dat oogenblik heeft, of met andere woorden evenredig met de horizontale projectie van dien weg.

Welken vorm de door het wagentje afgelegde weg ook moge hebben, het aantal omwentelingen van de as *mn* zal evenredig zijn aan de lengte van de projectie van dien weg op een horizontaal vlak.

Op de as *mn* is nog aangebracht een kettingrad *o*, waarover eene ketting zonder einde loopt, die de beweging overbrengt op den teekentoestel.

De teekentoestel is aan een gestel *a. a.* dat onwrikbaar aan het wagentje bevestigd is, opgehangen middels een ring van cardanus, evenals een gewoon scheepskompas.

Om de wrijving der tappen op de ondersteuningën zoo klein mogelijk te maken bestaan deze laatste uit 3 anti-frictierollen.

De hartlijn der tappën *b₁* en *c₁* loopt evenwijdig aan het vertikale lengtemiddenvlak van het wagentje en valt samen met de hartlijn van de schroef *b₁ c₁*.

Deze schroef is draaibaar om hare lengteas, gaat door de holle tap *c₁* en is aan het einde *c₁* voorzien van een conisch tandrad *d₁*.

Op dit conisch rad *d₁* werkt een tweede conisch rad *e₁*,

dat draaibaar is om de as $c_1 f_1$ in tappannetjes, die onwrikbaar bevestigd zijn aan den ring van cardanus.

Op die as is aangebracht het kettingwiel f_1 , dat middels eene ketting zonder einde correspondeert met het kettingrad g_1 .

Dit kettingrad g_1 vormt een geheel met het rad h_1 , dat correspondeert door middel van eene ketting zonder einde met het wiel o van den reductietoestel. Beide raderen g_1 en h_1 zijn draaibaar om eene vaste as, die aan het gestel $a_1 a_1$ bevestigd is en waarvan de hartlijn samenvalt met de hartlijn der tappen, waarom de ring van cardanus draait.

De beweging van de as mn van den reductietoestel wordt dus overgebracht op de schroef $b_1 c_1$ zonder dat daardoor belet wordt, dat de ketel van den teekentoestel ten opzichte van het vaste gestel $a_1 a_1$ elken willekeurigen stand kan innemen.

Evenwijdig aan de schroef $b_1 c_1$ zijn aan den ketel bevestigd twee geleidestangen $i_1 k_1$ en $l_1 m_1$, waarover heen en weer geschoven kunnen worden twee kastjes n_1 en o_1 .

Het kastje n_1 bevat de twee helften eener moer, passende op de vaarschroef $b_1 c_1$, die middels veeren daar tegen gedrukt worden.

Draait de schroef $b_1 c_1$ dan verplaatst zich dus het kastje. Door op de knopjes p_1 te drukken worden de twee helften van de moer vrij van de schroef $b_1 c_1$ en kan het kastje n_1 onafhankelijk van die schroef verschoven worden.

Het kastje o_1 bevat een mechanisme, dat door eene opgewonden veer bewogen wordt.

Aan de onderkant komt uit het kastje te voorschijn eene scherpe staande stift q_1 , die op en neer bewogen kan worden.

Bij het draaien van de schroef $b_1 c_1$ gaat het kastje n_1 vooruit, terwijl het kastje o_1 in rust blijft. Zoodra de afstand tusschen beide kastjes een bepaald aantal millimeters bedraagt, begint het mechanisme te werken. De stift q_1 wordt dan eerst opgelicht, daarna beweegt zich het kastje o_1 in de richting van het kastje n_1 , tot dat de afstand tusschen de kastjes tot de vastgestelde minimum maat gereduceerd is. Vervolgens valt de stift q_1 naar beneden en draait het mechanisme door, totdat alle onderdeelen in den oorspronkelijken ruststand gekomen zijn, waarna het gearrêteerd wordt.

Tengevolge van de aanwezigheid van eenige nokjes (in de teekening niet aangegeven) kunnen de kastjes n_1 en o_1 elkander niet dichter naderen dan tot op den vastgestelden minimum afstand. Zij kunnen bovendien desgevorderd door twee (eveneens duidelijkheidshalve in de teekening niet aangegeven) aan het kastje n_1 draaibaar verbonden klinken aan elkander gekoppeld worden op dien minimum afstand.

De inrichting en werking van dit mechanisme zal hieronder beschreven worden.

In den ketel van den teekentoestel is voorts aangebracht een cilindrisch bakje van caoutchouc $t_1 u_1$ dat met kwik

gevuld is en in dit kwik drijft eene gemagnetiseerde stalen ring, waarop eene cartonschijf bevestigd is.

De stift q_1 dringt in haren laagsten stand een weinig in de cartonschijf, zoodat deze slechts kan draaien om die stift als as.

De verplaatsing van het kastje n_1 is evenredig aan het aantal omwentelingen van schroef $b_1 c_1$ en ook evenredig aan het aantal omwentelingen van de as mn van den reductietoestel in een dezelfde tijdsverloop. In verband met hetgeen hiervoren reeds is medegedeeld omtrent de beweging van deze as mn behoeft het dus wel geene nadere verklaring, dat het kastje o_1 , over een constanten afstand zal verplaatst worden en gelijktijdig de stift q_1 over dienzelfden afstand zal verspringen, telkens wanneer de horizontale projectie van den door het wagentje doorloopen weg eene bepaalde lengte verkregen heeft. Aangezien voorts de cartonschijf door de werking van het aardmagnetisme steeds denzelfden stand behoudt ten opzichte van den magnetischen meridiaan, de stift q_1 steeds verspringt in de richting, waarin zich het wagentje beweegt en bij verandering van richting de draaiing van de richtingslijn steeds plaats heeft om de stift q_1 als as, zoo is het duidelijk, dat de gebroken lijn, die door deze stift op de cartonschijf geteekend wordt gelijkvormig is met de horizontale projectie van den door het wagentje doorloopen weg, in de veronderstelling namelijk, dat de bewegingsrichting van dit wagentje niet of niet merkbaar verandert gedurende den tijd, die verloopt tusschen twee opvolgende verspringingen van de stift q_1 .

Bij snelle verandering van richting van den doorloopen weg is het noodig, dat de lengte van den sprong van de stift q_1 verkleind en het aantal verspringingen naar evenredigheid vergroot wordt. In dat geval wordt niet afgewacht tot het mechanisme in het kastje o_1 van zelf in beweging komt, maar wordt dat, zoo dikwijls als noodig geoordeeld wordt, in beweging gebracht door een drukje met den vinger op het knopje r_1 .

Daardoor wordt de windvleugel van het mechanisme vrij van de pal en begint die bij gevolg te loopen.

Om een bijzonder terreinpunt op de cartonschijf aan te geven laat men het wagentje op dit punt stilstaan en geeft men een drukje op het knopje r_1 . Nadat het mechanisme weder tot rust is gekomen, geeft de stift q_1 op het carton het merkwaardig terreinpunt aan. Om dit punt te kenmerken wordt met een vinger een tik op het knopje s_1 gegeven. Dientengevolge worden twee stiften, die zich aan weerszijden van de stift q_1 bevinden en daarmede in één vertikaal vlak liggen, even met het carton in aanraking gebracht. Daardoor worden twee punten geteekend, die later door eene rechte lijn verbonden worden. Het snijpunt van dit verbindingslijntje met de opnemingslijn stelt dan het terreinpunt voor. Laat men het knopje s_1 los, dan springen de twee stiften door de veerkracht van een spiraalveertje weder naar boven.

De stiften zijn hol en gevuld met eene voor het doel

geshikte gekleurde vloeistof, die uit eene haar fijne opening nabij de scherpe punt zoodanig kan afvloeien, dat de spits steeds eenigzins bevochtigd is. Daardoor worden de prikken in het carton zichtbaar.

De ketel van den teekentoestel is afgedekt door 2 glazen segmenten, die te zamen geen vollen cirkel vormen en zoodanig geplaatst worden, dat de koorden evenwijdig loopen met de hartlijn van de schroef $b_1 c_1$. De spleetvormige opening, die daardoor ontstaat, dient voor de vrije beweging der knopjes r_1 en s_1 , die boven het glas moeten uitsteken.

In de afdekgelazen zijn hier en daar nog schroefjes met scherpe punten aangebracht (niet geteekend). Deze dienen om de cartonschijf vast te houden in het geval men groote ijzermassa's, b. v. eene ijzeren brug, moet passeeren. Het wagentje wordt dan in eene bepaalde richting stil gezet op zoodanigen afstand van de ijzermassa, dat de storing daarvan op den magneet onmerkbaar gering is. Daarna wordt de cartonschijf met 2 schroefjes vastgezet en vervolgens passeert men met het wagentje de storende massa in de eenmaal bepaalde richting en tot op zoodanigen afstand, dat de storing weder onmerkbaar gering is. Daarna wordt de cartonschijf weder vrij gemaakt en gaat men op de gewone wijze met opnemen voort.

Eene verklaring van deze methode om de storende werking van groote ijzermassa's te ontgaan zal wel niet noodig zijn.

Het behoeft wel geen betoog, dat geen enkel onderdeel van den geheelen toestel van ijzer of staal mag vervaardigd zijn, behalve natuurlijk de gemagnetiseerde ring.

Bij de overbrenging der beweging van het kettingrad g_1 op de schroef $b_1 c_1$ worden door de niet te vermijden wrijvingskrachten overgebracht op den ring van cardanus en den ketel, tengevolge waarvan deze ketel den gewenschten horizontalen stand zal verliezen. Om dit euvel zoo goed mogelijk op te heffen moet in de eerste plaats de stofverdeling van den ketel zoodanig zijn, dat het zwaartepunt laag ligt. Voorts is het noodzakelijk, dat de snelheid waarmede de opnemer den toestel beweegt, zoo constant mogelijk is, in welk geval de op den ring en den ketel werkende krachten bij goede smering in de draaipunten der assen $b_1 c_1$ en $e_1 f_1$ ook nagenoeg constant zullen zijn en deze krachten door vaste contragewichten in evenwicht gehouden kunnen worden.

Ten slotte dient de inrichting van het mechanisme in het kastje o_1 en hare werking nader beschreven te worden. (Fig. 3.)

Op het asje I, dat van twee gelijkstandige krukken voorzien is, zijn aangebracht eene excentriekschijf III en eene palschijf VII, waarvan de vormen uit de teekening blijken.

Op de krukken zijn aangebracht krukstangen, die aan het eene uiteinde zijn voorzien van eene klauw, die bij de heen- en weerbeweging kan haken achter een in het kastje n_1 aangebracht staafje.

Door middel van de excentriekschijf III wordt aan den hefboom IV eene schommelende en aan de stift V eene op- en neergaande beweging medegedeeld.

Boven de palschijf bevindt zich de pal VI, die in den ruststand van het mechanisme het windvleugeltje van het loopende werk vasthoudt. Deze palhefboom wordt ondersteund of door een in het kastje n_1 aangebracht staafje of door de excentriekschijf.

Het loopend werk (veertrommel, raderen en windvleugel) is in de teekening ter voorkoming van onduidelijkheid niet aangegeven.

De werking van het mechanisme blijkt volkomen uit de 6 achtereenvolgende standen, die het aanneemt bij eene omwenteling van de as I.

Eerste stand: de kastjes n_1 en o_1 hebben hun maximum afstand, het mechanisme is in rust, het kasje n_1 gaat vooruit.

Tweede stand: de kastjes n_1 en o_1 hebben hun maximum afstand bereikt, de palhefboom VI is opgelicht, de windvleugel komt vrij van de pal en het mechanisme begint te draaien;

Derde stand: kasjes n_1 en o_1 en de palhefboom VI hebben denzelfden stand als sub 2, de hefboom IV is neergedrukt en de stift V is opgelicht.

De trekstangen met klauwen zijn een weinig teruggetrokken, zoodat deze laatste haken achter het in het kastje n_1 aangebrachte staafje.

Vierde stand: de afstand der kastjes n_1 en o_1 is verminderd; de stift V, de hefboom VI en de hefboom IV hebben denzelfden stand als sub 3. Deze eerste hefboom is vrij van het steunpunt in het kastje n_1 en wordt ondersteund door de palschijf VII.

Vijfde stand: de kastjes n_1 en o_1 hebben hun minimum afstand bereikt, stand van den hefboom VI als sub 4, de hefboom IV en de stift komen in den rusttoestand als sub 1.

Zesde stand: trekstangen II een weinig vooruitgeschoven, stand van de andere onderdeelen als sub 5.

Zevende of eerste stand: trekstangen zoo ver mogelijk vooruitgeschoven, hefboom VI wordt niet meer ondersteund door de palschijf en valt neer, het mechanisme komt tot rust.

Wanneer eene hooge mate van nauwkeurigheid geen vereischte is, dan kan de automatische opnemingsstoestel zeer goede diensten bewijzen. Het werktuig maakt het meten van afstanden, het aflezen van azimuthen en elevatiehoeken, het doen van berekeningen en een groot deel van het teekenwerk onnoodig.

Het veld- en bureauwerk vordert dientengevolge veel sneller dan bij opnemingen met boussole en afstandsmeter, waarmede vrij snel kan opgenomen worden.

De opnemer heeft weinig oefening noodig om met het werktuig te kunnen opnemen.

Het aantal handlangers kan belangrijk verminderd worden.

Een voor het inslaan van piketten, één voor het op-

nemen van enkele maten met de meetlat en één voor de beweging van het wagentje zijn meer dan voldoende.

Vergissingen en fraudes bij de opneming zijn niet mogelijk en dus hermetingen onnoodig.

De kosten van de opneming worden tot een minimum gereduceerd.

Daar de doorloopen weg dadelijk in teekening wordt gebracht, kan men zich zeer gemakkelijk op het terrein oriënteren. De toestel kan daarom wellicht goede diensten bewijzen bij het verkennen van geheel onbekende terreinen, b. v. door eene militaire patrouille in vijandelijk land.

Voorwaarden voor de goede werking van den toestel zijn:

1°. dat de cartonschijf nimmer in hare bewegingen belemmerd wordt door den opstaanden rand van het bakje t_1 u_1 ;

2°. dat de stift q_1 niet springt buiten den omtrek van de cartonschijf.

Mocht voor het sub 1° gevaar bestaan, dan brengt de opnemer het wagentje tot stilstand en door een drukje op het knopje r_1 , het mechanisme in beweging, tengevolge waarvan de stift q_1 verspringt en de kastjes op minimum afstand van elkander komen. Vervolgens worden de dekglazen verwijderd, de kastjes aan elkander gekoppeld en gelijktijdig voorzichtig verschoven. Bij die verschuiving moeten de knopjes p_1 naar binnen gedrukt worden en worden de gemagnetiseerde ring en de daarop bevestigde cartonschijf door de stift q_1 medegevoerd.

Zoodra de stift q_1 naar een geschikt punt is verplaatst, worden de kastjes ontkoppeld en de dekglazen herplaatst. De opneming kan dan worden voortgezet.

Indien er gevaar bestaat, dat de stift q_1 buiten de cartonschijf zal springen, brengt de opnemer, evenals in het vorige geval, het wagentje tot stilstand en het mechanisme in beweging. Zoodra dit tot stilstand is gekomen, worden de dekglazen weder verwijderd, de cartonschijf door eene drukking met de hand vrij gemaakt van de stift q_1 en vervolgens verschoven. Ten slotte worden de dekglazen herplaatst en kan de opneming vervolgd worden.

Het is begrijpelijk, dat de opnemer zooveel mogelijk

moet zorg dragen, dat de zooeven beschreven verschuivingen niet noodig zijn door bij het begin van eene opneming aan de stift q_1 en de cartonschijf, in verband met het te doorloopen terrein, de meest geschikte standen te geven.

Ten einde eene vergelijking te kunnen maken tusschen de kosten eener opneming met boven beschreven toestel en met eene boussole tranchemontagne tevens afstandsmeter, wordt het volgende aangenomen:

een gewoon opnemer kan dagelijks met den automatischen toestel 12 kilometer opnemen;

een bekwaam opnemer kan dagelijks met eene boussole tranchemontagne tevens afstandsmeter 3 kilometer opnemen en in teekening brengen. (Hieronder begrepen het herleiden van de gemeten afstanden tot den horizont).

In het eerste geval zijn de kosten per 12 kilometer als volgt:

1 opnemer.....	f 2.—
3 koelies à f 0.30.....	„ 0.90
piketten, enz.....	„ 0.70
te zamen.....	f 3.60

of per kilometer f 0.30.

In het tweede geval zijn de kosten per 3 kilometer als volgt:

1 bekwaam opnemer.....	f 5.—
7 koelies à f 0.30.....	„ 2.10
piketten, enz.....	„ 0.20
te zamen.....	f 7.30
Voor hermetingen ± 10 % „	0.80
totaal.....	f 8.10

of per kilometer f 2.70.

In het tweede geval bedragen de kosten dus 9 maal zooveel als in het eerste.

DEMAK, Mei 1894.

De Ingenieur,

J. K. E. TRIEBART.

Bevloeïing uit de Waloeh, afdeeling Pemalang Residentie Tegal.

(Plaat VI.)

De vlakte van *Pemalang* tusschen de *Tjomal* en de *Ramboet* (zie fig. 5) wordt bevoeid uit de *Waloeh*. Deze ontspringt op de Noordelijke helling van het gebergte, op de grens tusschen de residenties *Tegal* en *Banjoemas*.

Genoemde vlakte heeft een oppervlakte van ongeveer 30000 bouws, waarvan in 1886: 18922 sawah.

98% tegallan.

5221 erven.

terwijl de rest bestond uit nog niet in cultuur gebrachte gronden, bosschen, begraafplaatsen, wegen, rivieren, enz.

Reeds meer dan 60 jaren geleden was de hoeveelheid water niet meer toereikend voor de destijds in cultuur gebrachte gronden en werd ten einde het debiet van de rivier te vergrooten de smalle waterscheiding tusschen de *Tjomal* en de *Tonong* (een affluent van de *Waloeh*) op twee punten bij de dessa's *Medjagoeng* en *Bandjaranjar* doorgestoken.

De doorgravingen werden echter niet van sluizen voorzien, zoodat sedert aan het voordeel van meer irrigatiewater het nadeel van veel zwaarder bandjir gepaard is gegaan, tengevolge waarvan een gedeelte der *Pemalangsche* vlakte meermalen aan overstromingen bloot stond.

Tot attapping van het irrigatiewater dienden op het punt, waar de rivier de heuvels verlaat en in de vlakte treedt, bij de dessa's *Soengapan* en *Penggarit* (fig. 4), de volgende dammen:

Rundanoenoet met de leiding *Grogeh* ter bevoeiing van $\pm$ 1500 bouws;

Penggarit met de leiding *Simangoe* ter bevoeiing van $\pm$ 6750 bouws;

Sigelap met de leiding *Srengseng* ter bevoeiing van $\pm$ 2900 bouws.

De dammen, die zooals uit de situatie (fig. 4) blijkt op korten afstand van elkander lagen, waren samengesteld op de gewone inlandsche wijze, van hout en steen, dicht gemaakt met de meest uiteenlopende zaken zooals takken, bamboe, alang-alang, boombladeren, enz.

De leidingen *Grogeh* en *Srengseng* respectievelijk West- en Oostwaarts loopende, zijn gegraven, terwijl de *Srengseng*, een vroegere rivierarm van de *Waloeh*, omstreeks 1822 tot irrigatiekanaal is ingericht.

De leidingen waren geheel open en dienden behalve tot bevoeiing, tevens tot afvoer van een groot gedeelte van het bandjirwater.

De velden, die hun water niet uit de genoemde leidingen ontvangen, worden rechtstreeks bevoeid uit de beneden *Waloeh*, waarin tot dat doel nog een aantal inlandsche dammen gevonden worden.

De drie dammen zijn zoolang ze bestaan hebben, een bron van aanhoudende zorg voor de bevolking geweest. Regel was, dat ze jaarlijks een of meermalen wegsloegen, juist in den tijd, dat ze het meest noodig waren.

Zoolang voldoende hout in de nabijheid voorhanden was kostten de telkens terugkeerende herstellingen en vernieuwingen betrekkelijk weinig, daar al de arbeid in onbetaalden heeren dienst verricht werd. Toen echter de houtvoorraad begon op te raken (uitgestrekte djatibosschen zijn in den loop van jaren in de dammen verdwenen kwam de nood aan den man.

Nadat zij in den Westmoesson van 1885/86 driemaal achtereen door bandjir vernield waren, besloot de Regeering op voorstel van den Resident van *Tegal* aan den onhoudbaren toestand een einde te maken.

Er werd f 20.000.— toegestaan om de dammen nog eenmaal op de oude wijze, doch thans met ingekocht hout en gedeeltelijk in betaalden arbeid in orde te maken en tegelijkertijd ontving de Directeur de Burgerlijke Openbare Werken de opdracht om een ontwerp in te dienen voor een afdoende verbetering ter plaatse.

Het verzamelen van gegevens en het verrichten van de noodige terreinsopnamen, werden opgedragen aan den Ingenieur der 2^e klasse P. TH. L. GRINWIS PLAAT.

Onder deze omstandigheden kwam het ontwerp tot stand van een permanent kunstwerk ter vervanging van

de drie inlandsche dammen, dat in de jaren 1888/90 gebouwd is.

Door een samenloop van omstandigheden, waardoor genoemde Ingenieur tijdelijk bij den aanleg van den Staats-spoorweg ter *Sumatra's Westkust* gedetacheerd werd, werd niet hij, maar ondergeteekende met de uitvoering belast.

Bij het opmaken van het ontwerp is men uitgegaan van de volgende gegevens en onderstellingen.

Zoolang de beneden—*Waloeh* nog niet geschikt is gemaakt tot het afvoeren van al het bandjirwater, blijft de toestand, waarin de *Simangoe*- en *Srengseng* leidingen verkeerden, namelijk om behalve tot irrigatie, tot afvoer van een gedeelte van het bandjirwater dienen, gehandhaafd.

Daarom zijn de sluizen aan den mond dezer leidingen, voorloopig als schotbalksluizen ingericht en niet zooals de *Grogehsuis* van schuiven voorzien.

Het maximum debiet van de rivier bij bandjir werd bepaald op 270 M³. per seconde en aangenomen dat van deze hoeveelheid voorloopig zou worden afgevoerd ± 50 M³ door de *Simangoe*, ± 100 M³ door de *Srengseng* en de rest door de *Waloeh* zelve.

De stuwdam (overlaat) is er echter al dadelijk op ingericht om bij geheel gesloten sluizen, de genoemde hoeveelheid bandjirwater te kunnen afvoeren.

Wat de bevoeiing aangaat, zal er op den duur naar gestreefd moeten worden een toestand in het leven te roepen, waarbij het water beneden het kunstwerk nergens meer direct uit de *Waloeh*, doch uit de drie leidingen wordt genomen en alzoo de beneden *Waloeh* uitsluitend dienen zal tot afvoer van overtollig water.

In dit stelsel zou de *Simangoe* moeten dienen tot de bevoeiing van alle velden op den rechter-, de *Srengseng* voor die op den linkeroever, terwijl de *Grogeh* bestemd blijft voor de gronden, die te hooggelegen zijn om uit de andere leidingen te kunnen worden bevoeid.

De te bevoeien oppervlakten zullen dan zijn ongeveer als volgt:

<i>Grogehleiding.</i>	
de reeds in cultuur zijnde gronden $\pm$	1500 bouw
te vermeerderen met in cultuur te brengen gronden $\pm$	500 id.
totaal $\pm$	2000 bouw

<i>Srengsengleiding.</i>	
de thans reeds bevoeide velden $\pm$	2900 bouw
thans uit de beneden <i>Waloeh</i> bevoeid $\pm$..	3350 id.
totaal $\pm$	6250 bouw

<i>Simangoeleiding.</i>	
de thans reeds bevoeide velden $\pm$	6750 bouw
thans uit de beneden <i>Waloeh</i> bevoeid $\pm$..	4425 id.
totaal $\pm$	11175 bouw

of te zamen 19425 bouws.

Ter bevoeiing van deze oppervlakte kan men aanne-

men, dat de volgende hoeveelheden water noodig zijn:

<i>Grogehleiding.</i>	2.00 M ³ per seconde.
<i>Srengsengleiding.</i>	6.25 " " "
<i>Simangoe id.</i>	11.17 " " "

te zamen.... 19.42 M³ per seconde.

Hierbij rekenende molenwater voor de fabriek *Bandjardawa* volgens contract met het Gouvernement 2.50 M³ per seconde, waarvan 1 M³ weder voor irrigatie kan dienen.....

1.50 " " "	
en spoelwater voor de stad <i>Pamalang.</i>	0 50 " " "

dan komt men tot een totaal van ± 21 M³ water per seconde door de *Waloeh* te leveren.

Op grond van gedane waarnemingen en debietbepalingen, meende men te mogen aannemen, dat deze hoeveelheid als gemiddeld gewoon Westmoussondebiet in den regel voorhanden zal zijn.

Het kunstwerk, dat gemaakt is in de plaats van de drie inlandsche dammen bestaat zooals uit de teekeningen fig. 1^a, 1^b, 1^c, 1^d en 1^e op plaat VI duidelijk is, uit een vasten stuwdam met stortbak en drie irrigatiesluizen.

De afmetingen blijken voldoende uit de teekeningen, zoodat dienaangaande geen nadere toelichting noodig is.

Het werk is zooals de technische term luidt „in den droge” gemaakt.

Het waterbezwaar, waarmede men gedurende de uitvoering voortdurend te kampen gehad heeft, was echter ontzettend.

Aanvankelijk meende men op grond van een paar verichte boringen, dat het geheele werk in een vasten grond zou komen te staan.

Bij het ontgraven van den put scheen langen tijd die verwachting te zullen worden verwezenlijkt, althans de grond bestond hoofdzakelijk uit zware grintbanken, nu en dan afgewisseld door dichte lagen padas, die slechts met koevoet en pikhouweel konden worden bewerkt.

Toen echter de diepte, waarop het fundament van den dam moest worden aangelegd bereikt was, stuitte men op allerlei grondsoorten van de meest uiteenlopende aardheid.

Terwijl de bodem op de eene plaats zoo hard was dat hij met het pikhouweel bewerkt moest worden, was hij op andere plaatsen zoo zacht dat een visiteerijzer er gemakkelijk een meter diep ingestoken werd.

Bovendien was de aandrang van water zoo overweldigend, dat er aan geen droog houden met de voorhanden middelen (een centrifugaalpomp gedreven door een machine van 4 PK) meer te denken viel.

Een tweede pomp met een machine van 6 P.K. werd daarom besteld en kwam na eenigen tijd op het werk aan.

De zachte grond en de meeste wellen werden aange- troffen onder den vloer van den bak of beter gezegd op

de plaats waar deze gemaakt moest worden. Onder de wellen was er een, die veel zorg baarde, daar het water met een straal, dik ± 10 c.M., in een schuine richting naar boven spoot.

Er werd gevreesd, dat later een geweldige persing tegen den onderkant van den bakvloer zou worden uitgeoefend, waartegen deze wel eens niet bestand zou kunnen zijn.

De terreinstoestanden lieten, zonder in onzaggelijke kosten te vervallen, de keuze van een andere bouwplaats niet toe, zoodat er niet anders overbleef dan te trachten de wellen zoo mogelijk onschadelijk te maken.

Na nauwkeurig plaatselijk onderzoek, waarbij in hoofdzaak de aandacht gevestigd was op de richting en helling der verschillende aardlagen, die eensdeels zeer gemakkelijk maar anderdeels bijna niet te onderkennen waren, werd besloten de plaats voor den bak bestemd rondom met een rij damplanken af te heien, meenende zodoende de kans te loopen, de kanalen die de wellen voedden, af te snijden.

De damplankrijen zijn aan den voorkant van de muren, die den bak begrenzen, geplaatst. (Zie platte grond fig. 1e), opdat mocht later eventueel de bakvloer vernield worden, de muren niet aanstonds aan degradatie, tengevolge van ontgronding, zullen zijn blootgesteld.

Proefheiningen leerden, dat de grond goed te beheien was en dat op de zachte plekken de planken ± 4 meter diep konden worden ingeslagen, voordat ze op stuit kwamen.

De gebezigde planken van djatihout zijn 8 c.M. dik en met messing en groef in elkander gewerkt.

Het heiwerk moest met den meesten zorg gemaakt worden, daar er anders geen heil van te verwachten was. Dit had, daar de werklieden aan zulk werk niet gewend waren, heel wat moeite in. De resultaten waren echter boven verwachting.

Toen de kuip gereed was en zoodanige maatregelen genomen waren dat van ter zijde over de planken heen geen water kon binnenkomen, werd de pomp in werking gesteld en gelukte het dadelijk de ruimte binnen de omheining geheel droog te leggen.

Van de groote wel was niet meer dan een straaltje van enkele millimeter dikte over. Ook dit is langzamerhand vanzelf verdwenen, zoodat toen het beton van den vloer gestort werd, het in den letterlijken zin des woords mogelijk was droogvoets binnen den kuip te gaan.

Buiten daarom heen bleef de wateraandrang echter zeer groot, zoodat de beide stoompompen dag en nacht volop werk hadden om den waterstand daar op zoodanig peil te houden dat het niet over de planken heen naar binnen stroomde.

Toen het doeltreffende van den genomen maatregel gebleken was, werd de ruimte door de damwanden ingesloten, onder water gezet, opdat de planken goed zouden dichtzwellen en de ontgraving voor het overige deel van het werk voortgezet. Daarbij deed zich verder niets meldenswaardigs voor.

Alleen onder het uiteinde van den linkerleimuur langs

den bak werd nog eenige tegenspoed ondervonden en werd een bijzondere voorziening vereischt. Daar was de grond zoo zacht dat het visiteerijzer gemakkelijk 1 meter werd ingedrukt. Onophoudelijke afschuivingen van den grond belemmerden den arbeid in groote mate. Ommiddeljik aan dezen zachten grensde een vrij vaste grondlaag, waarop de muur gedeeltelijk zou komen te staan. De grootste omzichtigheid was hier dus noodig om het later scheuren van den muur te voorkomen.

De zachte grond is voor zoover noodig omheid met damplanken van boven rustende tegen een sloof op ingehaide palen en aansluitende aan de bovenvermelde damwanden. Toen hij zoo ingesloten was, meende men het staal voldoende te kunnen verbeteren door een laag steenen met een zwaar ijzeren heiblok in te stampen. Dit gelukte echter niet; de grondslag bleef na eenige dagen stampens bewegelijk, zoodat besloten werd de zachte grond met de steenen er uit te halen.

In de zoo ontstane ruimte is daarna zand geplempt, waardoor een zoo vaste grondslag werd verkregen, dat men oordeelde het er op te kunnen wagen. Deze muur staat dus eensdeels op den vasten natuurlijke bodem, anderdeels (hoofdzakelijk de vleugel) op aangeplempt zand, dat zijdelings niet kan uitwijken.

Bij het inheien van de damplanken langs den voorkant van den stortmuur, deed zich het volgende verschijnsel voor.

Aan den binnenkant van de kuip schoof langs de plankenrij een prisma grond naar boven.

Men vreesde dat, al werd die grond weder aangestampt, de dichtheid van het werk te wenschen over zou kunnen laten. Daarom is dat geheele prisma over de gansche breedte ruim uitgegraven en in de plaats daarvan op den in rust gebleven grond een met zorg aangestampten en vol in de specie gewerkte beton koffer aangebracht, zooals op de teekening (fig. 1^a en 1^c) te zien is.

De groote muur alsmede de vloer van den bak en alle fundamenteen der sluiswanden zijn vervaardigd van beton.

Het inwendige van den muur bestaat uit beton van grind in zoogenaamde basterd specie, nl. 1 deel kalk, 1 deel roode cement, 1 deel zand; de kop en de buitenvlakken zijn bekleed met lagen beton van steenslag in portland cement specie in verhouding van 1 cement op 2 zand, respectievelijk 1 meter en 0.5 meter dik.

De kalk, een uitmuntende steenkalk gebrand in Europeesche ovens, werd geleverd door den heer K. HOVENS GREVE te Tegal. Het zand en de grind werden uit de rivier verkregen, terwijl het roode cement (brikkenmeel) op het werk werd aangemaakt.

Omtrent dit cement en gebezigde metselspecie, vindt men het een en ander aangeteekend in de hierbij gevoegde bijlage.

Voor het maken van den grooten muur, werd een steigerwerk opgericht, waarvan fig. 2 eene doorsnede te zien geeft.

Dit steigerwerk bestond evenals de bekende Javaansche hangbruggen, geheel uit zware bamboezen, op de vergaringen verbonden met taliedoek, zonder dat van een enkelen spijker gebruikt gemaakt is en was ten einde de nadeelige werking van de zonnewarmte op het versch gemaakte beton tegen te gaan, geheel met een atappendak voorzien.

Naarmate het werk vorderde, werden de rails voor den aanvoer van het beton hooger gelegd, waarop zooals uit de teekening duidelijk is, bij het ontwerp van het steigerwerk gerekend was. Met het maken en storten van het beton werd dag en nacht doorgewerkt. De verlichting des nachts geschiedde door middel van gewone petroleum lampen in glazen lantaarns.

Het nauwkeurig beloop van de buitenkant van den muur benedenstrooms werd verkregen door een houten mal bevestigd aan de stijlen van het steigerwerk, die naar mate het werk vorderde naar boven verplaatst werd.

De specie en het beton werden geheel uit de hand bereid. De bestanddeelen werden op houten vloeren met zorg droog vermengd en daarna in steenen bakken met water tot een lijvige specie aangemaakt.

Op een afzonderlijken houten vloer in den geest als die, welke men beschreven vindt in het Tijdschrift der Afd. Ned.-Indië van het Kon. Inst. v. Ing. 1884/85 bl. 14 (en pl. II), werd de goed schoon gewasschen grind met de specie (50%) vermengd, in Decauville wagens geschoven en onmiddellijk daarna in het werk gereden en gestort.

Het portland cement beton werd op dezelfde manier bereid, doch in houten bakken in het werk gedragen.

De fundamenteen van de sluizen zijn eveneens vervaardigd van beton van dezelfde samenstelling als dat van den muur.

De vloeren in de sluizen ter dikte van 1 meter benevens de ontvangbedden vóór de spuisluizen bestaan voor de benedenste helft uit genoemd materiaal en voor de bovenste helft uit beton van steenslag in portland cement.

Het opgaand muurwerk bestaat, behalve de pijlers die uit portland cement beton in houten mallen (zie fig. 3) vervaardigd zijn, uit metselwerk van riviersteen in basterd tras, daar waar ze veel van snel stroomend water te lijden hebben, zooals in de spuisluizen, in de benedenste helft der irrigatiesluizen en in de stortbakken, voorzien van eene bekleding van natuurlijken steen gemetseld in zoogenaamd vlaamsch verband, in sterke specie, bestaande uit 2 deelen roode cement en 1 deel steenkalk, opgevoegd met portland cementspecie in verhouding van 1 op 2.

Waar de muren niet met snel stroomend water in aanraking komen, zijn de buitenvlakken zuinigheidshalve opgetrokken in regelmatig opgezette riviersteen in portland cementspecie en met dezelfde specie opgevoegd.

Al de muren zijn afgedekt met rollagen in baksteen in sterke specie en bepleisterd met portlandcementspecie.

De aan den dag komende betonoppervlakken werden na het wegnemen der mallen bedekt met een dubbele laag oude koffiezakken, die gedurende 2 maanden onop-

houdelijk nat gehouden werden, en na voldoende verharding glad geschuurd.

De reeds meermalen vermelde gehouwen steen werd verkregen van de *Goenoeng Pemoeti* op een half uur gaans zuidoostwaarts van het werk gelegen. Daar plaatselijk en in de geheele afdeeling *Pemalang* geen steenhouwers te vinden waren, werden dezen ten getale van 100 uit de residentie *Bagelen* onthoden.

Zooals reeds boven is opgemerkt, is de *Grogeh*-sluis dadelijk als irrigatiesluis ingericht. Ze bestaat daartoe uit 2 openingen, elk wijd 1.5 M. in den dag met segmentbogen afgedekt. De openingen kunnen met houten schuiven worden afgesloten.

Deze schuiven, bestaande uit dubbel opgeklampte djati-planken ter gezamenlijke dikte van 11 c.M., worden bewogen door windwerken van nagenoeg geheel dezelfde samenstelling als die, welke beschreven zijn in het Tijdschrift der Afd. Ned.-Indië van het Kon. Inst. v. Ing. 1886/87, bl. 47 (en pl. XX).

De schuiven zijn, ter bevordering van een gemakkelijke beweging, van ijzeren glijzers voorzien, die zich bewegen langs in de sponningen geplaatste gegoten ijzeren sponningstukken.

Behalve de sponningen voor deze schuiven zijn nog schotbalksponningen in het muurwerk gemaakt met het oog op afsluiting bij eventuele reparaties.

Ten einde de windwerken tegen regen te beschermen, is een ijzeren dakje op de sluis, rustende op ijzeren stijlen, aangebracht.

De *Srengseng*- en *Simangoe*-sluizen, elk met drie openingen van 4 meters (zie fig. 1^e), zijn om redenen boven opgegeven voorloopig als schotbalksluizen ingericht.

De houten schotbalken, zwaar 20 bij 20 centimeter, worden behandeld door middel van een zoogenaamd derdehandstakel aan elk uiteinde, opgehangen aan houten bokken (zie fig. 1^a) ter vereischte plaatse van eenvoudige houten windassen voorzien. Deze inrichtingen zijn van hout gemaakt, omdat ze vermoedelijk van tijdelijken aard zullen zijn.

De spuisluizen op den dam hebben elk twee openingen van 1.00 M. breedte in den dag. Ze dienen om door middel van een krachtigen stroom nu en dan de stoffen, zooals zand en slib die zich bovenstrooms afzetten, weg te spoelen.

Ook bij bandjir kunnen ze geopend worden om het vermogen van den dam te vergrooten.

Deze sluizen, die op den duur veel te lijden zullen hebben, zijn geheel in portland cementspecie opgetrokken en inwendig nl. den vloer en de zijwanden tot aan de geboorte der gewelven, bekleed met gehouwen steen.

De houten schuiven, alsmede de windwerken zijn geheel overeenkomstig die van de *Grogeh*-sluis.

Voor de regelmatige bediening van de sluizen vooral bij bandjir, zijn de beide oevers door een loopbrug ver-

bonden. Daartoe zijn op den grooten dam 2 pijlers geplaatst, waardoor een middenopening van 20 meter en twee zijopeningen elk van 7 5 M. zijn verkregen.

De middenopening is overspannen door middel van een eenvoudige ijzeren hangbrug breed 1.20 M., de zijopeningen door gewone ijzeren balkbruggen van gelijke breedte en rustende elk op 2 ijzeren liggers hoog 30 c.M.

Zooals uit de teekening blijkt, is de bodem beneden den stortbak met een gemetseld stortbed voorzien. Dit werd — alhoewel niet ontworpen — noodig geacht, omdat zooals de praktijk leert bij verticale afstorting, zooals hier, in het water menigmaal nog vele wielingen en neeren ontstaan, die op den bodem een zeer nadeelige werking kunnen uitoefenen. Er werden vervaardigd:

- 2576 M³. metselwerk in riviersteen,
- 3220 id. beton van grind in basterd tras,
- 1248 id. beton van steenslag in portland cementspecie,
- 96 id. metselwerk van baksteen,
- 50 id. gehouwen steen in blokken,
- 174 id. idem voor beklamping van muren,
- 911 M³. voegwerk in portland cementspecie,
- 1992 id. pleisterwerk in id.
- 430 M³. instamping in den bodem tot verbetering van het staal waartoe verwerkt werden:
- 3522 id. riviersteen,
- 1717 id. grind,
- 1899 id. steenslag van natuurlijken steen,
- 511 id. idem baksteen,
- 1085 id. steenkalk,
- 1182 id. roode cement,
- 2132 id. zand,
- 2125 id. vaten portland cement,
- 44000 id. baksteen,
- 223 id. gehouwen steen,

Voor het heiwerk werd gebruikt aan planken 42 M³ hout, aan palen en sloven 2.50 M³.

De kosten hebben met inbegrip van de vergraving van de rivier en het maken der afsluitdammen bedragen f. 189570.

J. NUHOUT VAN DER VEEN,

Lid K. I. VAN I.

Uitkomsten van trekproeven met mortels, samengesteld uit inlandsche materialen, verricht tijdens den bouw van de stuw in de WALOEH bij SOENGAPAN.

Waar in de begrooting niet uitdrukkelijk portland cement was voorgeschreven, werd tot het bereiden van het beton gebruik gemaakt van zoogenaamde basterd tras bestaande uit:

- 1 deel steenkalk,
- 1 deel roode cement (brikkenmeel),
- 1 deel zand,

De steenkalk werd geleverd door den heer K. HOVENS GREVE te Tegal, wiens fabrikaat als uitmuntend bekend staat en hier ook zeer goed heeft voldaan. De kalk is zeer zuiver en vet en wordt gebrand in gemetselde ovens geheel op Europeesche wijze ingericht.

Het zand werd verkregen uit de rivier en was zooals overal op Java van vrij slechte kwaliteit.

Het roode cement of brikkenmeel werd verkregen door het fijnstampen van opzettelijk daartoe gebakken steenen. Aanvankelijk meende men te zullen kunnen volstaan met het poeder van steenen ingekocht bij de bevolking, doch de daarmede genomen proeven, waarvan de uitkomsten in den volgende staat verzameld zijn, voldeden niet.

1^e. reeks:

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
7 dagen.	1.58	—	1 deel kalk: ongezeefd.
14 id.	3.80	2.95	1 deel cement: gezeefd
25 id.	4.—	3.70	door 64 mazen per c.M ² .
30 id.	4.20	4.—	1 deel zand: normaal.
90 id.	7.40	6.90	

2^e. reeks:

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
7 dagen.	1.20	—	Als boven.
14 id.	2.80	2.40	
25 id.	3.55	3.50	
30 id.	—	—	
90 id.	5.03	5.58	

In de nabijheid van het werk werden allerlei soorten van klei aangetroffen, nl. blauwe, roode, grauwe en gele.

Met elk deze soorten werd een proef genomen.

De klei werd zonder eenige bijmenging van andere stoffen tot steenen gevormd en in een veldoven sterk gebrand.

Het vermoeden, dat de van de bevolking gekochte steenen niet gaar genoeg gebakken waren, lag voor de hand en daarom werd er bij het branden der proefsteen vooral op gelet, dat ze door en door gaar waren.

De uitkomsten waren als volgt:

Cement van blauwe klei.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
30 dagen.	5.17	4.70	Als boven.
77 id.	—	—	

Cement van *roode* klei.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
30 dagen.	6.28	6.80	Als boven.
77 id.	13.10	12.50	

Cement van *grauwe* klei.

30 dagen.	8.25	8.—	Als boven.
77 id.	13.70	13.50	

Cement van *gele* klei.

30 dagen.	8.37	8.25	Als boven.
77 id.	13.60	12.70	

De proef na 30 dagen was beslissend, daar er geen tijd tot het nemen van verdere proeven overbleef, omdat met het werk begonnen moest worden.

De keuze viel op grond der verkregen uitkomsten en in verband met de omstandigheid, dat de gele klei slechts in kleine hoeveelheid en bovendien op tamelijk grooten afstand van het werk gevonden werd, op de grauwe.

De proeven na 77 dagen werden later verricht met het restant der proefblokjes.

De klei werd op de gewone inlandsche wijze na zooveel mogelijk van plantendeelen gezuiverd te zijn, op den grond in houten vormen tot steenen gevormd.

Aan den steenvorm werd de voorkeur gegeven boven de gebruikelijke ballen, omdat steenen zich beter leenen tot het maken van een goeden veldoven.

De steenen werden tot verbrandens toe gebakken en waren diensgevolge zoo hard, dat ze met de gewone houten stampers niet tot poeder te krijgen waren. Daarom werd gebruik gemaakt van stampers met ijzeren schoenen voorzien, terwijl de bodem der stampgaten met plaatijzer ter dikte van 1 centimeter werd bekleed.

De uitkomsten van de trekproeven met het op deze wijze verkregen cement waren als volgt:

Basterd tras.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
7 dagen.	2.10	1.80	1 deel kalk: ongezeefd. 1 id. cement, gezeefd door 64 mazen per c.M ² . 1 deel zand normaal.
21 id.	4.45	4.60	
30 id.	7.02	6.93	
66 id.	11.30	11.25	
77 id.	13.23	12.90	
84 id.	13.50	13.10	
90 id.	14.60	14.20	
120 id.	15.50	14.80	

Sterke tras.

9 dagen.	4.55	4.85	1 deel kalk: ongezeefd. 2 deelen cement ge- zeefd door 64 mazen per c.M ² .
21 id.	9.13	8.65	
30 id.	9.91	8.83	
49 id.	12.58	11.59	
84 id.	14.90	14.70	
90 id.	15.50	15.10	
120 id.	16.50	16.20	

Ten einde na te gaan in hoeverre het zeer gaar gebrand zijn der steenen invloed heeft op de kwaliteit van het cement, werden zeer gare steenen uitgezocht, tot cement gestampt en daarmede een afzonderlijke proef genomen.

De uitkomsten waren als volgt:

Sterke tras.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
9 dagen.	4.90	4.70	1 deel kalk: ongezeefd. 2 deelen cement ge- zeefd door 64 mazen per c.M ² .
21 id.	10.90	10.50	
30 id.	11.70	11.20	
90 id.	17.50	16.95	
120 id.	20.—	20 —	

In den regel wordt bij het keuren van het cement gelet op de kleur en aangenomen, dat een heldere roode kleur op goed materiaal duidt. Wankleurig cement wordt daarom in den regel afgekeurd.

Uit de ovens werden vele steenen verkregen, die goed doorbakken waren, maar de niet-gewilde wankleur ver-
toonden n.l. een vuil grauwwkleurig geel.

Een partij cement van zulke steenen afkomstig, werd voorloopig afgekeurd.

De resultaten van daarmede genomen proeven waren als volgt:

Sterke tras.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekend gewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
9 dagen.	—	4.70	1 deel kalk ongezeefd.
21 id.	—	7.20	2 deelen cement ge- zeefd door 64 mazen per c.M ² .
30 id.	—	7.90	
49 id.	—	10.10	
84 id.	—	13.50	
90 id.	—	14.75	
120 id.	—	15.60	

Op grond van deze uitkomsten werd de voorloopig afgekeurde partij goedgekeurd en gebruikt.

Er blijkt tevens uit dat de roode kleur omtrent de goede eigenschappen van het cement niets beslist.

Ten einde uit te maken, welke invloed de fijnheid van de samenstellende deelen op de trekvastheid van de mortels heeft, werden proeven genomen, waarvan de uitkomsten hier volgen.

Basterd tras.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekingsgewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
30 dagen.	—	5.90	1 deel kalk ongezeefd.
60 id.	—	10 —	1 deel cement id.
90 id.	—	12.45	1 deel zand id.
30 dagen.	—	6.80	1 deel kalk ongezeefd.
60 id.	—	11.05	1 deel cement gezeefd door 64 mazen per c.M ² .
90 id.	—	14.50	1 deel zand ongezeefd.
30 dagen.	—	8.12	1 deel kalk door 225 mazen per c.M ² .
60 id.	—	11.90	1 deel cement door 64 mazen per c.M ² .
90 id.	—	14.70	1 deel zand normaal.

Basterd tras.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekingsgewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
30 dagen.	—	8.95	1 deel kalk door 225 mazen per c.M ² .
60 id.	—	12.66	1 deel cement door 225 mazen per c.M ² .
90 id.	—	14.60	1 deel zand normaal.
30 dagen.	—	8.70	1 deel kalk door 225 mazen per c.M ² .
60 id.	—	11.78	1 deel cement door 900 mazen per c.M ² .
90 id.	—	17.10	1 deel zand normaal.
30 dagen.	—	8.60	1 deel kalk door 225 mazen per c.M ² .
60 id.	—	11.08	1 deel cement door 2500 mazen per c.M ² .
90 id.	—	16.90	1 deel zand normaal.

Verschillende samenstellingen.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekingsgewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
7 dagen.	—	3.25	1 deel kalk.
30 id.	—	10.81	1 deel cement beide ge- zeefd door 121 ma- zen per c.M ² .
224 id.	—	16.10	
7 dagen.	—	3.25	1 deel kalk.
30 id.	—	11.41	1 deel cement beide ge- zeefd door 225 ma- zen per c.M ² .
224 id.	—	16.50	
7 dagen.	—	4.06	1 deel kalk.
30 id.	—	13.91	1 1/2 deel cement beide gezeefd door 121 mazen per c.M ² .
224 id.	—	21.40	
7 dagen.	—	4.44	1 deel kalk.
30 id.	—	13.08	1 1/2 deel cement beide gezeefd door 225 mazen per c.M ² .
224 id.	—	21.70	
7 dagen.	—	3.66	1 deel kalk.
30 id.	—	11.91	2 deelen cement beide gezeefd door 121 mazen per c.M ² .
224 id.	—	18.20	

Verschillende samenstellingen.

Ouderdom der Proefblokjes.	Berekingsgewicht in K.G. per c.M ² . Na verharding		Samenstellende deelen.
	In de lucht.	2 dagen in de lucht daarna in water.	
7 dagen.	—	4.12	1 deel kalk.
30 id.	—	12.10	2 deelen cement beide gezeefd door 225 mazen per c.M ² .
224 id.	—	mislukt	

De gevolgtrekkingen die hieruit gemaakt kunnen worden liggen voor de hand.

Alle bovenstaande cijfers zijn de gemiddelden uit 10 proeven.

De proefblokjes werden door den ondergeteekende alle op dezelfde manier op een poreuzen steen persoonlijk vervaardigd.

Het breken geschiedde met het bekende toestel van Dr. MICHAELIS.

Het cement, dat tot het vervaardigen van het beton van den stuwdam gebezigd is, werd door zeven met 64 mazen per c.M². gezeefd.

Voor het metselwerk in riviersteen werd het niet zoo fijn genomen.

De prijs van het fijne cement bedroeg f 7.50 met inbegrip van alle onkosten. Wanneer het niet zoo fijn gezeefd werd f 6.—

De steenen, zelf gebakken, kwamen te staan op f 5.— per duizend.

Door bovenstaande proeven is de meermalen geopperde vraag of het van belang is fijn cement te bezigen, naar het schijnt, opgelost.

Men is echter bij *ingekochte* steenen niet altijd zoo zeker, als in ons geval, dat ze door en door gaar zijn en dan is het de vraag of fijn zeven wel aanbeveling verdient en of daardoor niet juist de goede bestanddeelen verwijderd worden en de minder goede, die zich gemakkelijker tot fijn poeder laten stampen, overblijven. De uitkomsten van de proef met cement gezeefd door 2500 mazen (zie boven) schijnt op zoo iets te wijzen.

Bij de uitvoering van elk belangrijk werk waar veel op de metselspecie aankomt, moet het van het uiterste belang geacht worden om evenals bij portland cement, zich door proeven van de hoedanigheid der specie te overtuigen.

Dat een nauwgezette zorg bij het branden en aanmaken van het cement in goede resultaten haar belooning vindt, is naar gemeend wordt uit het bovenstaande duidelijk.

Het kan aan hen, die met de uitvoering van belangrijke werken belast worden, niet genoeg worden aanbevolen om door het nemen van proeven, te trachten over de vastheid der inlandsche mortels meer licht te verspreiden.

VERTALINGEN.

Inkomsten en beheer irrigatiewerken in Britsch-Indië.

(Een hoofdstuk uit BUCKLEY. Irrigation works in India and Egypt.)

De inkomsten, die door irrigatiewerken in Indië worden opgeleverd, bestaan ten eerste uit die, welke worden verkregen door het gebruik van het water voor den oogst, in het bijzonder „Irrigation Revenue” genoemd en ten tweede uit de gemengde inkomsten, ontstaande uit verschillende diensten, welke door het irrigatiestelsel worden bewezen, zonder met het bevoelen van de gewassen in onmiddellijk verband te staan.

De gemengde opbrengst vormt ongeveer 6 à 7 pCt van de totale en bestaat hoofdzakelijk uit heffingen wegens de scheepvaart, verkoop van waterkracht aan molens, opbrengst van aanplantingen en voor een klein deel wegens drinkwatervoorziening van steden, renten, verkoop van vruchten, enz. In Bengalen waar de kanalen van de drie voornaamste irrigatiestelsels bevaarbaar zijn en eenig verkeer bestaat (1), is de opbrengst door de scheepvaart belangrijk, doch in de overige gewesten is die onbeduidend. Verkoop van waterkracht is belangrijk in Punjab (ongeveer 15000 Rx.) (2), waar kleine molens om graan te malen bij verscheidene stortdammen zijn opgericht, maar elders is deze van weinig betekenis. De opbrengst uit aanplantingen is het grootst in de Noord West Provinciën (ongeveer 15000 Rx.), waar over groote uitgestrektheden langs de oevers en op land bij de kanalen behorende productieve boomen zijn geplant.

De eigenlijke waterbelasting (Irrigation Revenue), die geheel uit het bevoelen der gewassen wordt verkregen, pleegt men op verschillende wijzen aan te slaan in verband met de manier van bebouwing en met de wijze van aanslag der landrente (Land Revenue) in de verschillende gewesten.

Deze „Land Revenue” vormt het grootste gedeelte van

de staatsinkomsten van Indië. Het is een tax of rente die door het Gouvernement van alle in gebruik zijnde gronden wordt geheven; zij wordt in sommige gewesten direct geïnd van de *ryots* of gebruikers der velden en in andere van de *zemindars* of landeigenaren, die van de *ryots* hun eigen belasting innen. In sommige gevallen kunnen waterrente en landrente worden samengesmolten en is het soms moeilijk er een goed onderscheid tusschen te maken. In *Sindh* bijv., waar alleen van bevoeid land wordt geoogst, omdat grond zonder water aldaar geen waarde heeft, wordt de aanslag van beide tot één som vereenigd en is het de gewoonte om 90 pCt. van de bruto opbrengst op de creditzijde van de irrigatiewerken te brengen. In *Madras* wordt eveneens geen afzonderlijke belasting aan den landbouwer opgelegd voor het water, dat hij gebruikt om zijn gewas te bevoelen, maar land- en waterrente worden te zamen aangeslagen als natte opbrengst („wet” revenue) en een gedeelte van het bedrag wordt op de irrigatiewerken te goed geschreven als het aandeel dat verschuldigd is aan hun tusschenkomst om het water op de velden te brengen, het overige wordt als eigenlijke landrente beschouwd.

In de drie gewesten van Opper-Indië en in Bombay wordt de waterrente niet tegelijk met de landrente aangeslagen, maar is er van onderscheiden en hoewel in den regel geïnd door dezelfde personen, wordt zij in bijna alle gevallen aangeslagen door de Irrigatie ambtenaren en niet door het civiel departement, dat de aanslag en de inning der landrente regelt. In deze gewesten bestaat de irrigatie belasting uit 1^e de rente verschuldigd door den gebruiker (Occupier's rate) 2^e id. door den eigenaar (Owner's rate) en 3^e de verhooging van de landrente, welke aan de kanalen te danken is. De gebruiksrente is de waterbelasting, die betaald moet worden door den *ryot*, den pachter en feitelijke bebouwer van den grond, zij wordt aangeslagen naar de bevoelde oppervlakte en naar de soort van het bevoelde gewas.

(1) De scheepvaart inkomsten van het Midnapore kanaal zijn zelfs hoog te noemen.

(2) Het teeken Rx. stelt een tiental roepieën voor, dat is het oude conventionele pond sterling uit den tijd toen 10 roepieën = 1 pond sterling waren.

De eigenaarsrente en de verhooging van de landrente zijn feitelijk dezelfde zaak. Zij zijn het aandeel, dat de zemindar of landeigenaar verschuldigd is wegens de hoogere waarde van zijn bezit, welke uit het bestaan der irrigatiewerken voortvloeit. De belasting heet „Owner's rate” als de aanslag van den eigenaar geschiedt afgescheiden van de landrente, maar als deze laatste van tijd tot tijd, na een periode van vasten aanslag, wordt herzien, dan kan de eigenaarsrente met de landrente worden samengesmolten en dan wordt het aan de irrigatie verschuldigde gedeelte op het credit der werken gebracht als verhooging van landrente. Men zou kunnen denken dat als de ryot of gebruiker van den grond maar voldoende hoog werd belast, het eenvoudiger zou zijn om de geheele waterbelasting van hem te heffen (1), maar door verschillende oorzaken is het bijna altijd onmogelijk om van den landbouwer, met het oog op een ruim gebruik van het bevoeiingswater, zulk een hooge betaling te vorderen dat het daardoor den zemindar (of eigenaar) geheel onmogelijk wordt om zelf ook eenig voordeel te trekken van de irrigatie, door de rente, welke hij van den landbouwer int, voor gronden die door kanalen bevoeid worden, wat te verhoogen. Het is bovendien ook niet wenschelijk dat dit geschiedt. Om toch met succes op die wijze te werk te gaan, zou het noodig wezen met elken landbouwer voor elk soort van gewas dat uit de kanalen bevoeid wordt, een accoord aan te gaan, hetgeen feitelijk onuitvoerbaar zou zijn. Ten einde eene snelle en zuinige wijze van aanslag van de kanaalinkomsten te verkrijgen, moet de waterrente voor elk soort van gewas gelijk zijn en kan er geen rekening worden gehouden met verschillen in de hoedanigheid der bevoeide oogsten, welke ontstaan uit de geaardheid van den grond, de wijze van bebouwing en andere oorzaken, die niet aan het kanaal zijn toe te schrijven. Maar de betaling naar de soort van gewassen en de grootte der oppervlakte, moet op een betrekkelijk laag gemiddelde worden gehouden om onevenredigen druk te vermijden op schrale gronden en ongunstig gelegen plekken. Daardoor gaat steeds vroeg of laat, nadat de kanaalbevoeiing is ingevoerd, de grondwaarde meer of minder omhoog en dan treedt het Gouvernement tusschen beide om door de „Owner's rate” zijn aandeel te heffen van de voordeelen die de landheer trekt uit de door den staat aangelegde werken.

De landelijke inkomsten worden van tijd tot tijd vastgesteld door herziening der aanslagen van de aan het Gouvernement te betalen landrente. Dit heeft in alle gewesten plaats, behalve in Bengalen, waar de landrente als het ware voor altijd gekristalliseerd werd door de beruchte: „Permanent Settlement” van Lord Cornwallis. De „Owner's rate” is theoretisch een speciale rente, die gedurende den loop van een landrente-aanslag, van de

grondeigenaren wordt geheven om het aandeel van het Gouvernement te verzekeren in de vermeerdering van de belastbare waarde ten gevolge van den kanalen aanleg en wordt in den regel beperkt tot de helft van het verschil der inkomsten die voor en na het invoeren der irrigatie worden geheven. Bij het afloopen van een aanslagtijdvak en het aanvangen van een nieuw kan de „Owner's rate” of een zeker deel er van samengesmolten worden met de door den gebruiker te betalen belasting of als deze laatste constant blijft, kan de geheele „Owner's rate” bij de landrente worden gevoegd en komt dan als indirect voordeel der irrigatie in den vorm van verhooging van landrente, ontstaan door kanalen, op de rekening.

De beslissing der vraag in welke mate de „Owner's rate” met de „Occupier's rate” samengesmolten behoort te worden, is afhankelijk te stellen van de mate, waarin het beschikbare kanaalwater voor de bevoeiing wordt gebruikt. Tot dusver is de Owner's rate op de gisaangeslagen (hetzij als een gelijke tax voor allen of als een evenredig deel van de gewone waterrente) over land dat gedurende elk jaar wordt bevoeid. Dit stelsel van aanslag is klaarblijkelijk onjuist, daar de aanslag het hoofdbeginsel, ten gevolge waarvan de grondrente van bevoeide gronden rijst, miskent. Zij gaat niet zoozeer naar de hoogte wegens het feitelijk gebruik van het kanaalwater, maar meer wegens het voordeel om daarover te kunnen beschikken als het noodig is. Dit blijkt voldoende uit het feit dat de huur van al het door een kanaal bevoeibare land rijst en niet alleen van dat hetwelk feitelijk bevoeid wordt.

Het is duidelijk dat de op de boven beschreven wijze aangeslagen Owner's rate, de verhoogde waarde van veel door kanalen bevoeibaar land niet bereikt, totdat dit land op zijn beurt werkelijk wordt bevoeid; en dat als deze belasting op die wijze wordt vastgesteld, zij eenvoudig beschouwd wordt als eene verhooging van de waterrente en als zoodanig door den landheer onmiddellijk op den landbouwer wordt verhaald. Indien het daarom bevonden wordt dat de samengesmolten gebruikers- en eigenaarsrente te zwaar drukt op de schrale gronden en oogsten, zoodat zij geheel van het voordeel van kanalen irrigatie beroofd worden en daardoor de beschikbare watermassa niet wordt benuttigd, dan is het duidelijk dat de directe belasting voor het water te hoog is. De eigenaarsrente kan in dat geval niet met voordeel met de gebruikersrente vereenigd worden, tenzij wellicht voor een gedeelte en het zal veel voordeliger zijn zoowel voor den staat als voor het algemeen om de gebruikersrente juist laag genoeg te stellen, dat het kanaalwater ten volle wordt gebruikt en vervolgens aan den ambtenaar, die de landrente aanslaat, over te laten om het aandeel van het Gouvernement in de rijzing der grondhuur van de betere velden te verzekeren, door periodieken aanslag, waarbij rekening wordt gehouden met de feitelijke vermeerdering daarvan (1).

(1) Note on the basis on which Irrigation Revenue is calculated by Col. H. A. BROWNLOW, R. E., formerly Inspector-General of Irrigation in India 14th Febr. 1884.

(1) Note door Col. BROWNLOW als voren.

Een van de redenen der ongunstige financiële resultaten van de kanalen in Bengalen is, dat tot dusver geen eigenaarsrente is geheven en geen verhooging van landrente plaats vond. Ongelukkig liggen namelijk de terreinen, die door de Sone en Midnapore kanalen bevoeid worden, binnen de grenzen waar de Permanent Settlement de gouvernements landrente voor goed heeft vastgesteld en het is ondoenlijk voor het Gouvernement om van de irrigatiewerken de inkomsten te trekken, welke het toekomt. Het resultaat is een zeer groote en onverdiende vermeerdering van den rijkdom der zemindars of landeigenaren. In Orissa is de aanslag niet permanent; eene herziening is thans onderhanden en zal in 1896 voltooid zijn; dan zullen de vermeerderde opbrengsten, welke de landeigenaars van de landbouwers hebben verkregen tengevolge der irrigatiewerken in aanmerking worden gebracht bij het vaststellen van de nieuwe landrente en een gedeelte daarvan zal, naar men mag aannemen, als inkomst der irrigatiewerken worden beschouwd in den vorm van aandeel in de verhoogde landrente. De Orissakanalen zijn een goed voorbeeld van de noodzakelijkheid om de waterrente te verdeelen tusschen den wezenlijken gebruiker en den grondeigenaar. De waterrente in Orissa is de laagste van geheel Indië en wordt met meer moeite geïnd, dan die van eenig ander irrigatiestelsel. Maar tegelijkertijd is de grondhuur beide van het uit de kanalen bevoeide land en van dat hetwelk bevoeid kan worden, sedert de in gebruik stelling der werken belangrijk gerezen. Een deel van die verhooging is toe te schrijven aan andere oorzaken dan irrigatie, maar er is geen twijfel aan dat het grootste deel te danken is aan de zekerheid die ontstaan is door de aanwezigheid der werken.

De aanslag van de irrigatieinkomsten geschiedt in Opper Indië onder de leiding en controle van de ambtenaren van den irrigatietak van het departement der openbare werken; dit zijn dezelfde ambtenaren — ingenieurs — die de werken in goeden staat houden en de verdeling van het water over de velden controleren.

Een hoofdingenieur, die gewoonlijk ook aan het hoofd staat van den gewestelijken dienst der openbare werken (Secretary to the Local Government in the Public Works Department), staat aan het hoofd van het personeel in het gewest; onder hem staan, toezichhebbende ingenieurs over kringen (Superintending Engineers of „Circles”) die het beheer hebben over gebieden welke $\frac{1}{2}$ à 1 miljoen acres irrigeerbaar land bevatten; dan komen de uitvoerende ingenieurs (Executive Engineers), die afdeelingen („divisions”) controleren, welke in grootte verschillen doch soms tot 200 000 acres bevatten. De uitvoerende ingenieur is de ambtenaar, die verantwoordelijk is voor een behoorlijken aanslag van de irrigatieinkomsten en gewoonlijk ook voor het innen van de gemiddelde inkomsten door de kanalen verkregen; hij is ook aansprakelijk voor de herstelling der werken, voor het opmaken van projecten voor de verbetering van zijn afdeeling en voor de behoorlijke

regeling en verdeling van het kanaalwater. Hij wordt bijgestaan door een grooten staf van Gouvernements beambten, hoofdzakelijk uit inlanders bestaande, die wonen in de verschillende onderafdeelingen en secties, waarin de afdeeling is gesplitst.

Het kader der openbare werken is in eenige gewesten in twee verschillende takken verdeeld, waarvan de eene bijna uitsluitend met irrigatie en de andere met het overige werk te doen heeft. Maar in sommige gevallen nemen de irrigatieambtenaren de zorg voor alle openbare werken binnen hun gebied, behalve de spoorwegen, op zich en zijn hunne werkzaamheden daardoor zeer veelzijdig.

De wijze van aanslag van de irrigatie inkomsten verschilt bij verschillende kanalen, maar wordt gewoonlijk door de na te noemen beambten verricht:

De *Patrol*, die een verstandig landbouwer is, welke kan lezen, schrijven en ruwe opmetingen doen, bezoekt en inspecteert de velden binnen zijn ressort met korte tusschenpoozen. Hij boekt in zijn register (*Shudkdar*) elk veld in, zooals het wordt bevoeid, alsmede eenige statistieke opgaven, welke er betrekking op hebben. Dit register levert de eerste gegevens voor de irrigatie.

Met behulp daarvan maakt de *Ameen*, dat een man van hooger positie is, die nauwkeurig kan meten en opnemen een meetregister (*khusrah*) van de bevoeide terreinen. Dit document kan hetzij ontleend zijn aan feitelijke opneming met eene ketting of kan getrokken worden uit de dorpskaarten, die, waar zij aanwezig zijn, de oppervlakte van elk veld geven met andere statistische bijzonderheden. De meetbladen van den *Ameen* worden gewoonlijk gelegaliseerd door de handteekening van den hoofdman van het dorp, van den dorps rentmeester (*putwaree*) en dikwijls ook van andere belanghebbenden ten bewijze dat zij juist zijn. Uit dit document wordt vervolgens het kohier (*khationee*) opgemaakt, hetzij door den *Ameen* zelf tijdens de opmeting of later op zijn kantoor met behulp van een aantal inlandsche schrijvers (*mohurirs*).

Het werk dat de *Ameen* verricht wordt onderzocht door den *Zilladar*; die in de ambtelijke wereld een trap hooger dan de *Ameen* staat en beter op de hoogte is van wetten en bepalingen. Deze beambte verricht metingen om het werk van de *Ameens* te controleren en heeft het toezicht op den aanslag. Hij hoort en beslist vraagpunten door de landbouwers met betrekking tot hunne irrigatie en aanslag voorgebracht.

In sommige gevallen is er nog een ander beambte, namelijk de ondercollector (Deputy Collector), die een ondergeschikt beambte van eenigen rang in het civiel bestuur is en in de Noordwest Provinciën het werk van een aantal *Zilladars* nagaat, terwijl hij bij de gerechtshoven partij is in gedingen betreffende irrigatiezaken. Hij heeft zelden bemoeienis met de aanslagbescheiden.

De ambtenaar van de onderafdeeling, meestal een Assistent Engineer, maar in sommige gevallen een opzichter (Subordinate) der openbare werken, heeft het algemeene

toezicht op al de lagere beamtten. Hij is een ambtenaar met vaste aanstelling (gazetted officer) op wien de wezenlijke verantwoordelijkheid voor de aanslagen rust. Hij hoort de klachten en beslist in de meeste gevallen waarin verzoeken om remissie worden gedaan. Hij is bijna voortdurend op reis langs de bevoeide velden en luistert daarbij naar de klachten en wenschen der landbouwers. Hij teekent de kohieren (khationees) nadat zij door zijn ondergeschikten zijn bewerkt en zendt ze door aan den Uitvoerenden Ingenieur.

Als het kohier eindelijk is goedgekeurd, zendt de Uitvoerende Ingenieur het naar den *Collector* van het district en het verschuldigde geld wordt door dien ambtenaar geïnd.

De *Patrol* draagt een uniform en is een gewichtig persoon onder de landbouwers, die met kanaalwater bevoeien. Hij heeft een aantal plichten met betrekking tot de irrigatie te vervullen, welke bij verschillende kanalen afwisselen; in sommige gevallen ziet hij op de waterverdeling toe, in andere bemoeit hij zich alleen met de bevoeide oppervlakte. Zijn loon wisselt af van 5 tot 10 roepiën per maand en gewoonlijk heeft hij met 1500 à 3000 acres irrigatieterrein te doen. De *Ameen* heeft 10 à 20 roepiën per maand en heeft 7000 à 10000 acres onder zich. De *Zilladar* trekt 50 à 100 roepiën per maand en heeft het toezicht op 30000 à 50000 acres. De ondercollector zal gewoonlijk te doen hebben met 80000 à 100000 acres en zijne betaling is 200 à 300 roepiën per maand.

Het heeft den schijn dat het personeel hetwelk gebruikt wordt een geduchte hiërarchie vormt. De neiging bestaat ongetwijfeld in Indië om het aantal beamtten op te drijven en de verantwoordelijkheid in groote mate te verdeelen, maar het werk verbonden aan den aanslag der waterrente is uiterst omslachtig en de documenten zijn zeer omvangrijk, hetgeen hoofdzakelijk is toe te schrijven aan de kleine oppervlakte land, die elk landbouwer bezigt. In Orissa bijv., hetgeen echter een uiterst geval is, bedraagt de gemiddelde betaling per landbouwer slechts 1½ roepiën. De moeite en omslag, zoowel aan den aanslag als aan de inning verbonden, kan men zich voorstellen als zulke kleine sommen van een 200,000 verschillende personen, die over een uitgestrekte landstreek verdeeld wonen, geïnd moeten worden.

De kosten verbonden aan het beheer en bedrijf van Indische kanalen worden in bijzonderheden vermeld in de inkomstrekeningen (revenue accounts) van de verschillende werken; de totale kosten worden al dadelijk onder drie hoofden gebracht, inkomsten-beheer, onderhoud en verschillende uitgaven. Het eerste hoofd omvat de kosten van al het personeel (zoowel dat van het departement der openbare werken als, ondergeschikt aan den collector, dat van het civiel departement), hetwelk werkzaam is voor den aanslag en de inning van de kanaal opbrengsten. De volgende staat vermeldt de kosten van het beheer der

inkomsten (Revenue Management) van de voornaamste gebieden der gewesten van Opper-Indië.

Deze staat toont aan dat in de N. W. provincien en Punjab de beheerkosten ongeveer 20 % van de totaal inkomsten bedragen en in Bengalen van 30 tot 60 %.

Kosten van beheer der inkomsten (Revenue Management)

Gebied.	Gemiddeld bedrag der waterbelasting per acre (gegrond op een gemiddelde van 5 jaar.)	Kosten van het beheer der inkomsten (1).			
		Gemiddelde van 5 jaar.		In 1889/90.	
		Per geïnde roepie waterbelasting.	Per acre geïrregeerd land.	Per geïnde roepie waterbelasting.	Per acre geïrregeerd land.
<i>Bengalen.</i>	Roepiën.	Roepiën.	Roepiën.	Roepiën.	Roepiën.
Orissa	1.14	0.59	0.71	0.55	0.59
Midnapore	1.51	0.39	0.59	0.31	0.53
Sone	2.47	0.28	0.74	0.30	0.80
<i>N. W. Provinciën.</i>					
Ganges	2.85	0.16	0.48	0.17	0.37
Beneden Ganges . .	2.46	0.22	0.54	0.19	0.49
Agra	3.27	0.14	0.48	0.13	0.36
Oostelijke Jumna . .	3.02	0.12	0.38	0.13	0.30
<i>Punjab.</i>					
Westelijke Jumna . .	2.44	0.27	0.67	0.23	0.44
Bari Doab	2.40	0.17	0.41	0.18	0.43
Sindh	1.96	0.16	0.31	0.16	0.42

(1) Behalve de uitgaven met betrekking tot de scheepvaart.

De kosten zijn in Bengalen ongetwijfeld zeer hoog, maar het is duidelijk dat de uitgaven voor het beheer vrij wel in omgekeerde verhouding staan tot de grootte der belasting en daarentegen klimmen met de bevoeide oppervlakte, want het werk dat verricht moet worden is feitelijk nagenoeg gelijk of de betaling voor het water hoog of laag is. Er is reeds gezegd dat de opbrengst in Bengalen abnormaal laag is, dat gedeeltelijk is te wijten aan de „Permanent Settlement” die het heffen van een eigenaarsrente verbiedt, zoodat men de kosten in billijkheid moet beoordeelen met betrekking tot de cijfers per bevoeide acre. Maar zelfs dan moet worden toegestaan dat zij nog hoog zijn. Dit is gedeeltelijk toe te schrijven aan het feit, dat voornamelijk ten gevolge van terreinmoeilijkheden verbonden aan den aanslag van waterrente over groote oppervlakken rijstlanden, het stelsel om formeele huurcontracten te sluiten en vergunningsacten op te maken, zooals de wet in Bengalen eischt, hier tot meer omslag aanleiding geeft dan de handelwijze in andere gewesten, waar feitelijk de landbouwer naar zijn goedvinden irrigceert en over de oppervlakte, die water ontvangt, betaalt. Maar het hoge bedrag van het beheer in Bengalen is ook in zekere mate daaraan te wijten, dat het werkelijk moeilijker is om met den landbouwer in dat gewest te onderhandelen, dan met zijn bureu in andere gewesten,

zoals wordt aangetoond door het veel grooter aantal onredelijke verzoeken om kwijtschelding en de onbetekenende klachten die omtrent den aanslag in Bengalen worden ingediend.

De algemeene boekhouder (Accountant-General) van het Dept. der Openb. Werken heeft de volgende staten opgemaakt, waarin zijn opgenomen de percentage van de kosten van het inkomsten beheer op de waterbelasting en de exploitatiekosten per bevoeide acre voor al de voornaamste werken in de verschillende gewesten voor al de 5 jaren die met 1890/91 eindigen.

Percentsgewijze verhouding van de beheerkosten tot de inkomsten.

Gewesten.	1886/87	1887/88	1888/89	1889/90	1890/91
Bengalen	24.4	38.2	30.7	28.5	33.2
N. W. Provinciën .	13.7	14.7	13.6	13.5	14.3
Punjab	13.9	13.7	15.—	15.1	13.0
Madras	10.2	10.3	10.4	10.3	10.3
Bombay (Sindh er onder begrepen).	11.5	11.3	10.1	11.1	11.5

Totale exploitatiekosten per geïrrigeerde acre.

	1886/87 roepieën.	1887/88 roepieën.	1888/89 roepieën.	1889/90 roepieën.	1890/91 roepieën.
Bengalen	3.2	3.—	2.4	2.4	2.5
N. W. Provinciën .	1.7	1.6	1.7	1.4	1.4
Punjab	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
Madras	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8
Bombay (Sindh er onder begrepen) (1).	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8

(1) De exploitatie kosten in eigenlijk Bombay zijn de hoogste in Indië maar als Sindh er bij wordt gerekend, zijn zij even matig als die in Madras daar zij in Sindh bijzonder laag zijn.

De opgaven betreffende de kosten van het inkomstenbeheer moeten niet verward worden met de exploitatiekosten, die de gezamenlijke uitgaven bevatten, zoowel van het inkomstenbeheer als van het onderhoud der kanalen en het toezicht daarop. De verhouding van de totale exploitatiekosten tot de inkomsten blijkt uit het volgende overzicht.

Percentage der exploitatiekosten met betrekking tot de inkomsten.

Bengalen	96.1	136.8	14.7	89.0	100.3
N. W. Provinciën . .	40.2	44.2	45.3	44.2	39.3
Punjab	42.0	40.0	42.5	39.9	35.0
Madras	21.9	21.9	21.3	20.9	22.6
Bombay (Sindh er in begrepen)	41.1	39.4	33.2	34.5	35.7

De zeer zware exploitatiekosten in Bengalen hebben dikwijls de aandacht der Regeering getrokken. Zij zijn gedeeltelijk toe te schrijven aan de reeds vermelde oorzaken en gedeeltelijk aan het feit, dat de irrigatiestelsels aldaar niet met hun vol vermogen werken, dat is de bevoeide oppervlakte vorint een kleiner percentage van de bevoeibare dan in andere gewesten, zoodat het personeel en andere vaste uitgaven zwaarder op de resultaten drukken. Een andere oorzaak is de groote hoeveelheid baggerwerk en slobopruijing, welke op de Sone en Midnaporekanalen noodig is en een derde de meer samengestelde wijze van aanslag en inzameling van de kanaalopbrengst, waardoor meer personeel noodig is. Madras en Sindh zijn, blijkens de gegeven cijfers, die gewesten waar de administratie der irrigatiewerken op zijn zuinigst wordt gevoerd.

DE WATERWERKEN VAN KARACHI. (*)

Vertaald uit: the Indian Engineer 1890.

Het volgende rapport omtrent de waterwerken van Karachi door den heer J. STRACHAN, M. J. C. E., Ingenieur en Secretaris van het gemeentebestuur van Karachi, werd in een der jongste deelen van de „Selections from the Records of the Government of India” openbaar gemaakt en schijnt vooral tegenwoordig veel waarde te bezitten nu plannen van watervoorziening zoo veel gemeentebesturen bezig houden. Beschrijvingen van andere plannen van watervoorziening zullen te zijner tijd verschijnen en naar wij vertrouwen van nut blijken te zijn voor degenen, die in de beoordeeling of aanleg van dergelijke werken betrokken zijn.

Sedert de verovering van Sind door Sir CHARLES NAPIER tot aan den aanvang van de te beschrijven werken, werd de noodzakelijkheid eener verbeterde watervoorziening van Karachi van alle zijden en door alle standen der bevolking ingezien en verschillende plannen zijn van tijd tot tijd te berde gebracht om het gewenschte doel te bereiken.

Onder de voorgestelde plannen waren de volgende:

Het aanleggen van een dam in de Hubb rivier, die met uitzondering van de Indus zelf, de eenige rivier in Sind is, welke het geheele jaar door water heeft.

Om een bevaarbaar kanaal van de Indus naar Karachi te graven, terwijl ook voorgesteld werd om een dam te leggen dwars door de Damlote vallei, waardoor in den regentijd eene gelijknamige rivier stroomt, een zijtak van de Malir.

Van technische zijde was men eenstemmig van oordeel dat een plan om het water aan de rivier Malir te ontleenen de voorkeur verdiende, daar dit in elk opzicht meer uitvoerbaar voorkwam dan elk ander plan; het duurde echter tot 1868, toen Kolonel (thans Luit.-Generaal) MERRIMAN een belangrijke proef liet nemen ten einde de volgendheid van het vermogen van deze onderaardsche rivier te onderzoeken, voor dat de publieke opinie op dit punt was gerust gesteld.

Deze proef bestond in het door middel van oppompen bepalen van de diepte waarop 1200 gallons (ruim 5.4 M³.)

(1) De havenplaats aan de Indus-delta, ook wel Kurrachee gespeld, even als Malir, Mulleer.

water per minuut konden verkregen worden, daar dit de hoeveelheid was benodigd om Karachi met 22 gallons (95 liters) per hoofd en per dag voor eene bevolking van 80000 inwoners te voorzien.

De proef bewees dat de vereischte hoeveelheid water zonder twijfel op niet al te groote diepte te krijgen was. Toen dit punt naar wensch was uitgemaakt kwam Kolonel MERRIMAN met het plan voor den dag om Karachi het water te verschaffen uit putten, die aan de oevers der rivier zouden worden gezonken. Het water zou door gegoten ijzeren pijpen verder worden geleid en de kosten van het werk werden geschat op Rs. 15.25.000 (1). Onge-lukkig steeg, voordat de voorbereidende werkzaamheden waren voltooid, de ijzerprijs in Engeland in die mate, dat het gemeentebestuur de uitvoering van het werk voor onbe-paalden tijd uitstelde; het geld dat beschikbaar was, was niet voldoende om de meerdere kosten te dekken en de leden wilden de verantwoordelijkheid voor het sluiten van eene leening niet aanvaarden.

Toen de heer STRACHAN in 1873 tot Ingenieur en Se-cretaris van het gemeentebestuur van Karachi werd be-noemd, nam deze de zaak der watervoorziening weder ter hand en bracht haar spoedig bij het gemeentebestuur voor. Hij gaf in overweging om, in plaats van gegoten ijzeren pijpen te gebruiken, die nog steeds zeer duur waren, partij te trekken van de uitstekende steen, die in de na-bijheid gevonden wordt en het water uit de putten bij de Malir naar Karachi te brengen door eene onderaardsche leiding van metselwerk.

De plannen werden door den heer STRACHAN opgemaakt en weldra door het gemeentebestuur goedgekeurd, maar ongelukkig werden de begroote kosten van 1200.000 Roepjen nog beschouwd de beschikbare middelen te boven te gaan. Onder die omstandigheden zou de uitvoering weder voor onbepaalden tijd verschoven moeten worden, indien de heer STRACHAN niet had voorgesteld op het buizenet der waterverdeeling te bezuinigen en aldus de

(1) 15½ lakh roepjen, tegen de vroegere waarde van 2 sh. of f 1.20, komt dit overeen met f 1 830.000. Thans wordt de roepie slechts tegen 1 sh. 4d. f 0.80 in goudwaarde gewisseld.

kosten terug te brengen tot 850.000 Rs., de som die het bestuur aanvankelijk had willen besteden. Het gouvernement hechtte zijn goedkeuring aan het dus besnoide plan en na vele en lange vertragingen, die aan verschillende oorzaken te wijten waren, werd de eerste steen voor het fundament van het verdeelreservoir op 18 Febr. 1880 door den toenmaligen Gouverneur van Bombay, Sir RICHARD TEMPLE G. C. S. I. gelegd.

Er mag hier vermeld worden dat zoodra de nieuwe werken volgens het gewijzigde plan waren uitgevoerd en het water Karachi bereikte, de waardeering van het publiek zoo groot was, dat de vraag werd gesteld of het werk niet volgens het oorspronkelijk plan kon worden voltooid.

Er werd daarom op 28 Juni 1883 aan de Regeering vergunning gevraagd om eene leening te sluiten voor de uitvoering van het overige werk; in die leening werd bewilligd en de werken zijn nu voltooid.

De Malir rivier, waaruit het water ten behoeve van Karachi wordt verkregen, ontstaat in de bergachtige streek tusschen Karachi en Schwan op ongeveer $25^{\circ} 20'$ N. B. en $67^{\circ} 38'$ O. L. Zij ligt gedurende het grootste deel van het jaar droog, maar zooals reeds vermeld is, wordt gemakkelijk water verkregen door eenige voeten diep in den zandigen bodem te graven.

De plaats die voor de putten werd uitgekozen was niet die waar Kolonel MERRIMAN zijn proeven deed, maar 2 mijl verder stroomopwaarts. Hierdoor werd een grooter verval in de leiding verkregen en kon deze over de geheele lengte onder den grond worden aangelegd, hetgeen een groot voordeel was.

De Malir rivier is ter plaatse van de putten ongeveer 700 yards (640 M.) breed en voert bij hoog water eene belangrijke hoeveelheid af. Het stroomgebied heeft ongeveer 600 vierkante mijlen (1560 K. M^2) oppervlak en is schaarsch bevolkt. Het terrein tusschen de Malir en Karachi is over het geheel vlak, het hoogste punt langs het tracé van de leiding ligt 176 voet (53.6 M.) boven zeepeil; het bestaat uit afwisselende lagen grind met zand en lichtkleurige alluviale klei met zand. In de buurt van de rivier is de grond eene lichte leemsoort die een groote hoeveel mica korreltjes bevat. De geologische formatie van deze streek, zooals die bij de uitgravingen voor het werk in doorsnede aan het licht kwam, verschilt niet noemenswaardig van die welke in geheel beneden Sind wordt aangetroffen en is overeenkomstig met de *gaj* of miocene laag, hier en daar vermengd met *munchars* of plioeen.

De algemeene volgorde van boven naar beneden, zooals die in het bijzonder bij de ontgraving van het verdeelreservoir te Karachi is gebleken, is:

1. Conglomeraat.
2. Klei en zandsteen.
3. Beenderen lagen.
4. Zandsteen.
5. Bleekgele meer of minder zanderige kalksteen, die

op sommige plaatsen door een laagje nummuliten kalk wordt opgevolgd.

De zand- en kalkgesteenten, die bij tusschenpoozen in de sleuf tusschen Karachi en de Malir werden gevonden, kwamen niet in dikke lagen voor, nergens waren deze meer dan 15 voet. Het conglomeraat was van bijzonder harde soort en gaf bij de ontgraving veel moeite.

De werken, die nu beschreven zullen worden, bestaan uit twee putten, die op den oever van de Malirrivier zijn gezonken en met het verdeelreservoir te Karachi door eene leiding van ongeveer 18 mijl ($30\frac{1}{2} \text{ K.M.}$) zijn verbonden. Het water van het reservoir wordt door de stad en de kampongs verdeeld door gegoten ijzeren pijpen; openbare aftapplaatsen zijn op verschillende punten aanwezig.

De putten, twee in getal, hebben elk 40 voet (12.20 M.) middellijn. Zij zijn op een onderlingen afstand van 400 voet (122 M.) gezonken en 1000 voet (300 M.) van den eigenlijken oever, daar deze bij hoog water aan uitschuring bloot staat. Zij werden tot de volle diepte van 36 voet (bijna 11 M.) ontgraven, zonder de hulp van eenig pompwerktuig. Op ongeveer 3 mijl (4.8 K.M.) van de Malir passeert de leiding de Thuddarivier en, daar de bedding van deze op het kruispunt lager ligt dan de bodem van de putten, werd de ontgraving van de sleuf voor de leiding hier begonnen en al het water uit die sleuf en later uit de putten kon op die wijze in de Thudda afvloeien.

Indien het niet mogelijk ware geweest de putten op die wijze af te tappen, dan zouden de kosten van drooghouding enorm zijn geweest, daar de sleuf dagelijks 2 miljoen gallons (ruim 9000 M^3) afvoerde.

Toen de ontgraving gereed was, werden de putten met steen bekleed; deze bekleding bestond uit behakte blokken van $3' \times 1' 6" \times 1'$ ($0.90 \times 0.45 \times 0.30 \text{ M.}$) achtereenvolgend kopsch en streksch gelegd. De legers of voegen tusschen deze blokken werden opzettelijk ruw gelaten om het water vrij te laten toetreden. De bekledingsmuur is 3 voet dik en zonder specie. Hij is tot 23 voet (7 M.) boven den grond doorgetrokken en door een kroonlijst van gehouwen steen beëindigd. In het midden van elke put is een gegoten ijzeren kleppenkast van 4 voet (1.22 M.) doorsnede geplaatst, zooals op bijgaande plaat VII is afgebeeld. Een buis van 24 duim doorsnede (0.61 M.) vereenigt deze kleppenbuis met een verzamelbak, waaruit de gemetselde leiding begint. Deze bak is geplaatst nabij het punt, waar het water in de sleuf der leiding het eerst werd aangetroffen op 1666 yards (1500 M.) van de Malirputten af. Ten einde de ontgraving voor de buis als een verzamelkanaal te behouden, is de buis in de sleuf gelegd tusschen muurtjes van ruw gestapelde steen op de wijze als dit in de schets Pl. VII is aangegeven. Al de buizen zijn voorzien van afgedraaide verbindingen en dus gemakkelijk in water te leggen.

De leiding, met inbegrip van verschillende hevels, is juist 17 mijlen 36 chains lang (28 K.M.) en op de plaat in doorsnede voorgesteld; zij is gemaakt van gewoon met-

selwerk in breuksteen en kalkmortel. De wand is slechts 12 duim (0.30 M.) dik, doch er was bepaald dat alle te bezigen steenen dwars op den wand doorgaande moesten zijn. Een pleisterlaag van Portland cement specie van $\frac{1}{2}$ duim (13 m.M.) dik werd aan de binnenzijde en onder tegen de afdekking aangebracht. Boven op de dekplaten, die 8 duim (20 c.M.) dik zijn, is een laag beton van 6 duim (15 c.M.) dik gelegd. Waar de leiding niet diep in ingraving ligt of het regenwater gemakkelijk kon doordringen is die laag dikker genomen.

Waar noodig werden hevels aangelegd om de leiding onder de nullahs of beekjes door te voeren. De zijwanden zijn van metselwerk in breuksteen, de gewelfjes van regelmatig blokken. Het gebezigde beton bestond uit 5 deelen gebroken steen, 2 deelen rivierzand en 1 deel kalk. De geheele binnenvlakte der syphons met inbegrip van de boog zijn even als de leiding bepleisterd.

Luchtkokers zijn aangebracht op afstanden van 1 mijl waar de leiding niet diep in ingraving ligt en van $\frac{1}{2}$ mijl op de andere plaatsen. In elken koker zijn ijzeren treden om het onderzoek van de leiding gemakkelijk te maken.

Bij het ontgraven van de leiding vond men, behalve bij het bereiken van de watergevende laag van de Malir, slechts op een punt water en daar dit brak was, werd het volstrekt noodig om de toetreding daarvan in de leiding te beletten. Ten einde dit te bewerkstelligen werd er eene laag beton op de bodem der ontgraving gelegd en de zijwanden werden tot 6 vt. hoog opgetrokken; terwijl men aan het pleisteren daarvan bezig was bleek het water op verschillende punten aan het onderinde door te kwellen, waarbij kleine gedeelten van de nog niet verharde pleister werden medegevoerd, terwijl alle pogingen om die lekkages te stoppen vruchteloos waren. Had men de ontgraving beneden dit punt begonnen dan zou het water vermoedelijk daarlangs wel afgevoerd zijn. Ongelukkig was er beneden geen opening en daar het van veel belang was met dit gedeelte van het werk voort te maken, omdat de wanden van de ontgraving, waar deze leiachtig waren, reeds dreigden in te storten, besloot men op korte onderlinge afstanden ijzeren buisjes door de wanden te brengen; daardoor kon het water vrij in de leiding vloeien en de pleister ongestoord verharden. Zoodra dit plaats had gevonden werden de buizen met een stop gesloten.

Op ongeveer 2 mijl van het reservoir, waar bouwgrond aanwezig en het niveau daartoe geschikt was, werd een put gebouwd om het nabijgelegen land te irrigeren. In deze put waren twee schuiven, een in de richting van de leiding en een voor de pijpleiding naar het bevoelingskanaal. Zij worden bewogen door conische raderen op dezelfde as en zijn zoo gesteld dat als de eene open gaat, de andere wordt gesloten.

De ontvangput, waarin het water uit de leiding intreedt is naast het reservoir gebouwd en werkt a's tweede bak daarvan. De middellijn bedraagt 20 voet (6.10 M.)

en de wand bestaat uit gehouwen steen ter dikte van 2 voet in Portland cement specie. De wanden zijn tot 24 voet (7.30 M.) boven het terrein opgemetseld en aldaar van een kroonlijst en vertande attiek van gehouwen steen voorzien.

Het verdeelreservoir, zie de plaat, is 200 voet (61 M.) lang en 150 vt. (45.5 M.) breed. De waterspiegel ligt 10 vt. 9 duim (3.25 M.) boven den vloer. De geheele hoeveelheid, die het kan bergen is iets minder dan 2 miljoen gallons (9000 M³). Het reservoir is in de ontgraving gebouwd; het fundament, dat op een laag kleiachtige lei rust, bestaat uit een laag beton 12 duim (0.30 M.) dik over de geheele oppervlakte, met een laag groote vlakke breuksteen ter dikte van 8 duim (20 c.M.) er boven op; hierop zijn de muren en penanten opgetrokken, zij zijn 18 duim (0.45 M.) dik en dragen segmentgewelven van gehouwen bekapte blokken ter dikte van 15 duim (0.38 M.). De hoofdbogen hebben een spanning van 12 voet $\frac{3}{4}$ inch (3.67 M.) en een pijl van 4.3 duim (0.1075 M.). De doorgaande penanten zijn ook voorzien van boogopeningen. Een gemetselde muur, die bijne over de geheele lengte van het reservoir doorloopt, houdt de aanvoerpijp van de hoofdafleiding gescheiden en veroorzaakt alzoo eene volkomen circulatie van het water in het reservoir.

Alle binnenwanden van het reservoir tot 3 duim boven den waterspiegel zijn met cement bepleisterd ter dikte van een duim. De cement bestond uit 3 deelen zand en 1 deel Portland cement. Twee gegoten ijzeren ventilators, 9" (0.23 M.) middellijn, zijn in elk deel van het reservoir aangebracht. De gewelven zijn aangeraseerd met metselwerk in breuksteen en de top is bedekt met een laag beton van een voet dik. Boven het beton is $1\frac{1}{2}$ voet aarde aangebracht, waarop een tuin is aangelegd.

Het peil van de aanvoerbuiz komt overeen met dat van de ontvangput en ligt 10 voet (3.04 M.) beneden den waterspiegel in het reservoir. Deze laatste ligt 62 35 voet (19 M.) boven den gemiddelden zeestand en 55 voet (16.60 M.) boven de gemiddelde vloerhoogte der huizen in de inlandsche stad.

De hoofdbuizen van het verdeelnet zijn van gegoten ijzer 24 duim (0.61) middellijn met $\frac{3}{4}$ duim (0.02 M.) wanddikte en hebben twee takken, een uit het reservoir en een direct uit de ontvangput. Zij zijn daar van 24 duims afsluiters voorzien, zoodat de stad naarmate het noodig mocht zijn direct uit een van beiden kan worden gevoed. Een gegoten ijzeren buis van 24 duim verbindt bovendien de ontvangput met het reservoir en heeft ook een afsluiter in die put, het einde van de buis in het reservoir is klok-vormig. De inrichtingen om zoowel de ontvangput als het reservoir schoon te maken zijn op overeenkomstige wijze ontworpen. De pijp om schoon te maken, die op eenigen afstand in gemeenschap staat met een gemetselde goot is 2 voet lager gelegd dan de hoofdafvoerbuiz en heeft als deze een vertakking naar de ontvangput en een

naar het reservoir, in beide gevallen met een zelfde soort afsluiter voorzien. Onmiddellijk achter deze beide afsluiters zijn flensstukken aangegoten, waarop de overstortpijpen eveneens van 24 duim zijn gesteld.

Alle schuiven zijn met bronzen aanslagen en worden van uit het gebouw bewogen door handwielen, die op het einde van getrokken ijzeren stangen zijn aangebracht die in stevig op den vloer bevestigde kolommen draaien.

De verdeelbuizen zijn alle van gegoten ijzer, 80% hebben geboorde en afgedraaide verbindingen en 20% verbindingen met lood. De hydranten zijn van gewoon model van de sterkste soort en op de voorname wegen op onderlinge afstanden van 200 voet (ruim 60 M.) gesteld om de besproeiing van den weg gemakkelijk te maken, in andere straten staan zij 400 voet uiteen.

Een bhisti hydrant is op de plaat afgebeeld, waar de leeren zakken (puckhauls) door buffels gedragen gevuld worden. Deze zijn 40 in getal. Openbare straatfontein zijn in verschillende deelen van de stad 28 stuks opgesteld en op verschillende plaatsen zijn standpijpen van gewoon model geplaatst.

Een 5 duims pijp is gelegd voor gebruik van den Sind, Punjab en Delhi spoorweg en een 6 duims pijp naar Keamari ongeveer 5 mijl buiten de stad om de schepen en het machinegebouw van de Merewether Pier te voorzien. De pijpen naar Keamari moesten onder een brug op schroefpalen worden doorgelegd, die 30 openingen heeft, elk van 40 voet (12 M.). Deze zijn aan de dwarsdragers van de brug opgehangen, terwijl een uitzettoestel is aangebracht, die uitstekend werkt.

Het volgende is een overzicht van de lengten, gewichten en ijzerdikten der verschillende buizen die het water in de stad en in de kampongs verdeelen.

Doorsnede in	Lengte	Gewicht.	Mataal dikte.
Eng. duim. c.M.	in yards in M.	in Eng. tonnen.	Eng. duim. m.M.
24	60.9	68 62	19 3/4
21	53.3	2356 2160	530 11/16
18	45.7	2308 2110	424 11/16
15	38.1	528 485	77 3/8
12	30.5	2646 2410	270 1/2
9	22.9	3336 3050	237 1/2
7	17.8	1266 1200	62 7/16
6	15.2	9675 8870	394 7/16
5	12.7	10725 9800	343 3/8
4	10.2	8838 8100	209 3/8
3	7 6	12375 11300	190 5/16
2 1/2	6.3	1860 1700	24 5/16

De gebezigde steen was die welke gewoonlijk uit de groeven in de nabijheid werd gebroken en is een zanderige kalksteen waarvan de samenstelling is als volgt:

klei.....	5.60
zand.....	9.30
ijzeroxide....	2.—
koolzure kalk.	80.—
koolz. magnesia	1.90
vocht en verlies	1.20
	100.—

De totale kosten van het werk, zooals het thans voltooid is, bedragen Rs. 1150.000 (f 1.380.000 zilverwaarde en f 920.000 goudwaarde). De kosten van toezicht waren nog geen 4% van die het geheele werk.

De grootste dagelijks beschikbare waterhoeveelheid is 2.500.000 gallons (11000 M³.) voor eene bevolking van 100.000 menschen. Een voortdurende aanvoer van 25 gallons daags heeft dus Rs. 11 1/2 aanleg kapitaal gekost.

De kosten van het reservoir afzonderlijk waren Rs. 67.000 en daar het 2.000.000 gallons inhoudt, kostte het per 1000 gallons capaciteit 33 1/2 Rs., hetgeen gunstig afsteekt bij andere werken van dien aard.

Uit nauwkeurige metingen op verschillende punten van de leiding vond men in verband met de doorsnede en helling:

No.	Doorsnede van het natte profiel	Helling Per mijl	Snelheid in voeten in M.	Debiet. in kub. voet in lit.
	vierk. voet	M ² .	in voeten	I per min. per sec. per min. per sec.
1	1.10	0.1020	3.91	1/1350 88 0.447 96.80 45. ⁶
2	0.75	0.0697	9.—	1/597 128 0.650 96.00 45. ⁸
3	1.46	0.1356	2.—	1/2640 66 0.33 96.52 45. ⁵

De Eng. maten komen overeen met de formule $V = \sqrt{\frac{K.D.}{S.}}$ als de constante $K. = 8800$ wordt gesteld (1).

De volgende tabel A geeft de scheikundige samenstelling van het water dat te Karachi en aan de troepen in het garnizoen verstrekt werd voordat de Karachi waterwerken werden geopend.

Tabel A.

grains per gallon (2) in duizend deelen.

Dag waarop het water verzameld werd.	Herkomst.	total vaste bestand d.	Chloor.	Zwavel. uur.	Kalk.	Magnesia.	Blijvende hardheid.	Vrije ammonia.	Eiwithoudend ammonia.
15 Oct. 1875.	Filtreerbak Napir kazerne.	49.92	16.10	—	—	—	—	0.26	0.28
5 Nov. 1875.	Put voor de Artillerie kazerne.	139.30	54.37	15.77	6.09	26.04	—	0.02	0.18

(1) Het is ons niet mogen gelukken deze formule te verklaren daar niet is opgegeven wat D en S beteekenen.

Berekend men de natte omtrek en daaruit de gemiddelde straal R in de formule $V = C \sqrt{R I}$ dan vindt men

	natte omtrek	$\sqrt{R I}$	C
No. 1	1.028 M.	0.00856	52
No. 2	0.944 M.	0.01113	58
No. 3	1.264 M.	0.00637	51

De coëfficiënten zijn dus niet volkomen gelijk en de leiding volgens de profielen op plaat VIIaangeduid is van zeer ruime doorsnede vergeleken met den afvoer (Vert.)

(2) 1 grain = 0.0648 gram.
1 gallon = 4.5435 liter.

De volgende tabel B geeft de analyse van het water uit de putten op den oever van de Malirrivier, waar de stad het water thans aan ontleent.

Tabel B.

11 Oct. 1875.	Putten b/d Malir.	24.36	4.06	2.10	3.45	2.32	5.20	0.04	0.08	Het water wordt verzameld 18 voet beneden de grond en 10 voet beneden de rivierbedding.
---------------	-------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	---

De werken, die reeds een paar weken te voren water aan de stad en de kampong hadden gegeven, werden op 21 April 1883 plechtig voor het publiek opengesteld. Z. E. Sir JAMES FERGUSSON, K. C. M. G. C. I. E., Gouverneur van Bombay, was uitgenoodigd om daarbij te presideeren, maar ongelukkig verhinderden andere bezigheden hem om Sind bij die gelegenheid te bezoeken. De heer BIRDWOOD, Judicial Commissioner in Sind, was zoo goed die taak op zich te nemen voor den heer ERSKINE, de Commissioner in Sind, die door een sterfgeval in zijn gezin niet kon komen. De dag werd als een feestdag beschouwd en onder alle standen heerschte de grootste geestdrift.

De betaling, die wordt geëischt voor privaat gebruik is als volgt:

voor water aangevoerd door $\frac{1}{2}$ " pijp per maand 1 roepie
 " " " " $\frac{3}{4}$ " " " " $2\frac{1}{2}$ "
 " " " " 1" " " " 5 "

Water aangevoerd door pijpen van grooter doorsnede dan de genoemde, wordt met een watermeter gecontroleerd en betaald:

Door pijpen van $1\frac{1}{4}$ " middellijn 10 anna's ($\frac{5}{8}$ roepie) per 1000 gall.
 " " 2" " 9 " ($\frac{9}{16}$ ") " " "
 " " 3" " 7 " ($\frac{7}{16}$ ") " " "
 " van boven 3" " 6 " ($\frac{3}{8}$ ") " " "

Hoewel de werken nog niet lang geleden voltooid zijn, waren reeds 533 particuliere verbindingen met de hoofdleiding gemaakt, die jaarlijks 11.784 roepieën opleveren en het aantal neemt steeds toe.

Het bedrag, dat van de Spoorweg-Maatschappij voor geleverd water wordt ontvangen is 6000 Rs. per jaar en

verder wordt nog 6132 Rs. ontvangen door verkoop van water aan de schepen te Keamari en den inlandschen steiger aldaar en voor de levering aan stoomtuigen en groote inrichtingen, zoodat de totale inkomst nu 23.916 Rs. bedraagt. De militaire autoriteiten hebben nog niet in die mate van den goeden wateraanvoer gebruik gemaakt, als het geval had kunnen zijn, maar indien het aanbod van het gemeentebestuur wordt aangenomen, dan krijgen zij een onbeperkten aanvoer tegen betaling van 10000 Rs. per jaar.

Op het publiek in het algemeen is nog geen waterbelasting toegepast, maar eenige leden van het gemeentebestuur bepleiten de wenschelijkheid daarvan en deze zal zonder twijfel binnen kort worden ingevoerd. Indien eene belasting werd ingevoerd van 3% per jaar op de waarde der huizen van Karachi, die nu huistax betalen, zou dit een som van 18000 Rs. opleveren en de geheele inkomst tot 51.916 Rs. stijgen. Natuurlijk zou deze inkomst nog belangrijk verhoogd kunnen worden als het bestuur dit wenschte. De betaling voor particuliere verbinding zou zonder de minste tegenkanting met 50% verhoogd kunnen worden.

Daar het water door de zwaartekracht van de putten naar het verdeelreservoir vloeit, zijn er geen uitgaven voor pompen en weinig of niets is voor onderhoud en herstelling noodig. Het volgende is het personeel dat thans voor laatstgenoemd doel in dienst is:

2 inlandsche machinisten (mistries).....	125 Rs.
1 schrijver.....	30 "
1 koelie.....	10 "
4 leiding wachters.....	40 "
3 mannen voor de schuiven.....	30 "
2 voor de afsluiters.....	20 "

Totaal per maand... 255 Rs.
12

Totaal per jaar..... 3060 Rs.

Trekt men deze som van 51.916 Rs. af, dan is het blijkbaar dat de inkomst die het gemeentebestuur uit de waterwerken denkt te trekken, grooter is dan 4 percent van het aanvankelijk aanlegkapitaal, eene inkomst, die zoo als gezegd is, nog voor belangrijke vermeerdering vatbaar is.

BOEK AANKONDIGINGEN.

Irrigation Works in India and Egypt
by ROBERT BURTON BUCKLEY, London E.
en F. N. SPON 1893 (f 40.95).

De schrijver van dit werk, *Superintending Engineer* van het Britsch-Indië departement der openbare werken, is voor de irrigatie-ingenieurs geen vreemdeling, daar hij in 1880 gedurende zijn vorig verlof een gewaardeerd werk leverde over de Indische irrigatiewerken, in het bijzonder met het oog op de financiële resultaten er van. Het thans verschenen boek behandelt meer bepaald de wijze van aanleg en de constructieve details der werken en daar de schrijver in 1891 drie maanden in Egypte doorbracht, heeft hij de gelegenheid gehad verschillende werken aldaar te bezoeken en eenige belangrijke bijzonderheden daarover aan zijn arbeid toe te voegen.

In 337 bladzijden met figuren tusschen den tekst en 92 platen, is een stelselmatig overzicht gegeven van alles was bij irrigatiewerken te pas komt, zoodat de lezer in een afgerond geheel het denkbeeld krijgt hoe thans uitvoering wordt gegeven aan het als motto gekozen woord van Jesaja XLIII: 19: „Zie, ik zal wat nieuws maken, nu zal het uitspruiten (it shall spring forth), zult gijlieden dat niet weten? Ja ik zal in de woestijn eenen weg leggen en rivieren in de wildernis.”

In de 18 hoofdstukken worden achtereenvolgens behandeld de door een aantal kaarten toegelichte algemeene beschrijving der voornaamste werken, de inundatie kanalen in Indië en Egypte, de slib, de afvoer uit het stroomgebied, verdamping en opslurping, de vergaarkommen, de kanalen in delta's, de hoofdwerken in verschillende gronden, spuisluizen en beweegbare waterkeeringen, de bijkomende werken, de scheepvaart met de schutsluizen, het ontwerpen van kanalen, de opbrengst, het beheer en de financiële resultaten, terwijl in eenige bijlagen verschillende formules en theoretische beschouwingen ter sprake komen.

Met een duidelijken letter gedrukt, van een uitvoering register voorzien en tot het laatste oogenblik bijgewerkt, verdient dit boek ondanks den hoogen prijs eene ruime verspreiding. Het eenige, wat er mijns inziens op is aan te merken, is de uitvoering van sommige platen, die wel een algemeen overzicht geven, maar voor zoover zij blijkbaar photographisch zijn gereproduceerd, op zulk een kleine schaal zijn gecoteerd en beschreven, dat het menigmaal met een loupe nog niet gelukt om al de bijzonderheden

er op waar te nemen, terwijl de schaal in den regel zulk een ondoelmatige fractie is, dat men niet dan met veel moeite de afmetingen door nameting kan vinden. Deze gebreken, niet te vermijden als de platen niet opzettelijk op formaat en schaal door een deskundige zijn geteekend, zijn echter niet zoo overwegend, dat men daarom het werk ter zijde zou leggen en worden meer en meer aangetroffen nu het verbeteren der methoden van reproductie de schrijvers in verleiding brengt om zoo spoedig mogelijk een zeer uitvoerig materiaal te leveren.

Zeër belangrijk is het hoofdstuk over de slib. Zoo bieden de *Sone* kanalen in Bengalen een voorbeeld aan van de enorme kosten, welke door aanslibbing worden veroorzaakt. De rivier heeft boven het hoofdwerk een verhang van 0.37 M. per K.M. en eene grootste snelheid van ongeveer 2.30 M. per secunde en voert zeer veel slib af, zoowel grof zand als fijne vruchtbare kleideelen. In de maanden Augustus en September wordt dit in het bovengedeelte der aan weerskanten aftappende hoofdkanalen ter dikte van 1.20 à 1.50 M. afgezet, waarbij de laag steeds in dikte afneemt en op 8 à 9 K.M. afstand nog slechts enkele centimeters bedraagt. Het fijnere slib zet zich het verst van de monding af. Daar het water hoofdzakelijk voor den rijstoogst dient, welke kort na dien tijd veel water noodig heeft, moet de verzanding kunstmatig worden verwijderd. Daartoe zijn drie Engelsche en 16 of 25 inlandsche baggermolens in de regentijd gedurende 2 of 3 maanden steeds aan het werk, ongerekend dat in den drogen tijd als de kanalen kunnen droogvallen een massa uit de hand wordt ontgraven. Over de eerste 8 K.M. van deze kanalen worden jaarlijks ongeveer 75.000 Roepieën voor dit werk uitgegeven, een bedrag dat 15% van de onderhoudskosten van het geheele irrigatiegebied beloopt.

De geheel gevulde hoofdkanalen stroomden onder een verhang van 0.094 M. per K.M. en de snelheid is 0.60 à 0.75 M. per secunde, maar daar de kanalen niet altijd geheel gevuld zijn is de snelheid tijdens de aanslibbing dikwijls minder dan 0.60 M. De sluisdeuren bestaan uit een beneden en een bovendee, zoodat men het water uit de bovenlagen van de rivier kan aftappen en bij snelle wassen de schuiven geheel sluiten. Een aanslibbing zoo groot als hier plaats vindt was niet voorzien en het was beter geweest het verhang grooter te nemen om het fijne vruchtbare slib langer ten bate van de velden zwevend

te houden. Het feit dat de kanalen bevaren worden staat daar tegenover, omdat inlandsche vaartuigen veel tegenstand ondervinden als de snelheid grooter dan 0.60 M. is.

Terwijl gewone spuisluizen niet afdoende zijn om in dit geval de verzanding der kanalen voldoende te voorkomen, heeft men het denkbeeld geopperd van eene meer samengestelde inrichting van het hoofdwerk, waarvan de schrijver een schets geeft en die hoewel nog niet uitgevoerd en kostbaar, toch zeer doelmatig schijnt voor gevallen, waar de groot afvoer van vaste stoffen den ontwerper ten einde raad doet zijn. Men denke zich een stuw haaks op de rivier en op de gewone wijze een inlaatsluis met verschillende openingen aan den eenen oever in eene richting loodrecht op de damrichting. Tusschen de beide in wordt een zeer ruime spuisluis met een aantal openingen gelegd, die echter in twee deelen is gedeeld. Het gedeelte B vlak naast de inlaatsluis heeft een vloer die bijv. 5 voet lager ligt dan het andere gedeelte C en dan de inlaatsluis. Tusschen B en C is een scheidingsmuur tot boven hoogwater die bijv. 1000 voet stroomop is voortgezet, evenwijdig aan den rivieroever, waar de inlaatsluis ligt en alzoo van de rivier een gedeelte als voorkanaal afzondert dat van boven weder door een spuisluis A in schuine richting is afgesloten. De vloer van A ligt op dezelfde hoogte als die van C en van de inlaatsluis, soms zelfs als er veel verhang in de rivier is iets hooger.

De sluis A wordt met valschutten gesloten, waarvan de onderste bijv. ter hoogte van 4 voet er gewoonlijk in blijven. Het zand en de grind schuiven langs de aldus gedeeltelijk gesloten sluis, en verder in de rivier buiten langs den genoemden scheidingsnuur tot door de spuisluis C, die gewoonlijk open staat. De sluis B is met schuiven gesloten, die door windwerken bij alle standen bewogen kunnen worden, maar blijft gewoonlijk dicht. Dientengevolge is er tusschen de sluis A en de inlaatsluis in het bovenkanaal in den regel weinig stroom en het zand dat door A nog naar binnenkomt zet zich daar al dadelijk neder en niet in het irrigatiekanaal beneden de inlaatsluis. Wil men dit zand van tijd tot tijd opruimen dan wordt laatstgenoemde sluis gesloten en A en B worden beide geheel geopend. Daar de vloer van B zooveel lager ligt, ontstaat er eene flinke schuring en het zand en grind zal in den regel gemakkelijk in de beneden rivier weggespoeld kunnen worden. Is ondanks die voorzorgen baggeren toch nog noodig dan is dit hier gemakkelijk omdat de opgebaggerde stoffen niet ver vervoerd behoeven te worden, hetgeen bij baggeren in het irrigatiekanaal altijd een bezwaar is.

In dit hoofdstuk worden belangrijke mededeelingen gedaan over de *Rayah Behera* in Egypte (1), het kanaal dat wegens verzanding niet voor de bevoeiing gebruikt kon worden en aanleiding gaf tot oprichting van het stoomgemaal te *Katatbeh*. Aanvankelijk aangelegd met een bodembreedte van 20 M., een verhang van 0.075 M.

per K.M., was het bestemd om in den regentijd 6 M., en in den drogen tijd 2.70 à 3 M. waterdiepte te bezitten. Het zandde echter reeds dadelijk sterk aan, niet alleen door het slibhoudende water maar ook door overstuiving van de aangrenzende woestijn en door afslag van de zandige oevers, zoodat het langzamerhand in breedte tot 50 à 60 M. toenam, maar daarentegen nog maar 2 of 3 M. diep was. Daardoor werd de stroom er in verlamd, hetgeen de verzanding zoo zeer deed toenemen dat het aan het bovenende tot zomerpeil geheel gevuld raakte. Daar het kunstmatig opvoeren van water zoo kostbaar is werden reeds in 1886 onder toezicht van den heer FOSTER verbeteringen aan dit kanaal ondernomen. Tegen de overstuiving werden al dadelijk zandschermen geplaatst, bestaande uit rijen palen met vlechtwerk, die het op waiende zand voor een tijd tegenhielden, doch meer afdoende werd later dit gedeelte der woestijn met slibrijk Nijlwater 1 à 1.8 M. onder water gezet, hetgeen door aangrenzende vergaarkommen mogelijk was en vervolgens met gras beplant, terwijl ook de verhardende slibslag zelf al voldoende het opwaaien van het zand belette.

De grootste moeilijkheid was echter om het kanaal weder het vorige profiel te geven. Men heeft daarvoor op die plaatsen, waar de oevers gewoonlijk inschaarden, een reeks kribben gebouwd. Zij worden op verschillende onderlinge afstanden geplaatst naar gelang van omstandigheid, doch in den regel op rechte gedeelten op ongeveer 200 M., aan de bolle zijde der bochten op ± 100 M. en in de holle bochten op ± 60 M. Eerst maakte men die kribben van ongebrande steenen met een bekleeding aan het uiteinde van gebakken steenen, docht deze hielden geen stand. Toen werden houten kribben gevuld met zandzakken beproefd; deze zouden wellicht voldaan hebben, als het hout en de zakken niet bij groote hoeveelheden door de Bedoeinen gestolen waren. Toen werden kribben van gebakken steen gemaakt en deze hielden het goed uit. Bovendien werd veel zorg besteed aan het planten van lang gras en een soort van wilgenstruiken op alle plekken, waar de oever van losse geaardheid was. Het gras heeft zeer veel effect en groeit goed in het zand als zich maar een weinig slib langs de wortels nederzet. De kribben steken ongeveer 30 c.M. boven het hoogwaterpeil uit en bestaan uit eenvoudige dammen van gestapelde baksteen van 1 à 1.20 M. kruinsbreedte met dosseeringen van 1 op 1. Men besteedde $\pm f$ 335.000 aan kribben en in de laatste drie jaren werden $\pm 3\frac{1}{2}$ millioen kub. M. zand en slib uit het kanaal verwijderd, hetgeen ongeveer f 1.680.000 vereischte. Op het einde van 1892 was f 2.600.000 aan dit kanaal besteed. Hierdoor is het succes bereikt, dat men meer water kan toevoeren dan vroeger werd opgepompt en dat de stoomgemalen buiten werking gesteld konden worden. Ongerekend de meerdere watermassa geeft dit f 400.000 besparing per jaar.

Op het *Ibrahimiech* kanaal in Midden Egypte is op kleiner schaal iets dergelijks verricht, de kribben waren

(1) „Bevoeiingen,” bl. 124.

daar van rolsteen, steeds paarsgewijze 40 M. waterbreedte insluitende en in de lengte der bedding op 250 M. onderlingen afstand.

Een laatste opmerking uit het slibhoofdstuk verdient nog vermelding. Daar waar inundatie kanalen rechtstreeks uit een rivier aftappen, heeft men de opslibbing belangrijk verminderd door de oevers aan den ingang van het kanaal, waarvan de monding eenigszins de richting stroomaf heeft, te bekleeden. Bij een kanaal, waar dit niet wordt gedaan, vormt het water reeds bij de intrede een slingerende kromme lijn, waarvan de convexe gedeelten aanzanden en de concave uitschuren. Door de bekleeding aan den ingang wordt aan den stroom al dadelijk eene bepaalde richting gegeven en is er door minder kronkelingen, minder aanleiding tot opslibbing.

Het 4^{de} hoofdstuk bevat eenige beschouwingen over den afvoer uit het stroomgebied in verband met de daarvoor in Br.-Indië gebruikelijke formules van DICKENS EN RYVES over den regenval, de verdamping en de waterverliezen door opslorping in den bodem, waarin verschillende ervaringscijfers worden aangetroffen.

In het 5^{de} hoofdstuk, handelende over vergaarkomen en het opzamelen van water in het algemeen, vindt men o.a. de situatie van het Periyar-werk, verschillende teekeningen betreffende het Nira kanaal, eenige algemeene opmerkingen over stuwmuuren, eenige mededeelingen over het ontworpen Wady Raiyan reservoir in Egypte, enz.

Wij gaan het 6^e hoofdstuk, handelende over irrigatiekanalen in lage landen en de daarbij behorende bedijkingen voorbij om op het 7^e de aandacht te vestigen, waarin de aanleg van de hoofdwerken stelselmatig wordt behandeld. De stuwen in rivieren worden verdeeld in verschillende soorten, naarmate van den aard van den fundergrond, terwijl ook de oorzaken waardoor zij kunnen bezwijken, achtereenvolgens worden nagegaan. Uit verschillende voorbeelden blijkt, dat de spuisluizen dikwijls ontoereikend zijn gebleken om de opzanding der rivierbedding boven de stuw voldoende te matigen, zoodat ondanks deze de toegang tot de inlaatsuizen wordt versperd, en in veel gevallen raadt de schrijver vaste stuwen met een beweegbaar bovendeel aan. Door de aanzanding boven de stuwen is het voorgekomen dat op den duur het toevloeien van het water naar de inlaatsuizen werd belemmerd en dat waar eerst de vaste damkruin voldoende werd geoordeeld, later daarop beweegbare kleppen moesten worden aangebracht, die in den regentijd neergelegd worden. Dit is o.a. het geval geweest bij de Sone-, de Sirhind- en de Orissa kanalen.

De opzanding kan ook de stabiliteit van den dam zelf bedreigen, omdat er eilanden ontstaan, die begroeien en waar tusschen geulen over blijven. Indien daardoor de stroom evenwijdig aan de stuw gaat loopen kan deze ontgronden. Men heeft hierin soms moeten voorzien door steenen kribben boven tegen de stuwen haaks daarop gericht.

In het volgende hoofdstuk worden voorbeelden gegeven

van stuwdammen op rotsgrond of in steenachtige rivierbeddingen aangelegd. Hoe voorzichtig men zelfs in het eerste geval moet zijn blijkt o.a. bij den dam van *Tumbudra*, het hoofdwerk van het door de „Madras Irrigation and Canal Company” in 1866-'70 aangelegde *Kurnaul* kanaal. Deze dam heeft 1371 M. vrije overstortlengte, de hoogte is gemiddelde 5.40 M., maar wisselt af tusschen 1.80 en 7.80 M. op de verschillende punten van het rivierprofiel. De hooge gedeelten van de stuw bestaan uit een muur van metselwerk in breuksteen met eene beklamping van behakte kalksteen blokken, benedenstrooms te lood, bovenstrooms onder $\frac{1}{4}$ helling. Bij de lagere gedeelten is de wederzijdsche helling $\frac{1}{8}$, terwijl de kruinbreedte van 2.40 M. overal gelijk doorgaat. De rots van gneiss (kristallijn leigesteente) scheen tijdens den bouw volkomen gaaf en hard. Toch werden na verloop van tijd verschillende diepe gaten daarin uitgeschuurd, die met metselwerk in cement moesten worden aangevuld.

Als een voorbeeld van groote valhoogte moet de stuw in de *Betwa* rivier in de N. W. provincien worden vermeld, die ook op een rotsbedding van dezelfde soort rust, maar tevens het karakter van een reservoirmuur draagt, omdat de rivier in den regel zeer weinig afvoert en de verzameling van water boven de stuw als vergaarkom dienst doet. Over eene korte lengte is deze muur, die geheel als stuwmuur is berekend, niet minder den 15.5 M. hoog en over eene groote lengte nog 9 M. De grootste geschatte afvoer van ruim 2100 M³. per sec. geeft op de kruin eene waterhoogte van 2.87 M. voor het beneden water en van 5 M. voor het boven water, dus een verval van 2.13 M. In twee nauwe geulen van de rivier beneden zijn hulpstuwen gelegd waarvan de kruin 6.55 M. lager ligt ten einde een waterkussen bij de overstorting te krijgen. Het geheele samenstel heeft eenige overeenkomst met het hoofdwerk van het Nira kanaal in Bombay. De flinke inlaat- en spuisluizen zijn in detail afgebeeld.

In het 9^{de} hoofdstuk, stuwen in klei en grof zand, wordt in de eerste plaats de aandacht getrokken door de stuw in de *Ravi* rivier ten behoeve van het *Sidhnai* kanaal bij Multan. Deze stuw is betrekkelijk niet lang, 240 M.; doch de fundeering bood moeilijkheid aan omdat de kleilaag die aan weerskanten op een redelijke diepte beneden de kruin werd aangetroffen, midden in de rivier daalde tot 12 à 14 M. beneden de stuwkruin, met een zandlaag er boven op.

Waar de klei lager lang dan ruim 4 M. beneden de toekomstige kruin, werd een sleuf in het zand gegraven (hetgeen mogelijk was omdat de rivier zeer weinig afvoert in den drogen tijd) en werden daarin twee rijen damplanken op 6 M. onderlingen afstand geheid, reikende met de punt tot ruim 6 M. onder de kruin om het doordringen van het water door de zandlaag te verminderen. Op regelmatige afstanden waren dwarsrijen, waardoor kisten voor de fundeering van de na te noemen pijlers ontstonden. De kruin van de stuw ligt namelijk zeer laag, bijna gelijk

met de bedding, maar daarop zijn door penanten van 0.90 M. dikte 32 openingen gevormd van ruim 6 M. wijde, die door naalden worden gesloten. De naalden zijn van deodarbout, 2.28 M. lang en 127 bij 89 millimeters zwaar, het handvat is 46 c.M. lang. Zij rusten tegen houten balken 25 c.M. hoog en 35 c.M. breed volgens de helling van de naald afgeschuind. Spuisluizen zijn niet aanwezig omdat de vaste dam zoo laag ligt, de naalden zijn gemakkelijk te hanteeren en waterdicht te maken.

Wij gaan weder een tal van meer of minder bekende werken voorbij om in het 10^{de} Hoofdstuk stil te staan bij hetgeen wordt medegedeeld over de latere lotgevallen van de *Nijlstuw* welke in de jaren 1886—1890 onder Engelsch toezicht werd hersteld. Zooals bekend is werd een gedeelte van deze stuw, waar de rivier zeer diep was, op eene steenstorting gefundeerd en verder op den slapen ondergrond. Bij het onderzoek gedurende de herstelling werd bevonden dat deze steenstorting, vermoedelijk door het vullen der tusschenruimten met slib, geheel waterdicht was geworden. De herstelling van het werk, waartoe men in 1886 besloot, bestond in eene verhooging van den vloer met 1.25 M. Daartoe werd op het 32 M. breede lichaam tusschen damwanden, dat de oude fundeering vormt, een laag Portland cement beton aangebracht, die in de openingen gedekt werd met gehouwen steen van Triest en daarbuiten met dergelijk materiaal van Cairo. Boven-dien werd de vloer veel breeder gemaakt. Bovenstrooms geschiedde dit door die nog over 25 M. met metselwerk in breuksteen ter dikte van 1 M. voort te zetten, waarop nog 15 M. gewone steenbezetting volgde. Op 20 M. afstand van den bovenrand van het oude fundament werd voorts nog een damwand aangebracht reikende met de punten tot 5 M. beneden de nieuwe vloerhoogte, waarbij de koppen even als die van de oude damwanden geheel door het metselwerk bedekt zijn. Benedenstrooms geschiedde de verlenging van den vloer over 10 à 15 M. eveneens in metselwerk in breuksteen en Portland cement ter dikte van 1.25 M., terwijl op 5 M. verder bij wijze van koffer een doorgaande rij gemetselde blokken gesteld werden, van $5 \times 3 \times 1\frac{1}{2}$ M. De tusschenruimte tusschen deze blokken en den nieuwen vloer werd met steengruis gevuld afgedekt met kleinere blokken van 2.50 M. in het vierkant, dik 0.75 M. Voorbij deze voorziening strekt zich over afwisselende breedte nog een steenbezetting uit, zoodat de gezamenlijke beschermde vloervlakte thans meer dan 120 M. breed is.

In den Damiëtte tak zijn 10 openingen gedicht, zoodat thans elk van de beide deelen der stuw uit 61 openingen bestaat.

De herstelling van de stuw met inbegrip van het aanbrengen van nieuwe ijzeren schuiven, zooals die in Opper-Indië gebruikelijk zijn, heeft f 5.100.000 gekost. Het resultaat is zeer gunstig en voordeelig voor Egypte geweest. In 1890 werd een waterhoogte van 3 M., in 1892 zelfs van 3.80 M. gekeerd, toch is het werk altijd

een bron van bezorgheid en vereischt het voortdurend toezicht en aandacht. In Maart 1891 vertoonde de stuw in den Damiëtte tak teekenen van onderloopsheid. Er ontstond een kleine draaikolk bovenstrooms en een heftig opborrelen van een waterstroom aan de benedenzijde. Men verminderde het verschil in waterstand en zoo spoedig mogelijk werd de grond boven de stuw ter plaatse van het lek uitgebaggerd en vervangen door goede dooreen gewerkte klei. In 1892 was het lekken zeer gering; in het warme seizoen werden de schuiven zooveel mogelijk waterdicht gemaakt door ze te breeuwen met oude lappen; er kwam toen zoo weinig water door de stuw, dat deze hoeveelheid gemakkelijk door een paar kleine pompen weg te malen zou zijn geweest. Door den stroom was een deel van de voor het stoppen der onderloopsheid aangebrachte klei weggevoerd en men was voornemens deze weder aan te brengen en met een laag beton te bedekken.

In het elfde hoofdstuk behandelt de schrijver de spuiopeningen met hunne sluitmiddelen en de beweegbare stuwen. De vraag hoe groot de spuiopeningen in verschillende omstandigheden moeten zijn, is vermoedelijk niet voor eene algemeene oplossing vatbaar. Er is echter een streven merkbaar om ze grooter te maken dan vroeger. In de oudere werken in Madras werden meest openingen van 1.80 M. wijde aangetroffen, thans maakt men ze veelal 6 M. en tot boven hoogwater vrij. Men heeft bijna altijd zulke openingen naast de inlaatsluizen, maar die in het midden van lange stuwdammen welke ten doel hadden eene geul in het midden van de rivier te houden worden meer en meer verlaten. Wil men de overmatige aanzanding boven de stuw voorkomen dan is het veel beter de kruin lager te houden dan het stuwpeil en daarop beweegbare schutten of borden aan te brengen. Bij elke spuisluis zijn breede en sterke vloeren noodig en in den regel is een breed stortebed van meer nut dan een diepe koffermuur. Voorts is het wenschelijk het stortvlak van de stuw en de vloer van de spuisluizen door een afhellende tot boven hoog water reikenden muur van elkander te scheiden, daar anders zware kolken ontstaan, omdat het water dat door de sluizen stroomt een grooter snelheid heeft dan dat hetwelk de kruin van de stuw passeert. De vloer van de spuisluis moet gelijk liggen met de rivierbedding beneden de stuw en, is het zonder buitensporige uitgaven mogelijk, nog lager.

Men heeft de doorsnede van de spuiopeningen wel in verband trachten te brengen met die van de inlaatsluizen en uit bestaande voorbeelden afgeleid dat de eerste gemeten beneden de kruinlijn niet minder dan het dubbele van die der inlaatsluizen zou moeten bedragen, maar in de practijk heerscht hier eene groote verscheidenheid. Bij sommige werken in Madras is de bedoelde profielsinhoud voor beide soorten van openingen nagenoeg gelijk.

Wij staan niet stil bij de verschillende sluitmiddelen, doch teekenen alleen aan dat in de N. W. provincies en Pundjab bijna alle spuisluizen en stuwen met ijzeren val-

schutten worden gesloten, die door een loopkraan tot boven hoog water worden opgetrokken. Deze schutten worden soms 2 of 3 hoog boven elkander aangebracht, waarbij elk deel in een afzonderlijke sponning loopt en de schuiven ± 15 c.M. voorbij elkander schieten. De deelen van de drievoudige schuif in de Chenab Weir, zijn achtereenvolgens 0.84, 1.14 en 2.13 M. hoog en 6.44 M. lang. Men vindt deze en de bijbehorende loopkraan in het werk als een type afgebeeld, dat bij nieuwere werken veel wordt gevolgd. In dit hoofdstuk vindt men ook eene uitvoerige beschrijving van de automatische valschutten van den heer REINOLD, die in de overlaten van den Bhatgardam zijn aangebracht. In het volgende komen inlaatsluizen, stortdammen en andere bijkomende werken aan de beurt. Ons bestek laat niet toe meer te doen dan het een en ander ter loops aan te stippen. Zoo verdient de hoofdsluis van het Midnapore kanaal te Panchkoraah vermelding.

Deze heeft slechts 2 openingen en dient voor een kanaal dat uit een tak van de rivier *Cossye* wordt afgetapt. Het verschil van den hoogsten rivierstand en den kanaalstand bedraagt ongeveer 4.50 M. Hoewel dit werk 3 à 4 jaar in gebruik was en een zeer hoogen waterstand had door staan, werd bij een tweeden hoogwaterstand in de rivier de geheele vloer opgeperst, zonder dat zulks uit eenig teeken vooruit te voorzien was. Het water moet zich langs en onder den bovenstroomschen koffermuur een weg hebben gebaad. Deze koffer, die aanvankelijk tot 1.80 M. onder den vloer reikte, werd bij den herbouw tot op de diepte van 3 M. gebracht en nog beschermd door een rij palen die tot 4.5 M. daar beneden reikte. De lengte van den vloer werd tot 24 M. uitgebreid en de dikte 1.20 tot 1.80 M. vermeerderd. Een stortebed van van gemetselde blokken van gebakken steen strekt zich aan de kanaalzijde tot 15 M. en aan de rivierzijde tot 9 M. voorbij den vloer uit. De snelheid behorende bij het verval van 5.50 M. is ongeveer 10 M. in de secunde en als zoodanig is dit werk, hoewel klein van afmetingen, een goed voorbeeld van hetgeen waaraan werken van deze soort zijn blootgesteld en van de voorzorgen, welke in zulke gevallen in acht genomen moeten worden. De afbeelding van de gegoten ijzeren schuif met windwerk geeft eene duidelijke voorstelling van de practische inrichting daarvan. De schuif breed 1.40 M., hoog 1.80 M. bestaat uit drie van versterkingsribben voorziene aaneen geschroefde stukken boven elkander, waar de ronde stang tot beneden toe door een aangegoten bus doorloopt; deze stang is van boven van een schroef voorzien en deze gaat door een moer die met een horizontaal handvat kan worden rondgedraaid en geplaatst is op een gegoten stoel ± 0.80 M. boven den werkvloer. De schroefstang heeft een huls waaraan twee kettingen zijn bevestigd die aan weerskanten evenwijdig opwaarts over katrollen loopen, welke aan het ondereinde van dienzelfden stoel hangen en aan de andere zijde een reeks schijfvormige tegenwichten dragen. Men heeft alzoo weinig kracht uit te

oefenen, terwijl de verankering van den stoel niet zoo sterk behoeft te zijn.

Een van de belangrijkste werken van recenten datum is de aflaatsluis van het *Qushesha reservoir* in Egypte, waarvan eenige details en een paar perspectievische afbeeldingen zijn gegeven. Dit reservoir van meer dan 32500 H. A. grootte ligt aan de Nijl bewester en benoorden Beni Soef, ongeveer tegenover de plaats waar de Bahr Joessoef naar de provincie Fayoem afbuigt en in het benedenste van een reeks van die kommen, welke bij hooge Nijlstanden volgezet en later weder op die rivier afgetapt worden. Tot dusver geschiedde dit zeer gebrekkig door het wegruimen van een gedeelte dijk, doch door de kracht van het water werd telkens een diep gat geschuurd en alleen door van onnoemelijke hoeveelheden stortsteen gebruik te maken, was het mogelijk den afvoer een weinig te regelen. De hoeveelheid water, die hier op de rivier terugvloeit kan tot 2265 M³. per secunde bedragen. In 1891 werd op deze plaats door de Engelschen een kunstwerk voltooid, ontworpen door Kolonel WESTERN, dat uit niet minder dan 60 openingen van 3 M. wijdde bestaat, gescheiden door zware gemetselde pijlers. De openingen bestaan uit twee verdiepingen. In de bovenste zijn ijzeren valdeuren van het type dat bijv. bij den Dhunowri overlaat is gevolgd (1), welke neerkomen in een ondiepen bak op het gewelf van de beneden openingen, waarvan de benedenfronten als drempel zijn opgetrokken om een waterkussen te krijgen. Deze deuren moeten bij hooge standen schielijk kunnen werken. Met de beneden schuiven kan men meer geleidelijk manoeuvreren, het zijn schuiven die door loopkranen worden gelicht. Op 17 Oct. 1891 in gebruik genomen, bleek het dat alle 60 bovendeuren binnen 20 minuten konden worden losgeworpen door 4 ploegen werkvolk elk van 3 man.

In dit hoofdstuk vindt men ook de stortbakken met roosters (2) van het Baree Doab kanaal, die vroeger het volmaakte nabij schenen te komen, doch thans als anti-quiteit worden behandeld. „They still survive in some of the old weirs on the Ganges and Bari Doab canals, but the principal is not a good one.”

Thans schijnt voor stortdammen in kanalen de zoogenaamde „notch fall” zooals die voor het Chenab kanaal is afgebeeld, het laatste woord der techniek te zijn. Men heeft hier een muur dwars door het kanaal met een stortbak er achter. De muur is echter voorzien van een aantal trapeziumvormige openingen, beneden breed 0.60 M., boven 2.70 M. en diep 3.15 M. De beneden rand der openingen, die bovendien aan de kanten afgerond zijn, ligt gelijk met den kanaalbodem en die rand steekt wat uit, zoodat het water waaiersgewijze wordt voortgeworpen. De openingen, waarvan de hartlijnen 3.60 M. uit een liggen, zijn zoodanig gekozen dat zij bij elken stand evenveel afvoeren als het kanaal, zoodat er geen versnelling

(1) „Bevloeiingen” pl. 25 fig. 4.

(2) Id. pl. 21 fig. 9.

bovenstrooms is. Ook de werking beneden moet uitstekend voldoen. De opkokende golf, bij zoovele stortdammen aanwezig, wordt geheel gemist en de benedenvleugels zijn betrekkelijk slechts kort. Formules, om den besten vorm der openingen te vinden, worden in een bijlage medegedeeld.

Onder de syphons, aquaducten en andere werken bestemd om de afwatering van het terrein in stand te houden ter plaatse, waar een irrigatiekanaal is aangelegd, welke werken het onderwerp van het 13de hoofdstuk uitmaken, valt in de eerste plaats de aandacht op de afbeelding van den Kali Nadi aquaduct in het Beneden Gangeskanaal, die onlangs gebouwd werd in plaats van een van kleiner afmetingen, welke bij buitengewoon hoogwater in de genoemde rivier bezweken is (1). Het Beneden Gangeskanaal heeft op dit punt een debiet van 116 M³. per sec. en de Kali Nadi met een stroomgebied van 6150 K.M². bleek een maximum afvoer van 3680 M³. per sec. te hebben. De aquaduct bestaat uit 15 bogen elk van 18.30 M. wijdte, door zware pijlers in drie vakken elk van 5 openingen verdeeld. Het geheele werk is op putten gefundeerd die tot 15 M. beneden den rivierbodem zijn gezonken. Onder de meest ongunstige omstandigheden is de drukking op den bodem der putten niet grooter dan $2\frac{3}{4}$ K.G. per c.M². en die op den aanleg der zware pijlers slechts $\frac{2}{3}$ van dit bedrag. De cirkelvormige putten hebben 6 M. middellijn onder de tusschenpijlers en kanaalvleugels, 4 M. onder de riviervleugels en 3.60 M. onder de landhoofden en de zware pijlers. De hoofdbogen zijn over het middelste derde gedeelte 1.28 M. en aan de zijden 1.40 M. dik. Het gewicht op de hoofdbogen wordt verminderd door spaarwulven van 1.20 M. wijdte naast elkander met pijlertjes van 0.52 M². er tusschen. Over deze laatste boogjes ligt een platte laag baksteen in cement en de geheele aquaductbodem is verder met een laag cement beton bekleed, terwijl ook de kuipwanden voor de waterdichtheid met cement zijn gepleisterd. De wijdte van het kanaal is in de kuip slechts 39.50 M., waardoor de snelheid bij maximum debiet wordt 1.20 M. per sec. Bedding en wanden van het aarden kanaal gaan geleidelijk tot de afmetingen van de kuip over en zijn bij de vernauwing zwaar met steen bezet.

In het volgende hoofdstuk komen de werken voor de scheepvaart en de schutsluizen aan de beurt. In Bengalen, Orissa en Madras vindt men eenige kanalen, die uitsluitend voor de scheepvaart dienen. Volgens een financieel overzicht leveren daarvan alleen de kanalen dwars door de Gangesdelta van Calcutta naar Burisaul in het oosten eenige netto winst, namelijk 3.8% op het aanleg kapitaal. De schitterende toekomst indertijd door Sir ARTHUR COTTON aan de scheepvaartkanalen voor-

speld, heeft zich niet verwezenlijkt en het inrichten van irrigatiekanalen voor de scheepvaart heeft zelfs wezenlijke bezwaren. De meerdere kosten, welke hiertoe noodig zijn, bepalen zich niet alleen tot de schutsluizen. Men kan ook de snelheid niet grooter nemen dan hoogstens 0.60 M. per sec., want deze is reeds voldoende om de vaart te belemmeren. Daardoor is een grooter doorsnede en een kleiner verhang noodig. Door dit laatste worden de stortdammen verhoogd of vermeerderd. Voorts moet men op het einde der hoofdkanalen dikwijls eene grooter profil aanhouden dan alleen voor de irrigatie noodig is; de bruggen moeten hooger gelegd worden; om te veel sluizen te vermijden moet men soms dieper en langer ingravingen maken, enz. In Britsch-Indië is in den regel het verkeer op de kanalen vergebelyk beneden hetgeen men er van verwachtte, hetgeen ook wel zal toe te schrijven zijn aan de omstandigheid, dat irrigatiekanalen getraceerd worden volgens de meest geschikte richtingen om zooveel mogelijk terrein te bevoelien, maar niet in die, welke in de eerste plaats de meest belangrijke handelscentra verbinden.

Hoewel nog veel belangrijks omtrent uitgevoerde schutsluizen, draagvermogen van den grond en daardoor ondervonden teleurstellingen in dit hoofdstuk voorkomt, moet dit verslag bekort worden en bepalen wij om tot de mededeeling dat in de volgende hoofdstukken het irrigeerend vermogen van water, de „duty”; de wijze van beurt irrigatie (tatil), het traceeren der kanalen, de wijze van beheer en de financieële uitkomsten worden behandeld, waarvan één hoofdsfuk op eene andere plaats in deze aflevering vertaald is overgenomen.

Als algemeene indruk van dit werk kan volmondig gezegd worden, dat zelden of nooit een zoo belangrijk en bij de veelheid van stof toch zoo beknopt en duidelijk handboek over dit onderwerp het licht heeft gezien.

Irrigated India. An Australian view of India and Ceylon their irrigation and agriculture by the Hon ALFRED DEAKIN, M. L. A. Formerly Chief Secretary and Minister of water supply of Victoria, Australia.

Londen, W. THACKER and Co., 1892, prijs f 5.55.

Dit werk heeft zijn ontstaan te danken aan een in 1890/91 gedane reis door Britsch-Indië, in het bijzonder ondernomen om het Australische publiek in te lichten omtrent hetgeen op irrigatiegebied aldaar is tot stand gebracht. De schildering daarvan vereischte echter tevens een beeld van land en volk en daar de schrijver blijkbaar een goed opmerker is en uitstekende introductiën bezat, levert zijn boek eene onderhoudende bijdrage tot de kennis van dat onmetelijke en geheimzinnige land, waarvan elk bericht een bewijs te meer levert, welk een onuitputtelijk veld

(1) Omtrent dit werk, dat nabij het plaatsje Nadrai ligt, vindt men ook mededeelingen en afbeeldingen in Engineering 1891 2e d. bl. 465, le Génie Civil 13 Febr. 1892 bl. 237 en 1 April 1893 bl. 358, terwijl over het zinken der putten gegevens in the Indian Engineer van 1891 voorkomen.

van onderzoek op het gebied van wetenschap en kunst hier aanwezig is

„Indië is waarlijk een land van even groote wonderen „en zeldzame uitersten als die, welke ons in de Arabische „Nachtvertellingen worden geschilderd, een land van tegen- „stellingen en tegenstrijdigheden, van weelde en armoede, „van overvloed en schaarschte, van avonturen en wissel- „valligheden, van zingenot en kastijding van het vleesch. „De gloed van een tropische zon werkt er zoowel leven- „wekkend als doodend en de beker des levens ten boorde „gevuld met zinnelijk genot, wordt nergens ook dieper „tot op den droesem van bitterheid geledigd dan in de „schaduwen van het Hindoeïsme. Nergens heeft den „asceet met zijn gedwongen onthouding, zijn afzichtelijke „zelfkwellingen en zijn krankzinnige zelfverminking op „wreedere wijze gepoogd om licht en leiding aan zijn eigen „smart te ontleenen. Nergens wordt het verstand meer „verbaasd en het oordeel meer verward door den overvloed „van leven in den grond, in de lucht en in het water; „nergens wankelen millioenen menschelijke wezens onder „zwaardere lasten, waarvan zij dikwijls de zwaarste zich „zelf hebben opgelegd. Nergens is het leven meer klaar- „blijkelijk de afstammeling en de voorbode van den dood, „want het land bezit evenveel bouwvallen als de hemel „sterren en de dorpen zelf zijn gesticht op de plaats van „dozijnen vroegere, die onder den voet tot stof zijn ver- „keerd, het een na het andere weggestort als kralen van „den rozenkrans des tijds. En dan staat tegenover die „grijze en vermoeide oudheid van Indië de vurige jeugd „van het land in het zuidelijk halfrond en aanschouwt „als in een tooverspiegel die snel voorbijtrekkende menigte „van volken, koninkrijken, dynastiën en godsdiensten, „welke elkander volgden en nog volgen in een schijnbaar „oneindig aaneen geschakelden keten.”

Waar de schrijver aldus zijn indruk resumeert van het land dat hij bezocht, is het natuurlijk dat zijn meedeelingen meer bevatten dan administratieve, financiële of constructieve details over irrigatiewerken. In de eerste plaats treft het den bezoeker hoe weinig er op de plaats zelf blijkt van dat voorvoegsel *Britsch*, dat gewoonlijk aan het woord *Indië* gehecht wordt. De steden, behoudens enkele weinige hoofdplaatsen, de huizen, de straten, de inwoners, hunne kleeding, voertuigen, gewoonten en taal, de plantengroei en het diellijk leven, alles is vreemd voor Europeesche oogen. Blanke gezichten zijn zeldzaam, naar de Engelsche elementen moet worden gezocht, men kan honderden mijlen sporen zonder een Europeaan te ontmoeten, de Engelsche taal is N°. 24 op de lijst van die welke worden gesproken. De Britsche overheersching wordt dan ook op groote schaal door inlanders en inlandsche middelen uitgeoefend en al bestaat half Indië nog uit staten, die onder inlandsche vorsten beleefdheidshalve als onafhankelijk worden aangemerkt, de Britsche macht is even blijkbaar in de presidentschappen als in Hyderabad of Rajputana. Die macht rust natuurlijk op het leger

en dat, ondanks de verhouding van 1 blanke op 4000 inlanders (de soldaten niet mede geteld), overal orde en veiligheid heerscht is te danken aan de Britsche wetten, door dat leger gebandhaafd. Meer nog dan in onze Oost wordt de inboorling hier in allerlei betrekkingen gebezigd, men heeft inlandsche magistraten, advocaten, geestelijken, aannemers, bankiers en geneesheeren. Waar een Engelschman werkt is hij in den regel de toezichhebbende over een staf inlandsch personeel. Ook het verblijf van den Engelschman in Indië is altijd tijdelijk en niet tuschenpoozen. Ieder, die het betalen kan, brengt het warme seizoen in het gebergte door of gaat na eenige jaren met verlof, niemand vestigt zich er voor goed of huwt er met de vrouwen van het land. Elk jaar komt een nieuwe toevloed van jonge mannen vol hoop en gezondheid en elk jaar vertrekt een aantal om hun laatste levensdagen onder een minder afmattend klimaat te eindigen. Al heeft dit verblijf ook zoodanigen invloed op de gewoonten en denkwijze van den Angelsakser, dat hij niet alleen van woning, kleeding, voedsel en drank verandert, maar ook hoewel oud leerling van BASTIAT de invoerrechten verdedigt, als volgeling van SPENCER zich tot staatsaanleg van spoorwegen en kanalen bekeert en ofschoon partijgenoot van GLADSTONE niet alleen aan geen inlander maar zelfs ook aan geen landsman hier het stemrecht zou gunnen, hij blijft toch de man in ballingschap en hoe schitterend zijn carrière ook is, hij ziet soms in bitterheid terug op den dag der keuze, die hem tot vertrek naar Indië deed besluiten. Geeft ons deze schets den indruk dat de Nederlander zich over het algemeen beter schikt en gedeeltelijk ook assimileert met zijne nieuwe omgeving, het is de vraag welke der beide richtingen op den duur er het meest toe bevorderlijk is om met een krachtigen greep dat koloniaal bezit vast te houden, zonder welk onze natie tot een zeer bescheiden plaats in den statenrij zou af dalen en waarvan het gemis ook voor Groot-Brittannië den nekslag zou zijn. Nadat in het eerste hoofdstuk de Brit in Indië is beschreven, komt in het tweede de inlandsche bevolking in zijn karaktertrekken, gewoonten, levenswijze, enz. aan de beurt. De hoofdgroepen van de 286 millioen inwoners worden gekenschetst en de mededeeling der gesprekken, met inlanders van verschillende rassen gehouden, geeft een levendige kleur aan dit belangrijke hoofdstuk, dat echter eindigt met den somberen indruk, dien het maakt hoe onder het vreedzame Britsche bestuur de bevolking steeds toeneemt (30 millioen in het laatste tiental jaren) en dat overal waar door irrigatie en andere maatregelen nieuwe bestaansmiddelen worden gevormd, de bevolking, in veel sterker mate toenemend dan die middelen veroorloven, altijd armer wordt en de kleine man, de *ryot*, in de laatste paar duizend jaren er niets op vooruit is gegaan, altijd arm, altijd van de hand in den tand levend. De beschaafde mensch kan het volk niet beschouwen als sprinkhanen of konijnen, doch de natuur behandelt het even onmeedoogend als deze en de hon-

gersnooden, oorlogen, opstanden, enz., die oudtijds heerschten, waren bronnen van volksvermindering, welke thans zijn verstoep. Hetgeen het Britsch Gouvernement tot stand bracht door spoorwegen, irrigatie en andere werken schijnt een kasteel gegrond op het zand der zee, dat dreigt weg te stroomen door den steeds wassenden vloed der bevolking. Hoe vreedzamer tijden, hoe vruchtbaarder de velden, hoe rechtvaardiger de wetten zijn, des te meer vermenigvuldigen zij zich en de wijsgeerige geschiedschrijver, die al den moed, de geestkracht, de bekwaamheid, de offervaardigheid en edele gevoelens aanschouwt, waarmede naar betere toestanden wordt gestreeft, eindigt niet met een loflied maar met de weemoedige vraag: Waartoe?

In de volgende hoofdstukken worden de physische gesteldheid en politieke indeeling der onderdeelen in het algemeen beschreven en voorts aan Ceylon, Madras, Beneden Bengalen, Bombay, de onafhankelijke staten, de Noordwest provinciën en Pundjab afzonderlijk de aandacht gewijd om daarna een algemeen blik op den landbouw te slaan en de voor des schrijvers doel belangrijke vraag te behandelen in hoeverre het Indische koren concurrentie aan dat van Australië zal aandoen en of de handelsrelaties van beide landen voor uitbreiding vatbaar zijn.

Met het 12^{de} hoofdstuk naderen wij het hoofdonderwerp en wordt in het algemeen over bevoeiingen gesproken. Nu volgen afzonderlijke beschrijvingen van de werken in Madras en Bombay, van de Gangeswerken, het Bari Doab kanaal en de Sirhind kanalen. Wat deze beschrijvingen levendig maakt is het verslag van het persoonlijk bezoek van den schrijver, van de verse indrukken op de plaats zelf verkregen. Ons bestek gedooft niet hem op die tochten te volgen. Om er echter eenig denkbeeld van te geven volge hier eene beschrijving van de reis naar het Baree Doab kanaal onder de leiding van den Executive Engineer, den heer BENTON.

„Onze eerste étappe gaat langs een zijspoorweg naar Pathancot, bij het vallen van den avond een vervelende reis, alleen afgewisseld door het van tijd tot tijd passeeren van groote zijkanalen, of het stoppen aan tusschenstations, versierd met Bougainvillia's en klimplanten. De gewone menigte inlandsche mannen en vrouwen zijn in hunne compartimenten opgehoopt, babbelen en eten snoepgoed. Sommige zitten gehurkt op de banken en praten door; andere wikkelen zich in hun wijde mantels en vlijen zich neer. De vrouwen hebben een waggon apart en het onophoudelijk geratel van hun tongen legt getuigenis af van een smaak voor praatjes, die beide seksen hier gemeen hebben.

De heer BENTON is vorst in deze streek, welke geheel door het kanaal wordt bevoeid en daarom komen bij elk station een of meer onderdanige Hindoes om rapport te doen over onderhanden herstellingen, over den toestand der kanalen dan wel om aanwijzingen te ontvangen, waartoe zij zich dikwijls vastklemmen aan den trein, die zich reeds

in beweging stelt, om de laatste bevelen op te vangen, waarna zij hun salaam maken en in de duisternis verdwijnen. Het is laat voordat wij de bestemming bereiken, waar wij ons maal zullen houden en te voet achter een lampdragenden chuprassie een kleine stad binnentreden, even onschuldig vreemd aan straatverlichting als aan plaveisel. De laatste gloed van eenige vuren duidt de huizen aan, waar men laat is opgebleven en ten slotte klauteren wij een steilen vroeger versterkten heuvel op om in de gewone bungalow aan te landen. Mijn naakte kamer bevat slechts een charpoy of bedstede van geknoopt touw, een paar stoelen, een lamp en een stookplaats, waar een stuk van een gebroken wiel en eenige spaanders worden aangeblazen door den khitnagar die, barrevoets, getulband en in lompen gehuld als type in al deze verblijven wordt aangetroffen. Een bediende ontgespt een ruw wollen deken, spreidt de zezail of het inlandsche dekbed over het laken, plaatst een peluw aan het hoofdeind en de deken aan het voeten-eind en laat mij alleen bij het onzeker licht van het opvlammend vuur, dat langs de gewitte muren opflikkert tegen de zoldering, die met doek is bekleed, om te voorkomen dat de slangen uit het strooien dak op den arge loozen bezoeker neervallen. Het is nu midden in den winter en de slangen zijn in diepen slaap, hun voorbeeld schijnt navolgenswaard en men dommelt in bij het gehui van roofdieren, die in de verte op de velden buiten de dorpsmuren ronddolen en waarop de straathonden half uit vrees, half uit overmoed met keffen antwoorden, afgewisseld door een flauw wegstervend geblaf.

De volgende morgen wacht de onvermijdelijke blikken tobbe op den onvermijdelijken cementvloer van de kleine badkamer met kille omhelzing mij bij het eerste krieken van den dag. Na in haast eieren, geroosterd brood en thee naar binnen te hebben gewerkt, wordt onze baggage op de „tonga” gebonden en na deze te hebben verlaten om zijn weg naar beneden te vinden, betreden wij het stadje, waarvan de bewoners juist voor den dag beginnen te komen. Op een kruispunt hooren wij de eentonige stem van een Mahommedaan, die hardop zijn gebeden doet, voor hij zijn dagtaak begint, wij wisselen een groet met een koeherder en zijn weldra in het open veld, een kale vlakte, met hier en daar wat struiken, waar de cultuur hoe langer hoe schaarscher wordt. De weg is steenachtig maar niet slecht en passeert breede waterloopen, welke van den bergketen afkomen waarheen wij ons wenden. Met langen slependen tred zoekt een jakhals, wiens strooptochten nabij het dorp met het daglicht eindigen, voor ons uit zijn leger op, eenige watervogels vliegen schreeuwend op uit een laagte, een paar kleine herten staren ons een oogenblik aan en vluchten dan ijlings langs een steenachtig spoor naar een afgelegen boschje. Wolven vinden hier ook nog een onderkomen en doen soms nog veel kwaad, terwijl nu en dan een tijger in de wildernis zich vestigt. Dan vereenigt het volk zich in massa en is het weldra met hen gedaan. De velden, die wij tegenkomen, zijn

voor de veiligheid ruw afgeheid en schijnen in hoofdzaak voor het kweken van hennip te dienen. De weg is meestal aan weerskanten beplant met *jaman* boomen, waarin papegaaien schreeuwen; naarmate wij voortgaan wordt het woester, wij ontmoeten een paar kameelen en eenige clubjes kashmiren, die van het gebergte komen om bijden landbouw werk te zoeken. Zij hebben de rivier, waar wij ons heen begeven, doorwaad, en plotseling staan ook wij voor haar oevers, want het hoge plateau, dat wij overtrokken, eindigt hier plotseling, waar de rivier zich een bedding heeft ingesneden, die tevens de grens aanduidt van het Britsche grondgebied aan den voet der uitloopers van de Himalaja, welke de grenzen van Kashmir uitmaken."

Na hier een oud vervallen grensfort bezichtigd te hebben gaat de tocht te water verder: Aan den rivieroevers staan twee Hindoes klaar alleen met een sarong en een tulband gekleed. Elk draagt twee groote, ledige opgeblazen buffelhuiden, die zorgvuldig dichtgenaaid en geolied zijn — vormellooze blaasvormige pontons, die er uitzien als overleden nijlpaarden. Twee er van worden naast elkaar met de kopeinden benedenstrooms in het water gelegd, de stompen der pooten omhoog gericht en een langwerpige sassak van gevlochten bamboe wordt er over gebonden. Wij hurken er op neder, door ons gewicht wordt het vlot tot op 4 à 5 duim in het water gedrukt. Behalve dat er geen rugsteun of leuning aan is vormt het een vrij gemakkelijke zitplaats. Elk van de inlanders gaat nu te water hangende op een afzonderlijke huid met de borst er op drijvend en de beenen in de rivier, terwijl zij de *urnai* (zoo heet het vlot) aan weerskanten vasthouden. Zij vervullen de rol van stuurlieden, roeiers of dragers al naar omstandigheden. Voortstuwing was niet noodig in de rivier, die met een 4 à 5 mijls vaart stroomt in zijn gewonen loop en nog wel dubbel zoo snel bij de veelvuldige versnellingen. Er is overleg noodig om langs deze neer te schieten zonder een rotspunt te raken of tegen de klippen op zijde te worden geworpen. Het gevolg daarvan zou echter meer bestaan hebben in kneuzingen of breuken dan in verdrinken, want in dezen tijd van het jaar is de rivier in zijn verschillende armen zelden breder dan een honderdtal voeten met diepten die van 2 tot 8 à 10 voet afwisselen. Op dit bovendeel gelijkt zij veel op de Po, maar met schooner omgeving, terwijl zij ook veelvuldiger met woeste bandjirs wordt gevuld dan in de Italiaansche rivier bij het hoofdwerk van het Cavour kanaal het geval is. Het verhang van de *Ravi* bedraagt ongeveer 25 voet per mijl (1: 211), het water komt zelfs in dezen tijd van het jaar uit het gebied der sneeuw en is daardoor blauw, koud en doorschijnend.

Op het eigenaardige vaartuig worden oeververdedigingen, kribben en dammen in oogenschouw genomen en de schrijver heeft tevens gelegenheid over de onderhanden plannen en ontwerpen te spreken, de eigenaardigheden en het loon van het werkvolk te vermelden, de inlandsche korenmolentjes die door een schoepenrad worden gedreven te bezien en de geschiedenis van de werken ter sprake te brengen.

Waar het pas geeft wordt ook kritiek uitgeoefend en

ook van hetgeen als mislukt is te beschouwen wordt een verslag gegeven, waarvan de uitvoerige mededeelingen over het kanaal door de „Madras Company" aangelegd niet het minst leerzame is. Het zou de gedeeltelijke ten uitvoerlegging zijn van reusachtig plan door Sir ARTHUR COTTON ontworpen. Deze wilde een dam leggen in de Tungabadhra, een van de voornaamste affluents van de Kistna, daardoor deze stroom in de Pennar leiden en eindelijk door een kanaal van 200 mijl vereenigen met het East Coast Canal, de Kistna delta, de stad Madras en den Golf van Bengalen. Noordwestwaarts zou van hetzelfde punt een kanaal van 600 mijlen naar Poonah loopen en op de westkust uitkomen bij de fraaie haven van Beital, terwijl de vertakkingen van Ahmednuggur in het noorden zich zouden uitstrekken tot de in het zuiden gelegen kustplaats Mangalore. Het schiereiland zou op die wijze van het westen naar het oosten in zijn geheel en van het zuiden naar het noorden voor een groot gedeelte door kanalen worden doorsneden. Men hoopte een terrein van 150.000 vierk. Eng. mijlen met 10 miljoen inwoners een vermeerderd handelsverkeer van 5 miljoen pond sterling te verschaffen en zou daarvoor slechts 2 miljoen pond besteden.

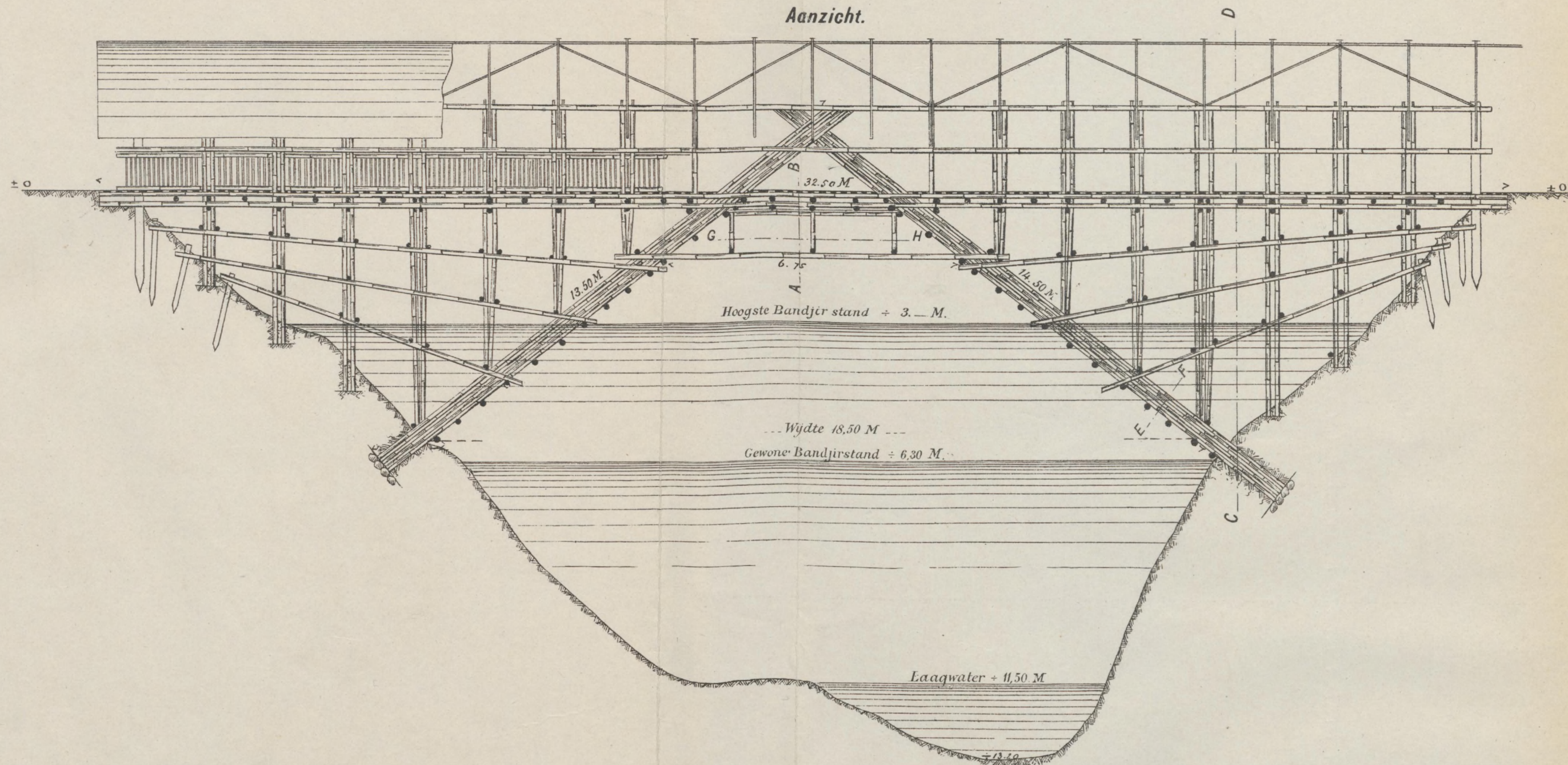
Een gedeelte dat bestond in een hoofdkanaal uit de Tungabadhra en 3 vergaarkommen zou voor 1 miljoen pond door eene maatschappij worden gemaakt, die op dat bedrag van staatswege eene rentegarantie van 5% wist te verkrijgen en naderhand nog een voorschot van 600.000 pond, om een tweede sectie van het kanaal te beginnen. Men was zeer ongelukkig met de uitvoering. Toen van de stuw in de Tungabadhra ruim $\frac{1}{3}$ van het daarvoor geraamde bedrag was besteed, werd door nadere opnemingen geconstateerd dat de gekozen plaats ondoelmatig was en verlaten moest worden. De toen ondernomen dam te Soenkesala werd wegens slechte uitvoering en slecht toezicht zwaar beschadigd en had in 1870 vijfmaal meer dan de raming gekost. Het kanaal moest allerlei kostbare verbeteringen ondergaan, een aquaduct te Hindri, door de nieuwe ligging van den dam noodig geworden, die met 14 bogen van 12 M. spanning op 14.500 £ was begroot, kostte 30.000 en na de uitvoering moesten drie slecht gefundeerde pijlers worden hersteld. Een aantal werken overschreden aldus de raming of waren slecht gemaakt, de maatschappij had al haar kapitaal opgebruikt en daar van het irrigatiewater geen voldoende gebruik werd gemaakt, gaf de exploitatie verlies in plaats van winst. De staat was genoodzaakt de maatschappij uit te koopen en hoewel men als minimum gegaan is tot het berekenen van het water tegen 1 shilling per acre, wordt er toch nog geen voldoende gebruik van gemaakt en dit ligt aan den aard van den grond, die geen bevoeiing noodig heeft en door de plaatselijke regens voldoende wordt nat gehouden om ruime oogsten te leveren.

En hiermede nemen wij afscheid van een boek, waaruit de lezer meer wetenswaardigs kan leeren dan hij bij een persoonlijk bezoek aan het land wellicht zelf zou opdoen.

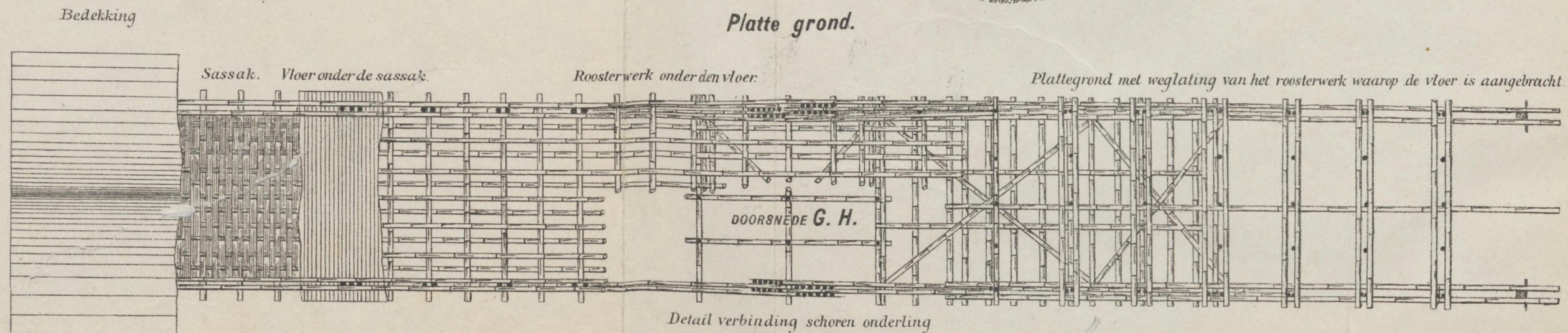
BAMBOEZEN BRUG OVER DE TJITANDOEN GELEGEN IN DEN WEG VAN INDIHIANG NAAR TJIAMIES EN CHERIBON.

Schaal 1 à 100

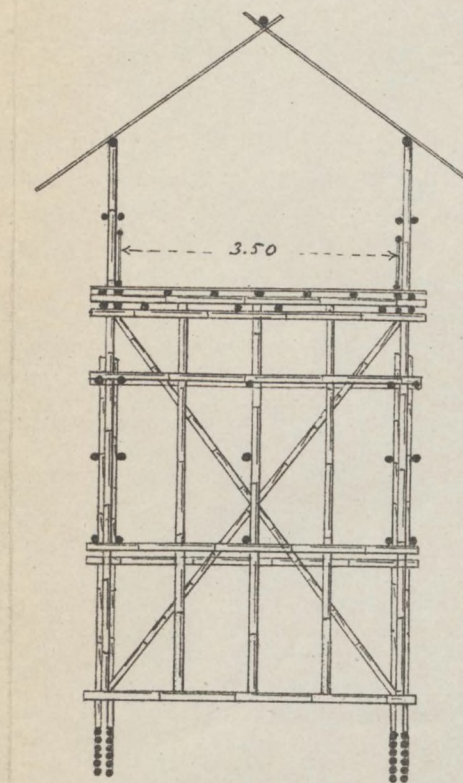
Aanzicht.



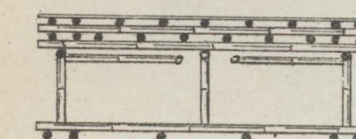
Platte grond.



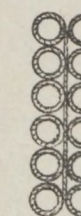
DOORSNEDE C. D.



DOORSNEDE A. B.



DOORSNEDE E. F.



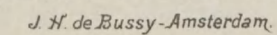


Fig. 3^{a-c} Inlaatsluis.
1: 250.

FIG. 3^b LENGTE DOORSNEDE a. b. c. d.

FIG. 3^a PLATTE GROND.

FIG. 5^a PLATTE GROND.

FIG. 3^c DOORSNEDE g. h. i. k.

WATERLEIDING UIT DE TJI SOKKAN, DISTRICT TJIHEA,
RESIDENTIE PREANGER REGENTSCHAPPEN.

Fig. 1. Kaart van de 1^{ste} Sectie der leiding.
1: 2500.

FIG. 4^b DOORSNEDE a. b.

Fig. 4^{a-d} Spuisluis
bij ingang Tunnel IV.
1: 250.

FIG. 4^a PLATTE GROND.

FIG. 4^c DOORSNEDE c. d.

FIG. 4^d DOORSNEDE e. f. g.

FIG. 5^b DOORSNEDE e. f.

FIG. 6^c DOORSNEDE a. b.

Fig. 5^{a-c}.
Stortdam in de Tji Djambé
bij uitmonding Tunnel III.
1: 250.

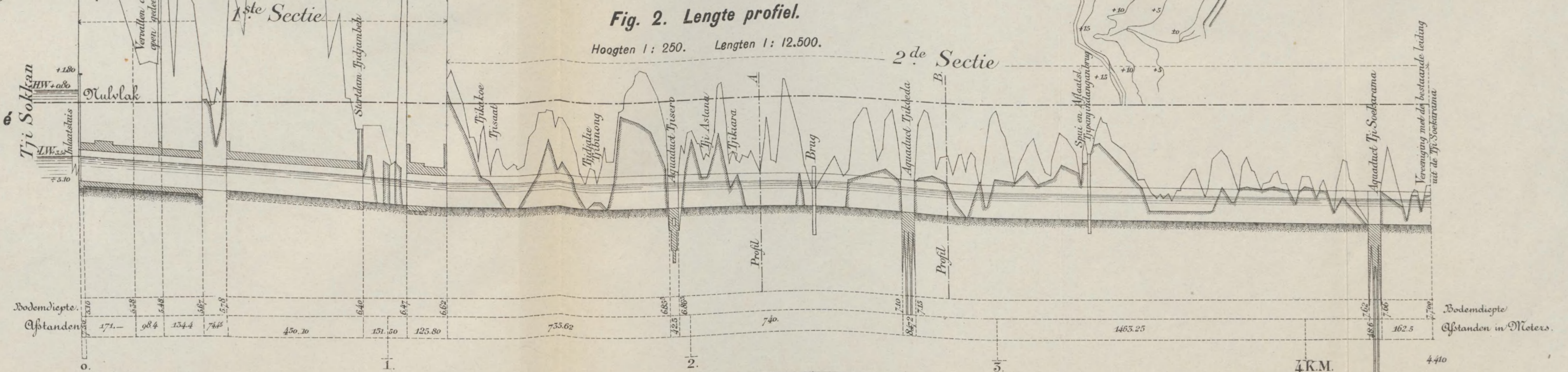
Legenda.

- I. Inlaatsluis (Ingang Tunnel I.)
- II. Uitmonding Tunnel I.
- III. Ingang Tunnel II (open gedeelte lang 4 M.)
- IV. Uitmonding Tunnel II.
- V. Ingang Tunnel III.
- VI. Aquaduct Tji Djambé. Uitmonding Tunnel III.
- VII. Spuisluis. Ingang Tunnel IV.
- VIII. Uitmonding Tunnel IV.
- II-III. Vervallen open ingraving.
- IV-V. Open ingraving.
- VI-VII. Open ingraving.

Fig. 2. Lengte profiel.

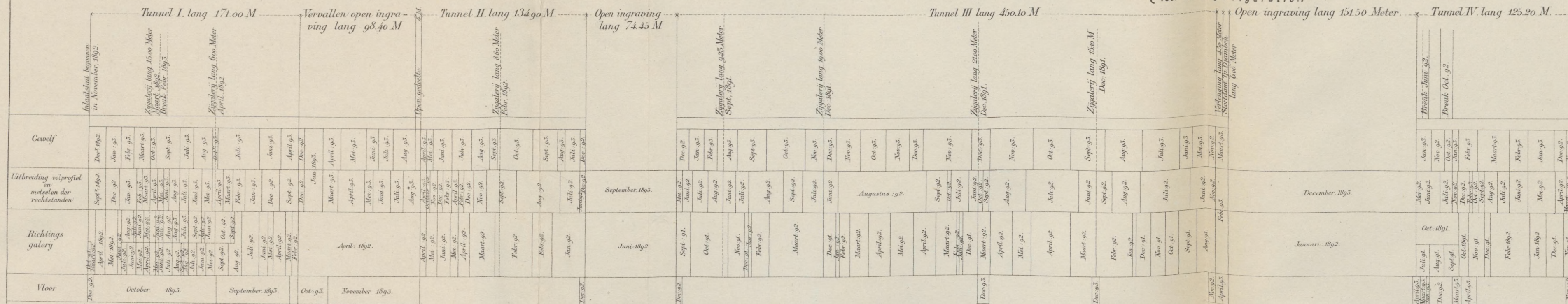
Hoogten 1: 250. Lengten 1: 12.500.

2^{de} Sectie

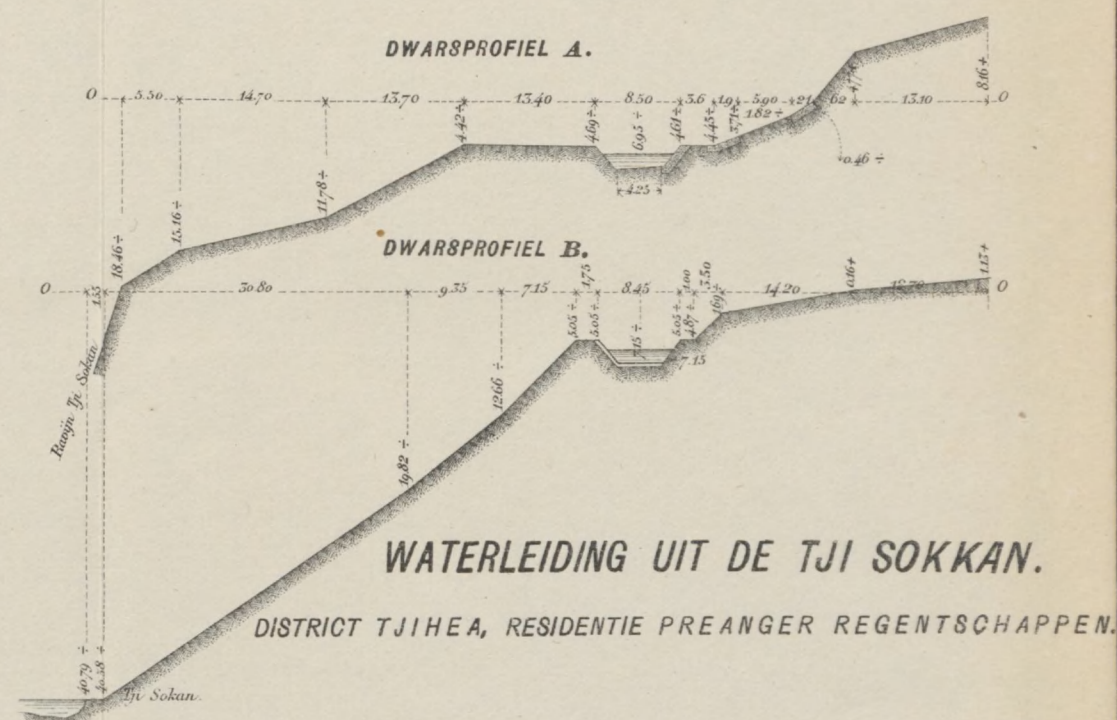
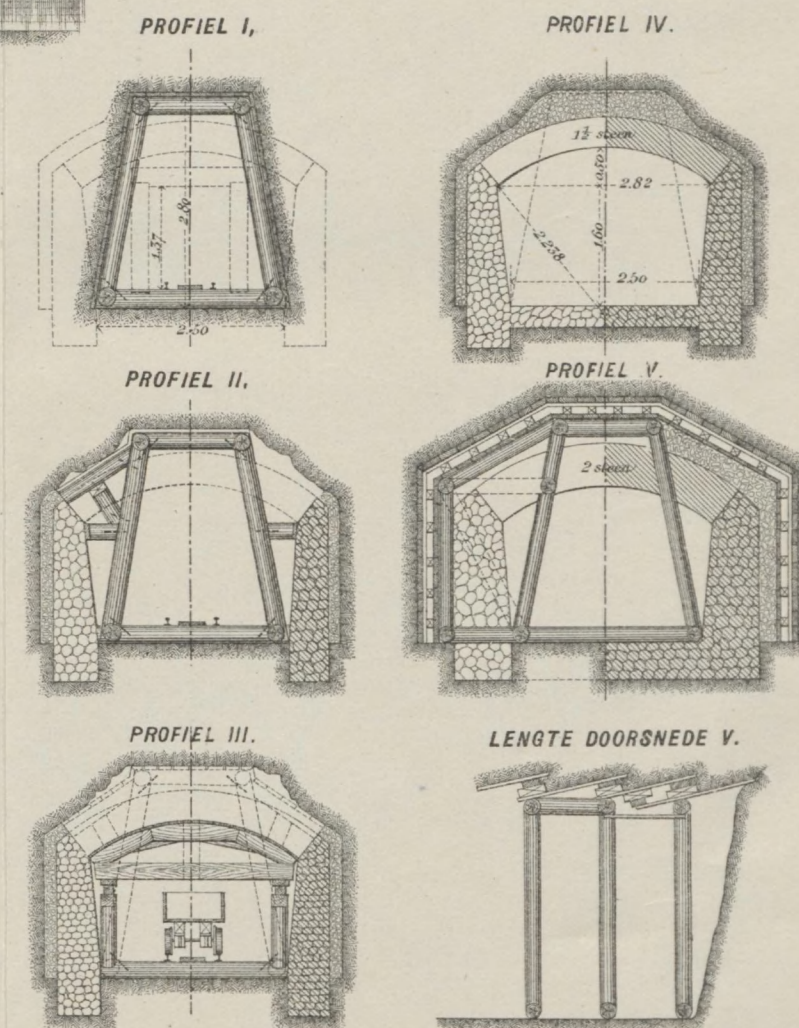


Schema van den voortgang der Werkzaamheden in de 1^e Sectie.

Schaal { voor de lengte 1: 2500.
voor de hoogte figuratief.

Kanaalprofielen in de 2^e Sectie, beneden Tunnel IV.

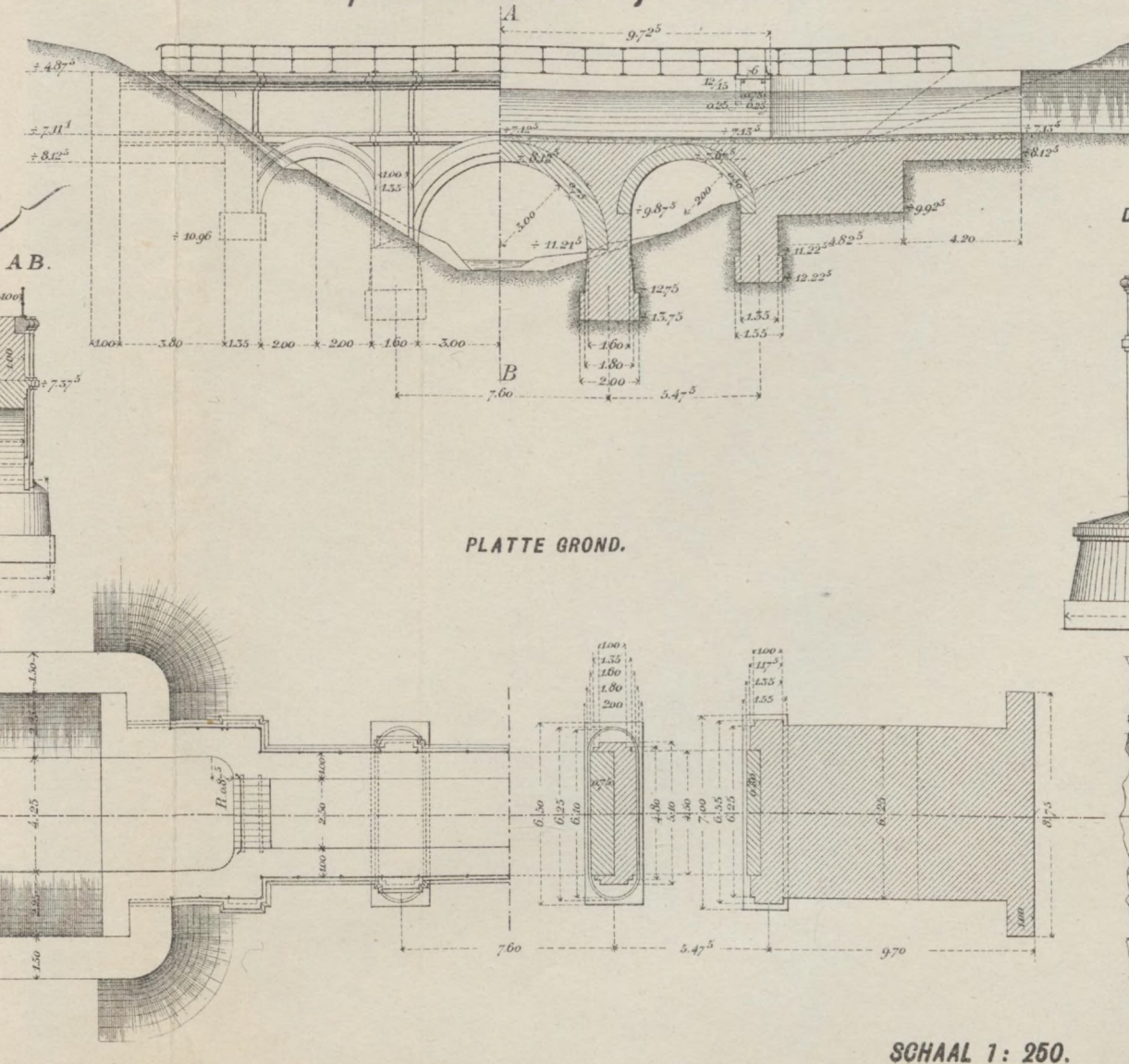
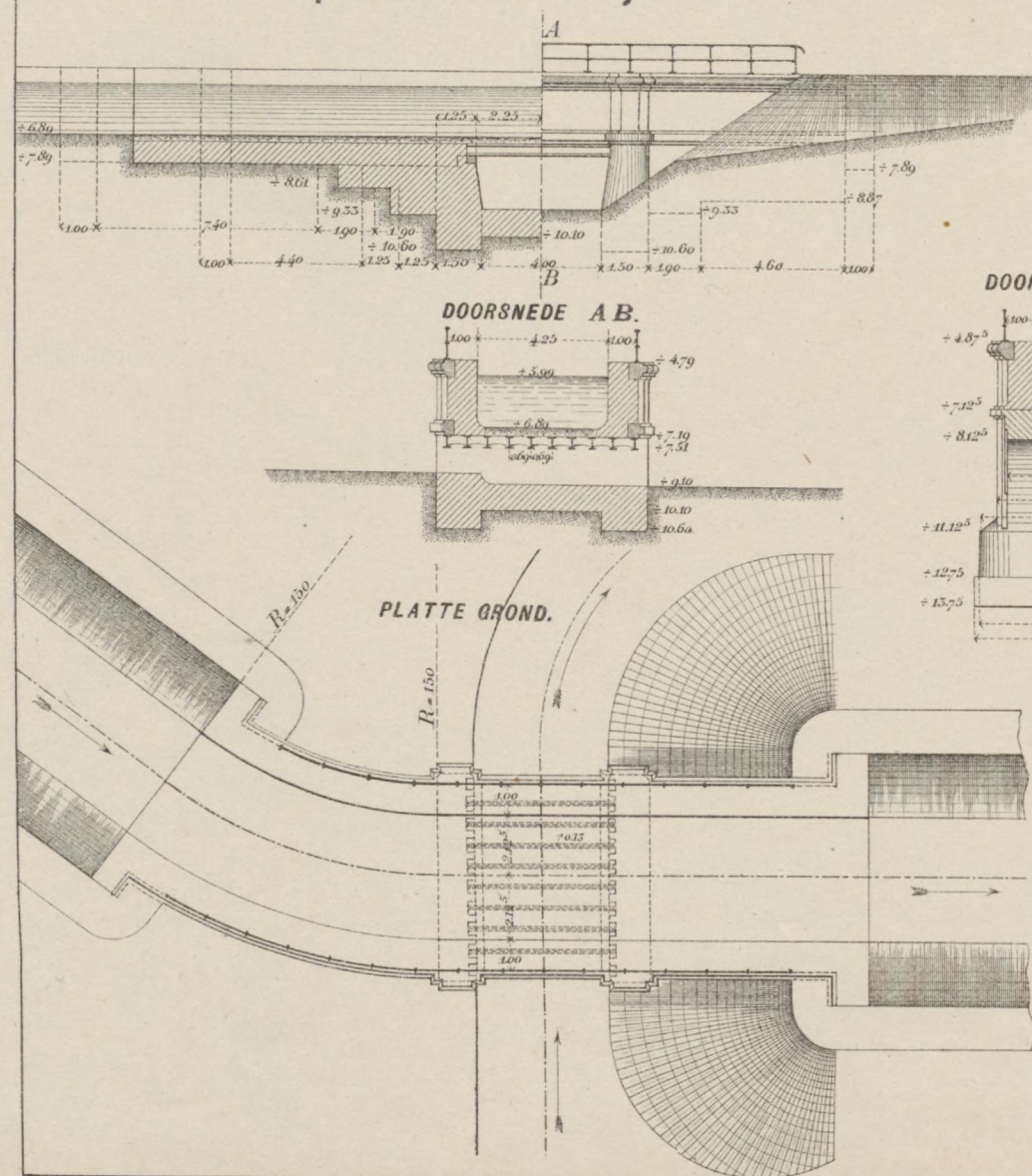
1: 750.

Tunnelprofielen.
1: 100.

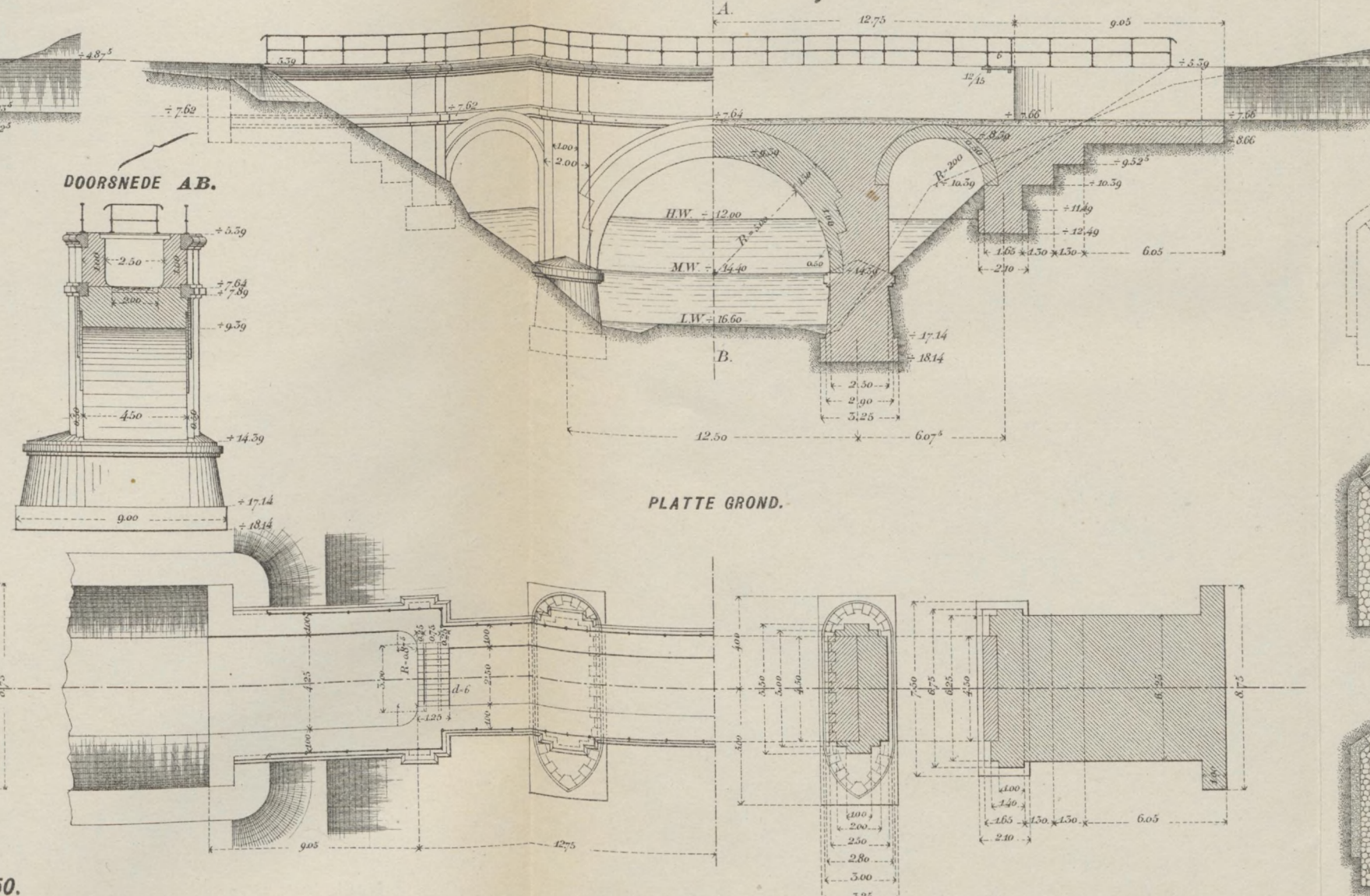
Aquaduct over de Tji Sero.

Aquaduct over de Tji Koeda.

Aquaduct over de Tji Soekarama.



SCHAAL 1: 250.



TOESTEL VOOR HET AUTOMATISCH OPNEMEN EN IN TEEKENING BRENGEN VAN TERREINEN.

Fig. 1. Reductie-toestel.

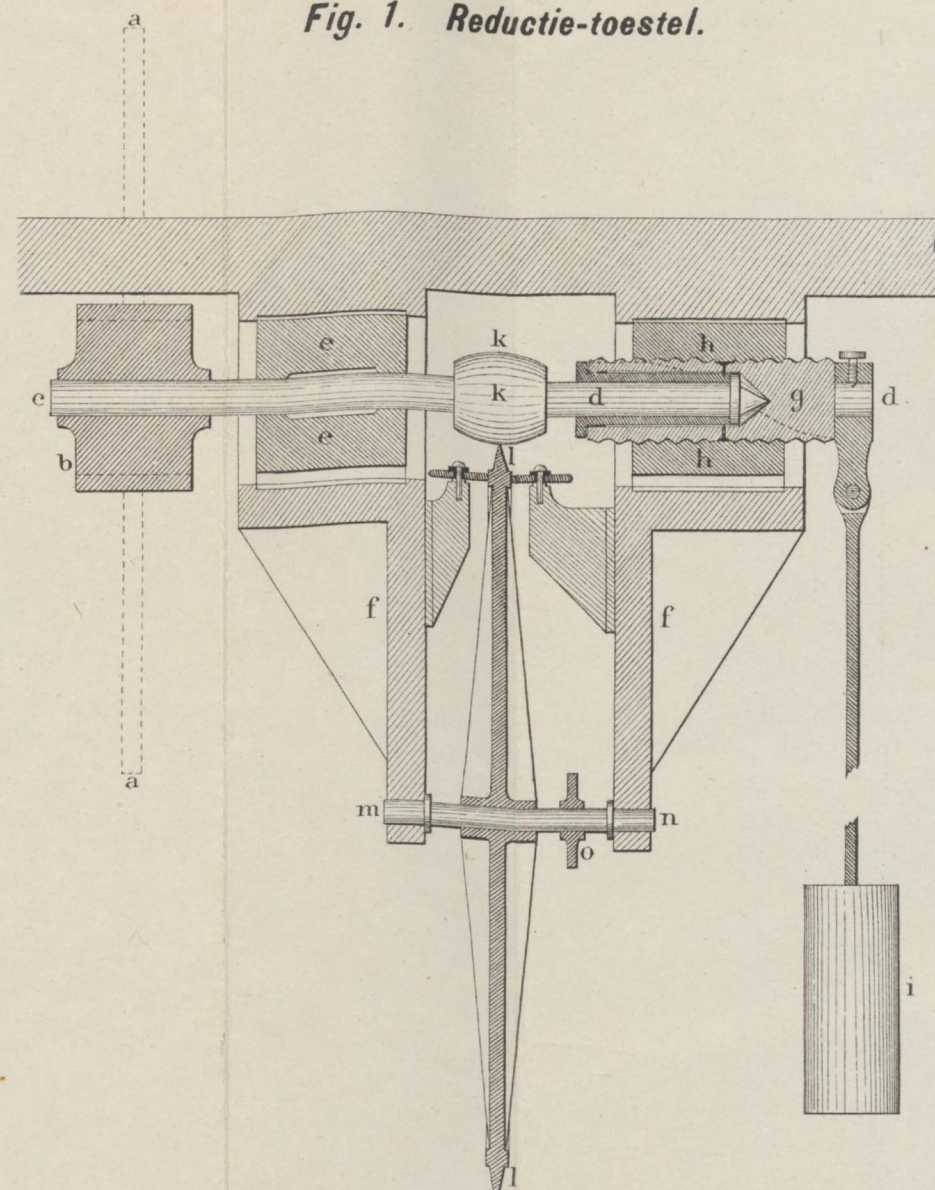
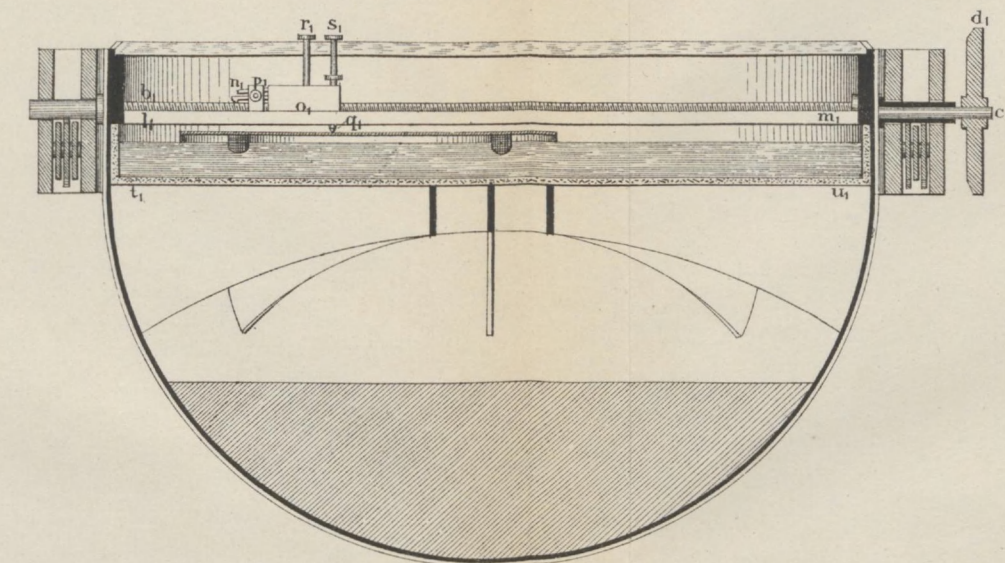


Fig. 2. Teeken-toestel.

OPSTAND.



PLATTE GROND.

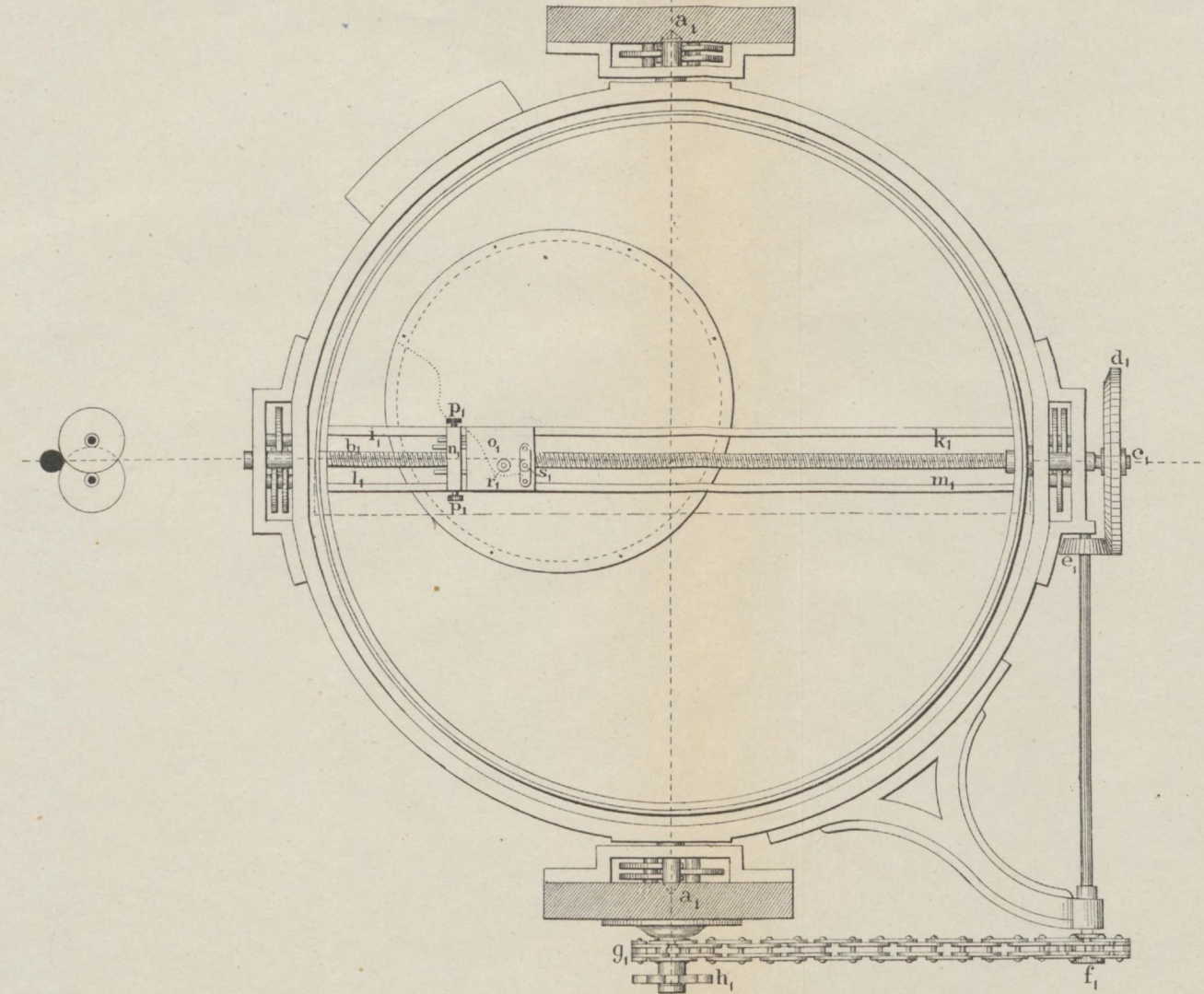
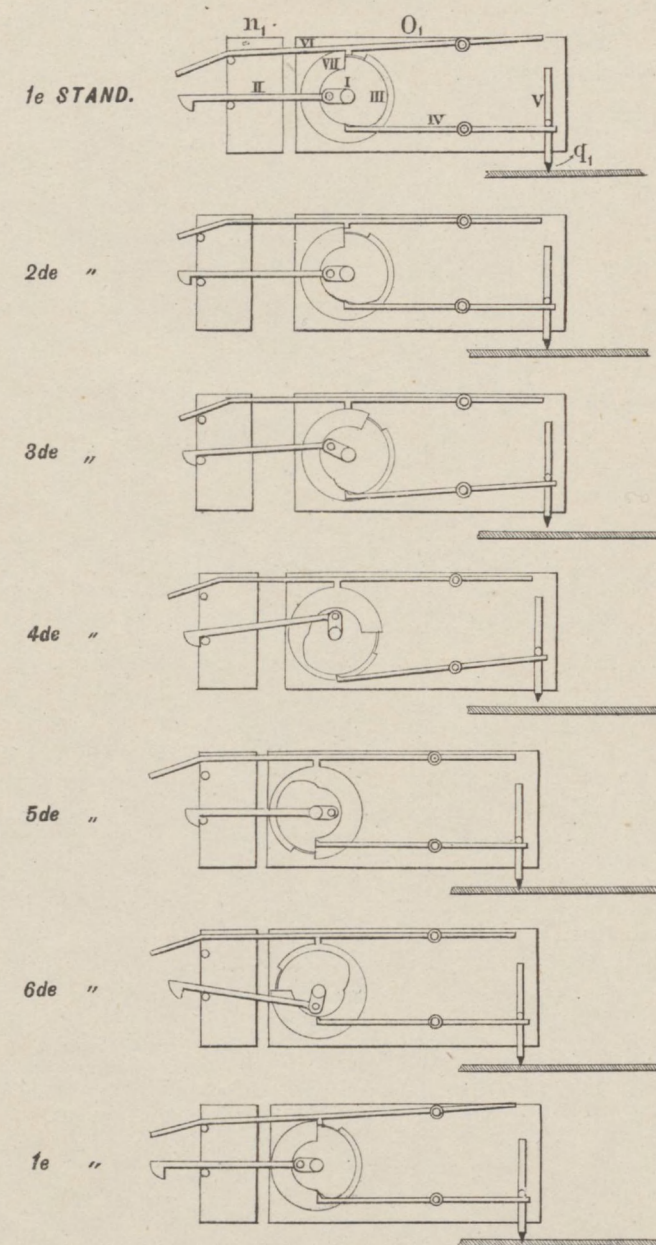


Fig. 3. Schematische voorstelling van de werking van het mechanisme in het kastje O₁.



LEGENDA VAN FIG. 3.

- I. Krukas.
 - II. Trekstang met klauw.
 - III. Excentriekschijf.
 - IV. Hefboom.
 - V. Stift. (q₁)
 - VI. Pal.
 - VII. Palschijf.
- N.B. De veertrommel, raderen en windvleugel zijn niet geteekend.

BEVLOEIJING UIT DE RIVIER WALOEH (TEGAL)

FIG. 1a.
DOORSNEDE AB.
1 : 250.

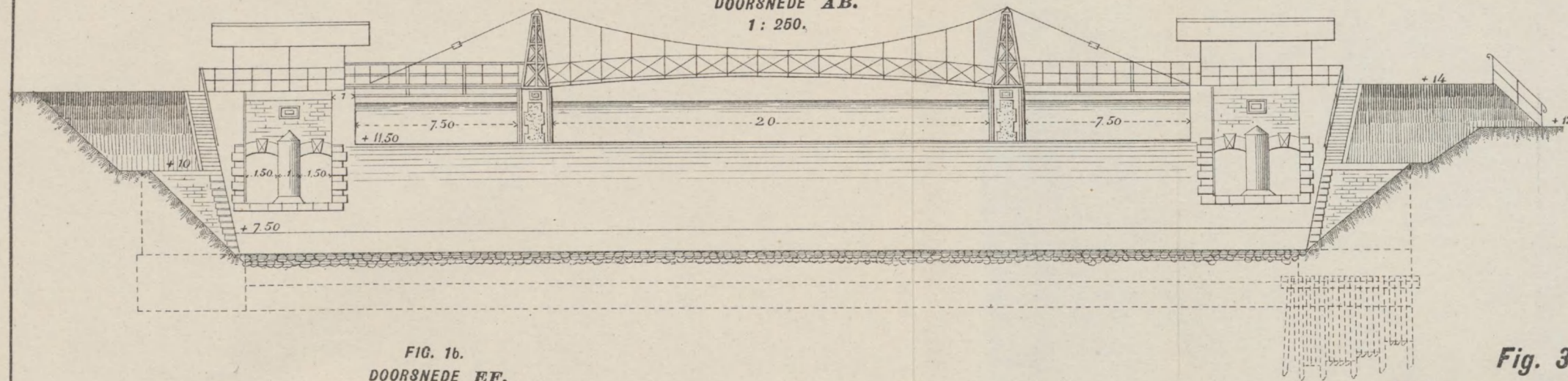


FIG. 1b.
DOORSNEDE EF.
1:250.

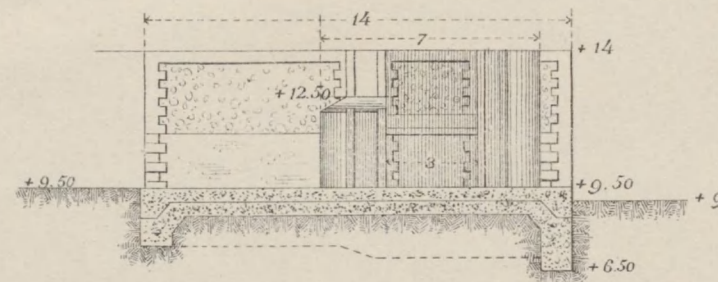


FIG. 1c.
PLATTE GROND.
1 : 500.

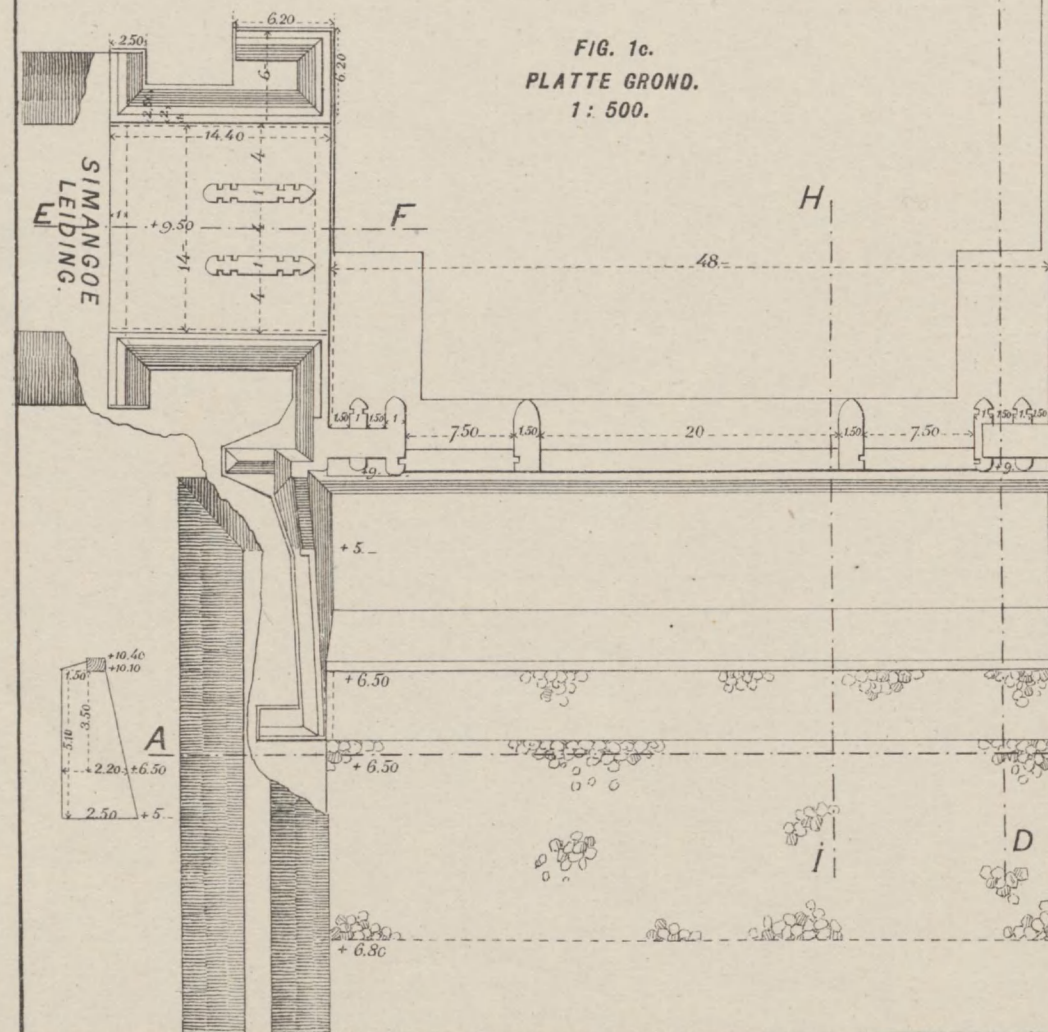


Fig. 1a-e
Stuwdam en Inlaatsluizen
te Soengapan.

Fig. 3.
voor betonpijlers.
1: 100. o o

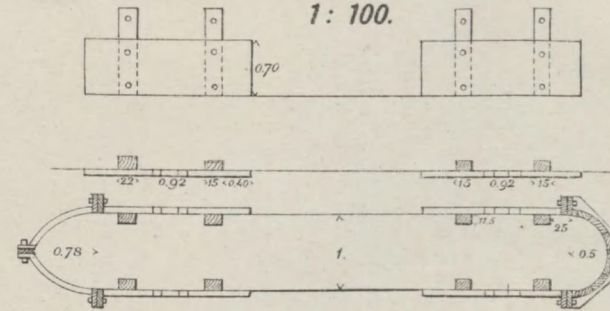


Fig. 2.
Stelling voor de betonstorting.
1: 250.

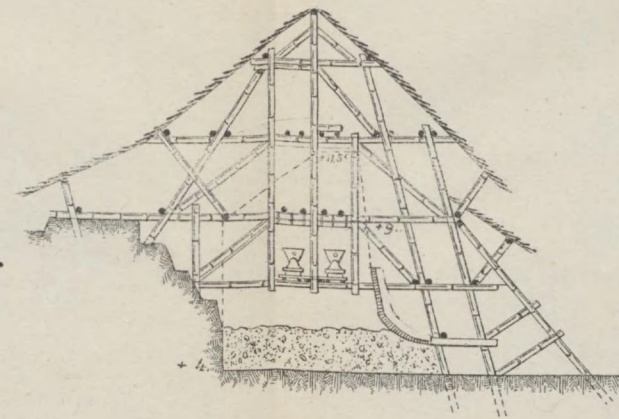


FIG. 1d.
DOORSNEDE OD.
1: 250.

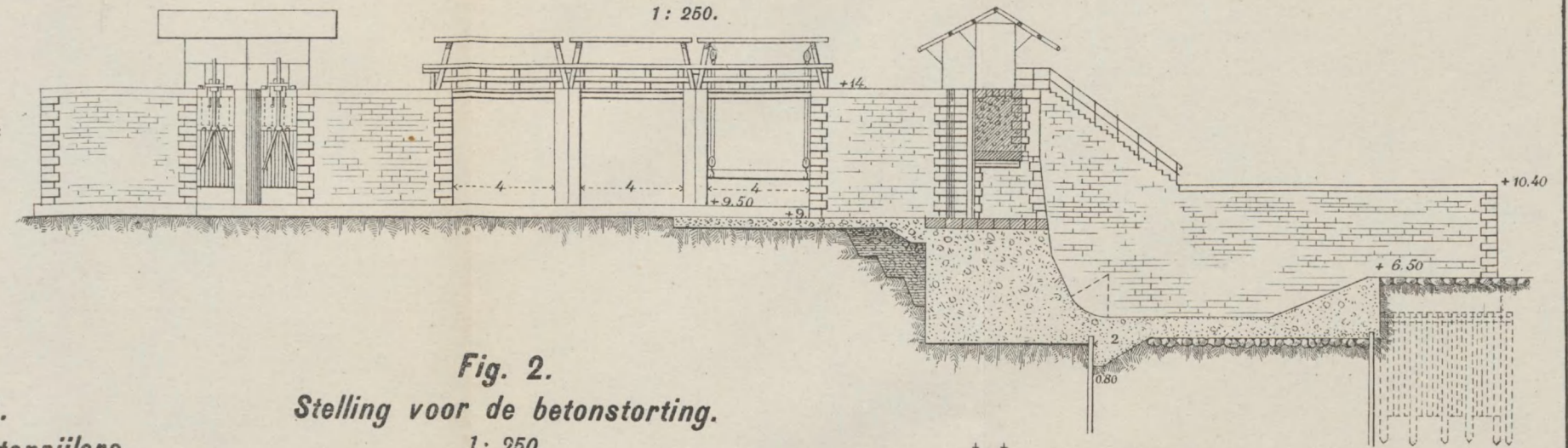


FIG. 1e.
DOORSNEDE HI.
1 : 250.

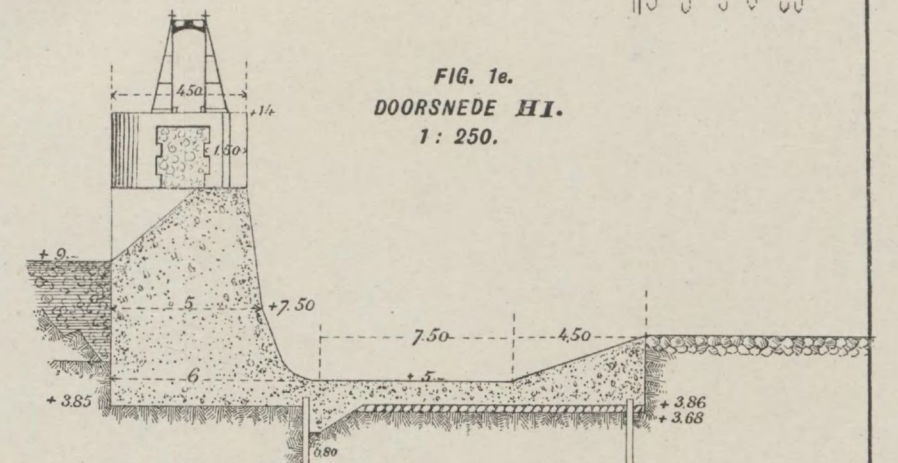


Fig. 5.
Kaart van het Oostelijk deel
der residentie Tegal.
1: 400.000.
Java Zee

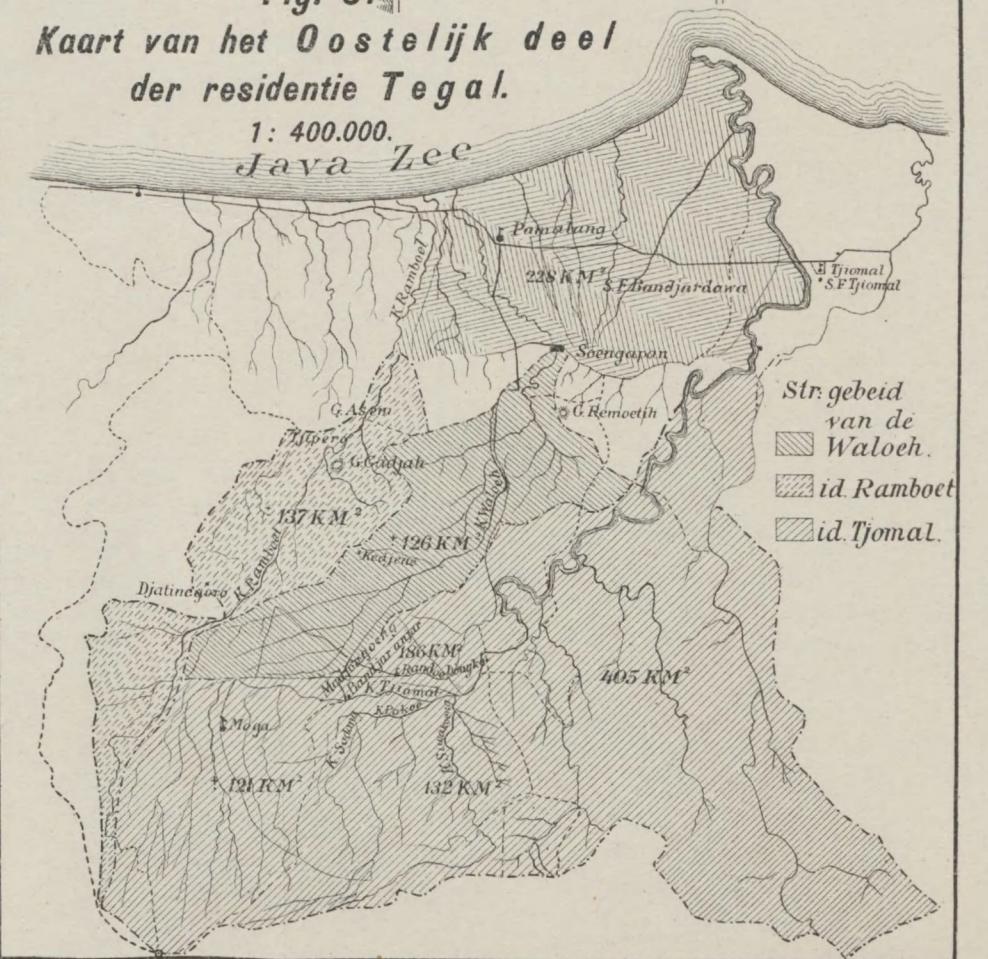
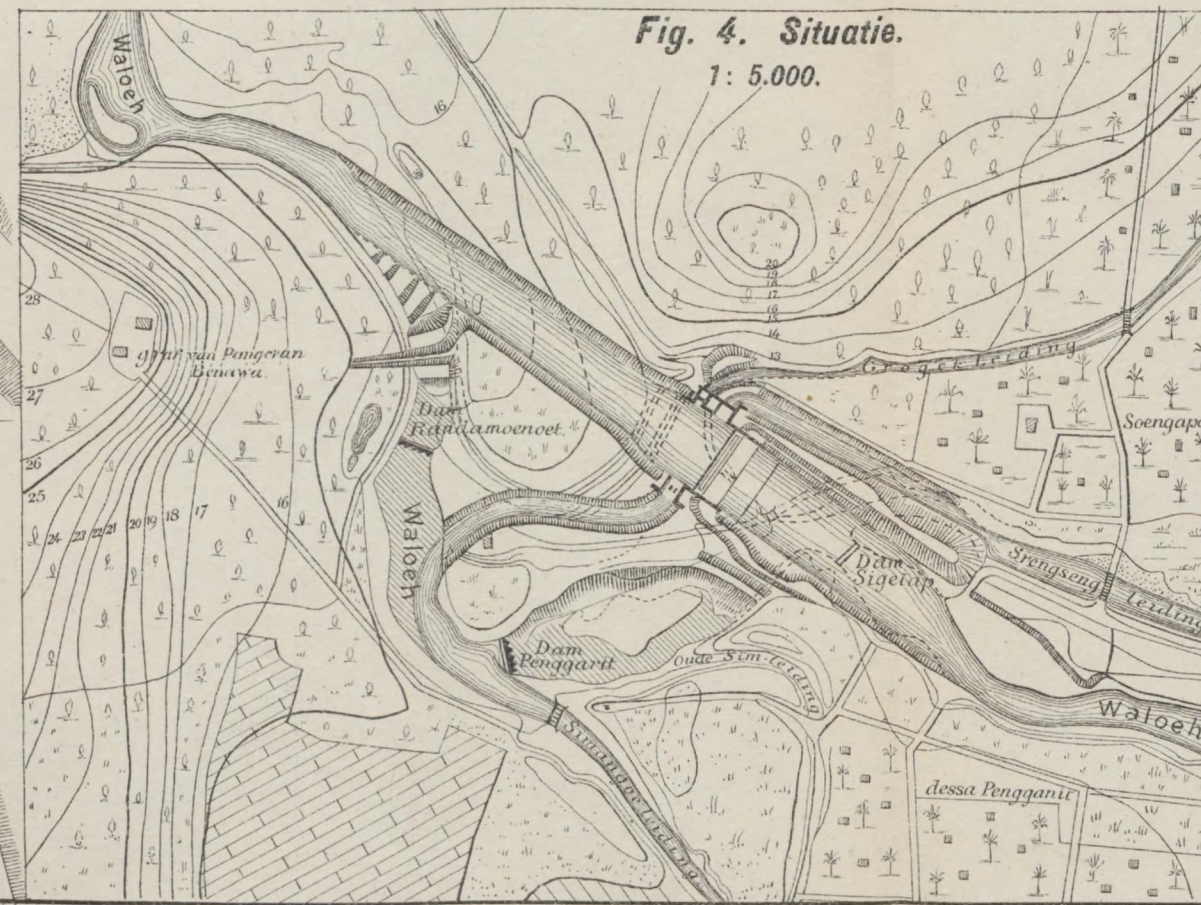
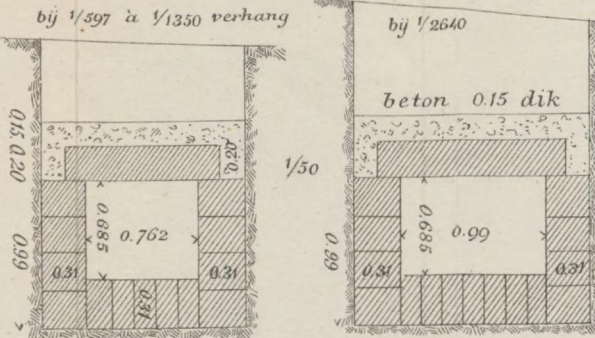
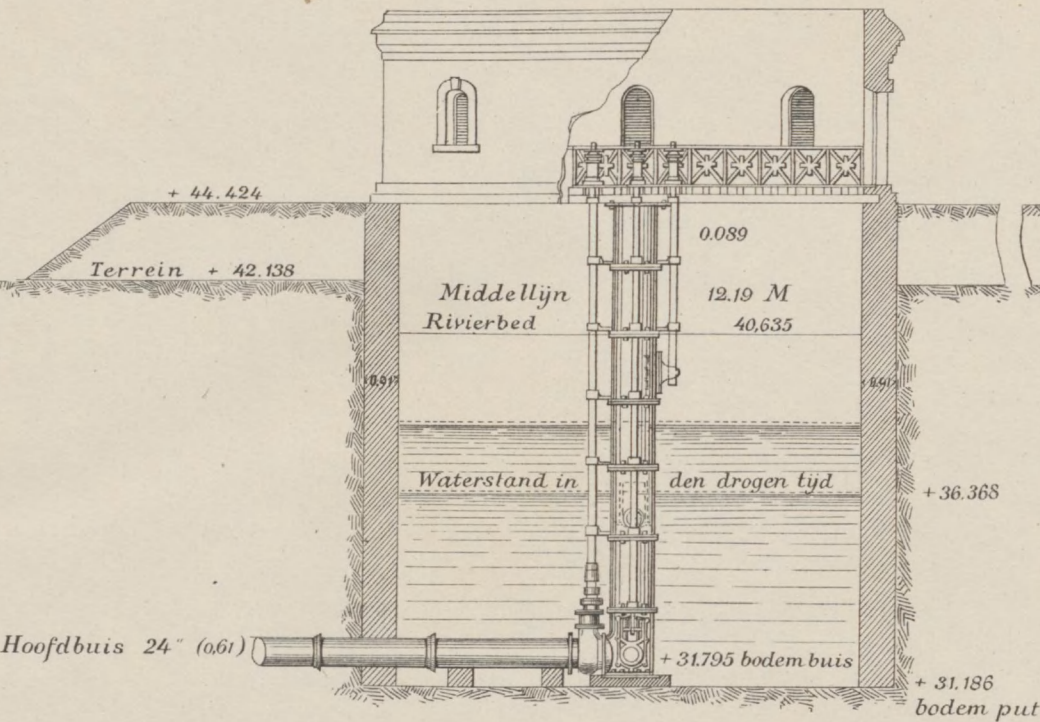


Fig. 4. Situatie.
1: 5.000.

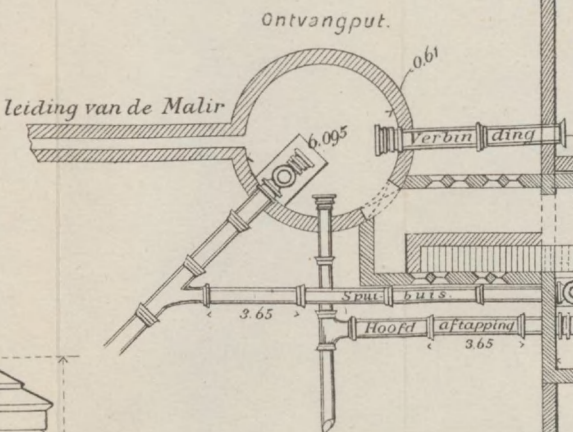


WATEROORZIENING VAN DE STAD KARACHI.
(Br: Indië.)

DOORSNEDE VAN EEN PUT BIJ DE MALIR-RIV.
1: 250.

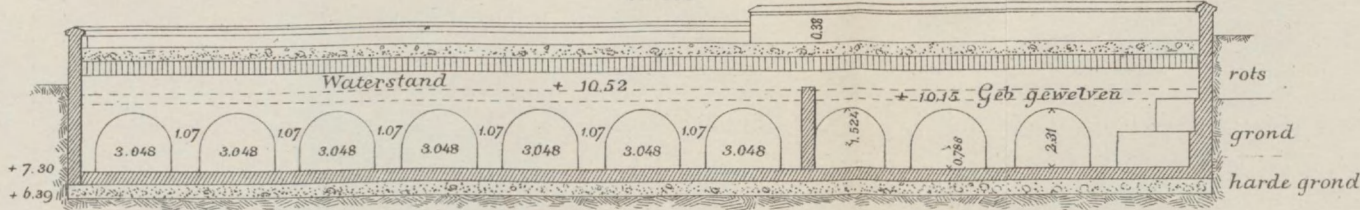


DOORSNEDE GEMETSSELDE LEIDING.
1: 50.

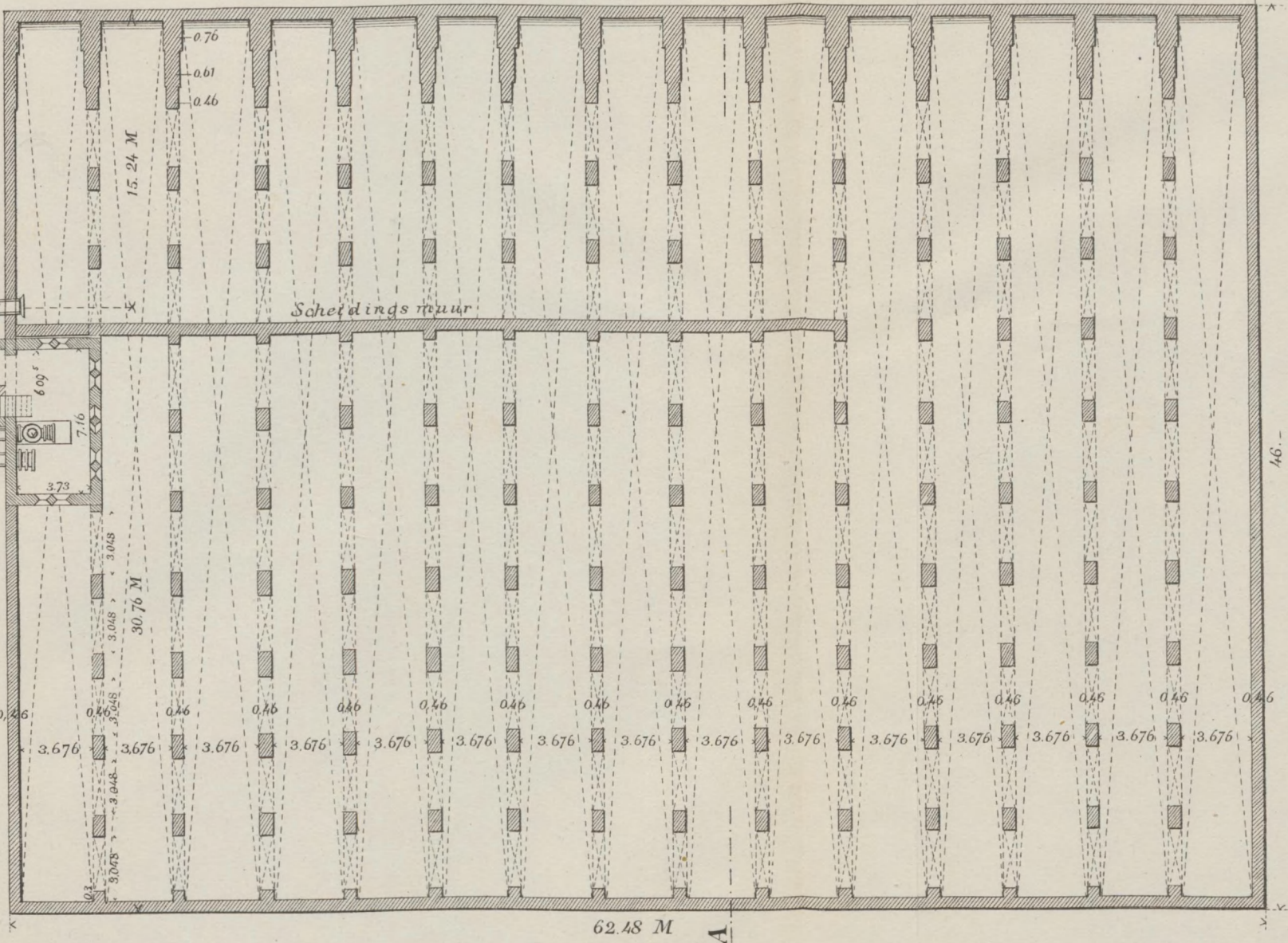


Verdeel-reservoir in de stad.

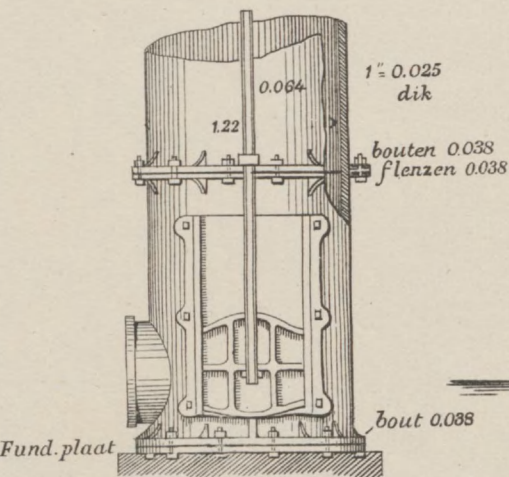
DOORSNEDE A. B.
1: 300



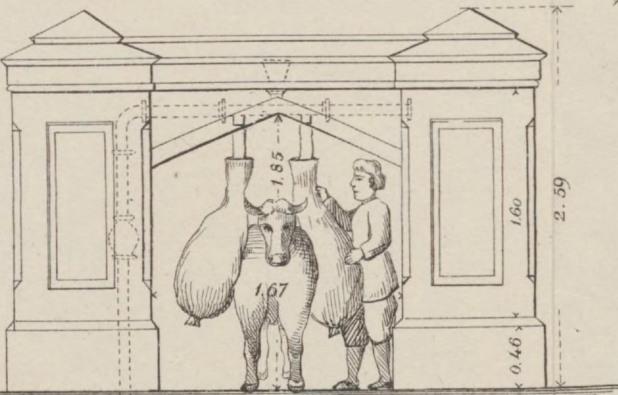
PLATTE GROND.
1: 300.



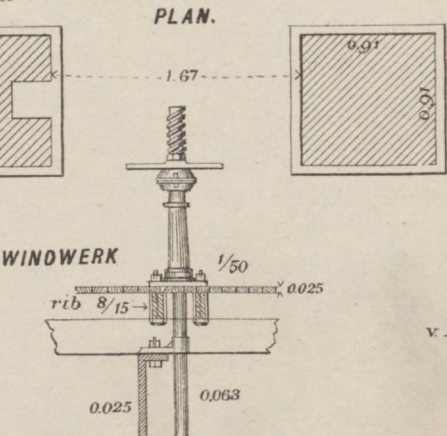
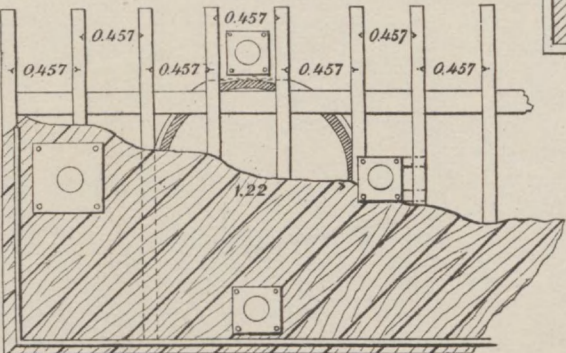
DETAIL VAN DEN KLEPKOKER.
1: 50.



HYDRANT VOOR BUFFELS.
1: 50.



DETAIL LOOPBRUG.
1: 50.



LENGTE DOORSNEDE.
1: 300.

