TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

KOLONIAAL MUSEUM HAARLEM

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN.

INSTITUUTSJAAR

1890—1891.

BATAVIA,
OGILVIE & Co.,
1891.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

KONINKLIJK INSTITUUT

VAN

INGENIEURS,

Orgaan der Vereeniging van Ingenieurs in Nederlandsch-Indië.

NOTULEN DER VERGADERINGEN, VERHANDELINGEN

EN

INSTITUUT-ZAKEN.

1890 — 1891.

'S-GRAVENHAGE
CONTANT & C°.

INHOUD.

Bladz.

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

Algemeene Vergadering, gehouden den 14 Mei 1891. I
Notulen der Vergadering, gehouden den 28 Juli 1891 XIII
Notulen der Vergadering, gehouden den 18 September 1891 XVII
Buitengewone Vergadering, op 22 April 1891 XX
Bijlage A. Opgave van boekwerken en periodieken enz. XX
Bijlage B1. Missive van het Departement der Burgerlijke Openbare Werken XXI
Bijlage B11. Missive van den Waarnemend Consul der Nederlanden te Bangkok XXI
1e Bijlage. Missive van den Waarnemend Consul te Bangkok aan ZExc. den Minister van Buitenlandsche Zaken XXI
2e Bijlage. Translation of the Government notification concerning the Korat Railway Act XXII
3e Bijlage. Notification. Application for shares in the Korat Railway XXIV
4e Bijlage. Royal Siamese State Railways, Nagara Raja Sema line XXIV
Bijlage B111. Missive van den Waarnemend Consul der Nederlanden te Bangkok XXV
Bijlage C1. Missive van het Departement der Burgerlijke Openbare Werken XXV
Bijlage C11. Missive van den Waarnemend Consul der Nederlanden te Bangkok XXV
Bijlage D1. Missive van het Departement der Burgerlijke Openbare Werken XXV
Bijlage D11. Memorie van Toelichting op de plannen tot verbetering der bevloeiing en afwatering van de Solo-vallei met kaart, door J. L. PIERSON XXV

Bladz.

Bijlage E1. Rapport omtrent een nieuw ontwerp tot het voorkomen van verwoestingen door overstrooming langs de Yodogawa in Kioto-fu en Osaka-fu in Japan, door JOH. DE RIJKE XXXVII
Bijlage E11. Rapport omtrent het onderzoek der werken langs de Tamagawa in Kanagawa-Ken in Japan, door JOH. DE RIJKE XLVI
Algemeen Verslag betreffende de werkzaamheden van 1 April 1890—1 April 1891 LI
Verslag van den Penningmeester van 1 April 1890—31 Maart 1891 LII
Rekening en Verantwoording van 1 April 1890—31 Maart 1891 LIII
Naamlijst der leden op 1 April 1891 LIV

VERHANDELINGEN.

De Harmonische analyse der getijden toegepast op waarnemingen te Tjilatjap verricht, door Dr. J. P. VAN DER STOK LVII
Rapport betreffende eenige proeven ter bepaling der vastheid van verschillende mortelsoorten, door A. G. LAMMINGA LXXXII
Rapport omtrent de proeven over den invloed van de soort en de constructie der dakbedekking op de temperatuur binnen veldbarakken, door J. RADERSMA LXL

VERTALINGEN.

De bevloeiingswerken uit de Periyar-rivier LXLV

NOTULEN DER VERGADERINGEN.

ALGEMEENE VERGADERING, GEHOUDEN OP 14 MEI 1891, DES AVONDS TEN 9 URE, IN HET VEREENIGINGSLOKAAL.

Tegenwoordig de heeren: M. J. van Bosse, president, J. J. Staal, vice-president, J. E. de Meijier, penningmeester, G. P. A. Renaud, A. Mijer en E. M. Collard, bestuursleden en J. Scheffer, secretaris en de leden W. F. Heskes, J. K. Kempees, D. H. Havelaar, D. R. J. Baron van Lijnden, J. H. Duppen, J. Radersma, A. Sijthoff, E. F. In 't Veld, W. P. H. de Bruijn Kops, L. J. C. van Es, J. H. Faber, F. Kerstens, A. Snethlage, Th. C. Colenbrander, W. H. M. de Bruijn, A. A. van Heurn.

De president opent de vergadering en deelt, na de leden te hebben welkom geheeten, mede, dat, door de afwezigheid wegens dienstzaken van den penningmeester, de vergadering, die volgens het reglement in April behoorde gehouden te worden, tot heden moest worden uitgesteld.

De notulen der vorige bijeenkomst zijn den leden reeds in druk toegezonden, zoodat voorlezing daarvan overbodig is.

Eventueele bemerkingen zullen als rectificatie in de notulen van heden avond kunnen worden opgenomen.

Aan de orde is het uitbrengen van het finantieel verslag van den penningmeester over het Instituutsjaar 1890—91.

Dit uitgewerkt verslag voorgelezen zijnde, betuigt de president den penningmeester de dank der vergadering voor het door hem uitstekend en zuinig gevoerd beheer, en verzoekt den ter vergadering aanwezige leden D. R. J. Baron van Lijnden en D. H. Havelaar, de commissie van verificatie te willen vormen, waartoe deze zich bereid verklaren.

Omtrent den stand der uitgave van het gewijzigd antwoord op de prijsvraag wordt door den president aan de vergadering medegedeeld, dat deze vermoedelijk over 4 maanden eerst kan zijn afgeloopen, en alsdan elk der leden daarvan een exemplaar zal worden toegezonden.

De president leest daarop twee brieven voor van den Hr. Joh. de Rijke in Japan ontvangen, zijnde geleidemissiven van twee rapporten betreffende het onderzoek van eenige rivieren in Japan, welke na rondlezing bij het bestuur, vermoedelijk in het afdeelingstijdschrift zullen worden opgenomen.

Daarop wordt door den president de verkiezing aangekondigd van eenige bestuursleden, zooals op de oproepings-billetten is vermeld.

Het allereerst de verkiezing van een president aan de orde zijnde, zoo vraagt het lid J. J. Staal het woord, om aan de vergadering en bizonder den president zijn leedwezen en tevens zijne verwondering uit te drukken over de mededeeling op het convocatie-billet, dat de tegenwoordige president zich niet herkiesbaar stelt. Indien het niet te onbescheiden is, wil spreker den president vragen wat hiervan de rede mag zijn, daar èn bestuur èn vergadering steeds in de meeste harmonie hebben saamgewerkt en daarbij 's presidents aftreden een zwaren slag zijn zal voor de afdeeling.

De president hierop zich verklarende, vermeent, dat juist omdat hij zooveel belang stelt in de afdeeling, het hem was voorgekomen dat het wellicht jongere krachten zou mogen gelukken meer opgewektheid in de vereeniging te verkrijgen, dan wel in den laatsten tijd door de leden was aan den dag gelegd, dat echter uit de thans druk bezochte vergadering en uit sommige andere teekenen een revival was waar te nemen, zoodat, indien hij op den steun der leden kon rekenen, hij verder gaarne zijne krachten zou wijden in het belang der vereeniging.

Deze woorden door de aanwezige leden met kracht toegejuicht zijnde, stelde het lid J. J. Staal voor om den president bij acclamatie te herkiezen, waarmede onder herhaald applaus de leden zich vereenigden.

Op voorstel van den president werden daarop de vice-president en het aftredende bestuurslid, A. Mijer, bij acclamatie herkozen.

Vervolgens werd overgegaan tot de verkiezing van een secretaris, ter vervanging van den tegenwoordigen titularis, die naar Pekalongan werd overgeplaatst.

De uitslag der stemming was, dat het aantal der uitgebrachte stemmen bedroeg 22, en dat met meerderheid van stemmen als secretaris werd gekozen het lid L. J. C. van Es, terwijl op het lid D. R. J. Baron van Lijnden 3, en op het lid J. Radersma 1 stem werd uitgebracht.

Door het lid van Es, ter vergadering, aanwezig wordt de benoeming aangenomen.

De president richt daarop het woord tot den afgetreden secretaris J. Scheffer en betuigt dezen den dank der vergadering voor zijne betoonde belangstelling in de vereeniging en den ijver bij de behandeling van zaken aan den dag gelegd.

De verkiezingen hiermede afgeloopen zijnde, geeft de president het woord aan het lid D. R. J. Baron van Lijnden, die het volgende mededeelt omtrent den toestand en het onderhoud van den ijzeren bovenbouw in tunnels.

M.H. Reeds geruimen tijd werden bij het doorrijden van treinen in den tunnel *Tjireungas — Lampegan* (*Preangerlijn*) sterke geluiden waargenomen, waaraan tal van uiteenloopende verklaringen werden gegeven, die echter geen van allen op eenig onderzoek gebaseerd waren.

Bij het optreden van den tegenwoordigen chef IIde afdeeling werd dit onderzoek ingesteld en al dadelijk viel het hem op, dat op de vochtigste plaatsen het geluid het sterkst was, n.l. bij begin *Lampegan*- zijde en op twee plaatsen bij einde *Tjiandjoer*- zijde.

Een voortgezet onderzoek naar den toestand van den bovenbouw leidde tot het resultaat, dat speciaal op die gedeelten de rails sterk waren verroest en afgesleten, een sponsachtig oppervlak vertoonden, op sommige plaatsen den afgeronden vorm van den kop geheel verloren hadden en buitendien onregelmatig sterk waren uitgesleten, waardoor het rijvlak een golvenden vorm vertoonde.

De daarop gemaakte onderstelling, dat dit de oorzaak van het oorverdoovend geluid zou zijn, bleek juist, daar na verwisseling van een gedeelte der sterk aangetaste rails door nieuwe, het eigenaardige geluid zoo goed als niet meer vernomen werd.

Daarna werden successievelijk alle rails in den tunnel (202 stuks) verwisseld.

Eerst in de latere jaren heeft men in het buitenland, speciaal in de groote tunnels, de bijzondere aandacht aan den bovenbouw gewijd, en worden daaromtrent thans geregeld proeven genomen om de afslijting der rails na te gaan en de oorzaken welke daartoe aanleiding geven op te sporen.

Van daar dan ook dat men er in *Indië* niet op bedacht is geweest, dat de afslijting der rails in tunnels in een betrekkelijk kort tijdsverloop zulke verhoudingen kon aannemen als thans is geconstateerd en dat men eerst tot een speciaal onderzoek is overgegaan toen de omstandigheden daartoe als 't ware hebben gedwongen.

Het ingestelde onderzoek in den *Preanger* tunnel gaf aanleiding om ook een dergelijk onderzoek in den tunnel nabij *Idjoe* in de lijn *Djokdja — Tjilatjap* te gelasten.

De resultaten van beide onderzoekingen zullen hier in het kort worden medegedeeld, ten einde daarna deze, voor zooveel doenlijk, te vergelijken met hetgeen de ondervinding op dat gebied in Europa heeft geleerd, om ten slotte in het kort de vermoedelijke oorzaken en de middelen ter bestrijding van het euvel te bespreken.

Zooals bekend, laat de tunnel nabij *Lampegan* (*Preanger*) veel druipwater door. Al dadelijk bleek, dat de oxydatie en afslijting der rails op de plaatsen waar veel druipwater viel, het sterkste was. Zoowel de rails als het klein ijzerwerk hadden daar veel geleden, vooral op de aanrakingsvlakken met de laschplaten, op de plaatsen waar de haaknagels bevestigd waren en in het bizonder bij de oplegging op de dwarsliggers. Het merkwaardige verschijnsel deed zich daar voor, dat het hout als 't ware het staal had weggevreten, terwijl de dwarsliggers niet waren verrot, in tegendeel zich in beteren staat bevonden dan buiten den tunnel, op welk verschijnsel nog nader zal worden teruggekomen.

Bijgaande profielen en een stuk rail, dat van een der meest beschadigde rails is afgekapt, geven den toestand aan. De profielen zijn kopprofillen; een toestel om de profiel der rails ook op andere plaatsen te nemen was daar niet aanwezig.

De ovaalvorm der boutgaten was verloren gegaan, de uitslijtingen van den kop waren in horinzontale richting zeer ongelijkmatig, al naarmate zij meer of minder aan vochtigheid waren blootgesteld. Het rechter rijvlak vertoonde dus ongelijkmatige golvingen, waaraan, gepaard aan het sponsachtige oppervlak, het geraas vermoedelijk zijn ontstaan ontleende.

Alle rails in den tunnel (202 stuks) zijn verwisseld, waarna door weging het verlies aan metaal bepaald is.

De rails van 6.8 M. hebben een gemiddeld normaal gewicht van 175.1 Kgr. De rail die het meest aan gewicht verloren had woog 144 Kgr., een verlies dus van bijna 18 %.

Op de vochtige plaatsen wisselde het gewicht af tusschen 144 en 166 Kgr., gemiddeld 157/158, op de drooge plaatsen van 167 tot 174 Kgr., gemiddeld 170 à 172 Kgr.

De vermindering van metaaldikte van den railvoet bij de draagvlakken op de dwarsliggers was gemiddeld 2 à 3 m. M.

De grootste afslijting van den kop bedroeg 9.5 m. M. (zie fig. 1 pl. I). Het gesamenlijk gewicht der rails zal nieuw ongeveer 35370 Kgr. hebben bedragen. Bij weging kreeg men een totaal gewicht van 33485 Kgr., alzoo een verlies van 1885 Kgr. of 5.3 % (gemiddeld ruim 9 Kgr. per rail) en daar de rails in 1882 gelegd zijn, dus ongeveer 8 jaar geleden, geeft dit per jaar een gemiddeld gewichtsverlies van 0.66 %.

Zooals straks zal blijken kon het gemiddelde gewichtsverlies in den in gunstiger omstandigheden verkeerenden tunnel van Idjoe (minder vochtig) op 0.52 % per jaar worden gesteld.

In lange tunnels in Europa, b.v. de Arlbergtunnel, is het gewichtsverlies gemiddeld 2 % per jaar, dus aanzienlijk meer.

Ten einde na te gaan waaraan de sterke afslijting onder de inwerking van het druipwater moest worden toegeschreven, is het tunnelwater scheikundig onderzocht en is gebleken, dat het water vrij koolzuurgas bevatte van 0.028 tot 0.044 gram per liter.

Men moet echter aannemen, dat het zuurgehalte grooter is dan deze cijfers, daar een gedeelte wel reeds door verdamping zal ontweken zijn voordat het water voor het onderzoek werd opgevangen. Daarenboven werd het water onderzocht dat buiten den tunnel door de drainering liep en dus niet met den tunnelwand in aanraking was geweest.

Dit reageerde zwak alcalisch en bevatten de volgende zouten:

kiezelzuur	0.060 gram per liter.
zwavelzure kalk	0.058
koolzure "	0.018
" natron	0.061
chloornatrium	0.049
totaal	0.246 gram per liter.

Het achtergebleven slib loste in zoutzuur nagenoeg op en bleek kleihoudend ijzeroxyde hydraat te zijn.

De oorzaak der sterke afslijting der rail ligt dus vermoedelijk in het gehalte aan vrij koolzuur, dat òf bij het doorsijpelen in den bergwand in het water is opgenomen, òf wel, hetgeen wellicht een juistere veronderstelling is, is uitgedreven door het zwavelzuur afkomstig van de in den kolendamp aanwezige zwavelig zure gassen. Dat volgens anderen juist dit zwavelzuur de hoofdoorzaak zou zijn van verroesting, zullen wij later zien.

Wat hiervan zij, het onderzoek had overtuigend aangetoond dat het druipwater de zij het dan directe of indirecte hoofdoorzaak was van de sterke afslijting der rails; zoodat in de eerste plaats middelen moesten worden beraamd om dit kwaad te keeren.

In het terrein boven het tunnelgewelf gelegen bevinden zich eenige diepe insnijdingen, waarin zich regenwater verzamelt. Reeds bij den aanleg was men er op bedacht om dat water af te leiden door het aanleggen van draineeringen van gestapelden steen.

Vermoedelijk zijn echter in den loop van tijd deze draineeringen gedeeltelijk verstopt geraakt, waardoor de tunnelwand werkte als een leksteen.

De draineeringen zijn daarom thans bemetseld met vlakke bergsteen, hetgeen aanvankelijk al goede resultaten geeft; terwijl vervolgens ook de tunnelwanden, die vroeger veel water doorlieten, met portlandcementspecie zijn bepleisterd geworden.

De nieuw ingebrachte rails zijn daarenboven tot tegengang van het roesten met koolteer bestreken.

Andere middelen om de rails tegen de inwerking van de vochtigheid te beschermen zullen straks nog nader worden aangegeven; bij dezen tunnel zijn voorshands geene andere voorzieningen toegepast.

Ook werd een onderzoek ingesteld naar de dwarsliggers (djatiehout) en bevonden dat deze zich in bijzonder goeden staat bevonden. Sedert 1882 liggen er 800 stuks, waarvan er van 85/89 slechts 3 wegens scheuren en in 1890, 5 wegens vermolming werden verwisseld.

Terwijl de jaarlijksche verwisseling in de baan in hetzelfde tijdvak gemiddeld 1 op de 290 stuks heeft bedragen, bedroeg dit in den tunnel dus slechts 1 op de 808, eene bijna 2.8 maal gunstiger verhouding.

Dit schijnt te moeten worden toegeschreven aan de meer gelijkmatige temperatuur in den tunnel, terwijl daar buiten de dwarsliggers afwisselend aan zonneschijn en regen zijn blootgesteld. Een gelijkmatig vochtige bodem blijkt dus beter te zijn voor het conserveeren van het hout, dan afwisselend droogte en vochtigheid.

Het onderzoek in den tunnel nabij *Idjoe*- lijn D/T. leidde tot het volgende resultaat:

In dien tunnel hadden de rails bij het instellen van het onderzoek slechts 4 jaar en 3 maanden gelegen, waaruit al a priori kan worden afgeleid, dat de resultaten belangrijk gunstiger zouden zijn.

Daarenboven is die tunnel over het algemeen zeer droog. Slechts op enkele plaatsen zijn de wanden vochtig, terwijl slechts op één punt het zakwater van het gewelf direct op den stalen bovenbouw druppelt.

Het onderzoek heeft zich aldaar uitgestrekt over 22 rails, waarvan een gedeelte in het droge, het andere in het vochtige gedeelte van den tunnel gelegen was. Daarenboven werden ter vergelijking 6 rails buiten den tunnel, onmiddellijk vóór de in- en uitgangen gelijktijdig onderzocht. Men ging bij de gewichtsbepaling der rails zeer consciëntieus te werk door n.l. de rails eerst *met* de roestlaag te wegen, daarna deze door afkrabbing en behandeling met verdund zoutzuur te verwijderen en de rails, na ten slotte door afwassching met kalkmelk, geheel te zijn gezuiverd, op nieuw te wegen.

Na het wegen werd de rail op 3 plaatsen gemeten met een speciaal daarvoor gemaakt toestel (zie fig. 2 pl. I).

Uit de profillen blijkt de toestand der rails. No. 17 had het ergste geleden. De kop was geheel mottig geworden; het profiel vertoont de sterkste afslijting.

Over het algemeen was de toestand der rails echter nog goed, behalve bij 17, waar het druipwater direct op den kop der rail viel. De voet was bij de haaknagels en op het aanrakingsvlak der dwarsliggers sterk geroest en tot 2 à 3 m. M. ingevreten. Dit kwam echter ook voor bij de rails *buiten den tunnel*.

Bij de verbindingen vertoonde zich geen buitengewone roestvorming. Ook de haaknagels waren nog in goeden staat.

De dwarsliggers waren zonder onderscheid allen gaaf, zoodat geen enkele behoefde verwisseld te worden.

Het totale gewichtsverlies voor de rails *in den tunnel* bedroeg 2.22 %, tegen 1.73 % van de rails *buiten den tunnel*.

De sterkste gewichtsvermindering in den tunnel bedroeg bij rail 17, 7.2 Kgr. of 4.1 % en daar buiten bij rail No. 1 5.35 Kgr. of 3.05 %.

De sterkste gewichtsvermindering in den tunnel bedraagt dus circa 1 % per jaar, daar buiten 0.71 %, terwijl de gemiddelde gewichtsvermindering *in den tunnel* per jaar 0.52 % en *buiten den tunnel* 0.4 % bedroeg.

In den tunnel van *Idjoe* is de gewichtsvermindering dus slechts het 0.8 gedeelte van den tunnel van *Lampegan*, hetgeen vermoedelijk aan de mindere vochtigheid en aan het ontbreken in het lekwater van zuren moet worden toegeschreven.

Hierbij moet worden opgemerkt, dat aan de verkregen cijfers niet te groote waarde moet worden gehecht, omdat:

1e. de rails vóór het inleggen in den tunnel niet gewogen zijn en het aangenomen normaal gewicht van 175.1 Kgr. slechts bij benadering moet worden aangehouden. Vermoedelijk hebben de meeste rails meer gewogen; zoo woog 1 rail met vuil en roest 175.6 Kgr., hetgeen op meerder aanvankelijk gewicht wijst. Het gewichtsverlies is dus nog grooter;

2e. niet blijkt of men bij het onderzoek van *Lampegan* dezelfde bewerkingen heeft gevolgd wat betreft het schoonmaken van de rails.

Aannemende dat dit niet met dezelfde zorg geschied is, dan is dus daar het gewichtsverlies om twee redenen grooter dan de cijfers aangeven.

Men zal dus het gemiddeld jaarlijksch verlies aan gewicht veilig kunnen stellen:

voor *Lampegan* tunnel op 0.75 %
" *Idjoe* " " 0.57 % of het 3/4 gedeelte.

Uit de metingen der profillen is verder gebleken, dat de sterkste afslijting in de hoogte bedroeg bij rail No. 17, 2 1/4 m. M., welke afslijting echter nog overtroffen werd bij rail No. 1 buiten den tunnel, welke 2 3/4 m. M. bedroeg. Vermoedelijk hebben deze afslijtingen nog meer bedragen, daar men is uitgegaan van de veronderstelling, dat de rails juist 110 m. M. hoog zijn geweest, hetgeen bij de meesten wel meer zal hebben bedragen, aangezien toch bij rails 2 en 4 na de afslijting meer hoogte dan 110 m. M. werd bevonden.

De cijfers echter aldus aanhoudende, blijkt, dat de grootste jaarlijksche afslijting aan den kop heeft bedragen 0.53 m. M. tegen 1.2 m. M. bij den Preanger-tunnel of nagenoeg het dubbele.

Een onderzoek naar het tunnelwater ingesteld bracht aan het licht, dat zich daarin geen sporen van zuren vertoonden. Het reageerde zwak alcolisch, vermoedelijk tengevolge van het kalkgesteente waardoor het heendruipt.

Proeven zullen thans bij den *Idjoe*-tunnel genomen worden met het verven der rails met *loodmenie*, een middel waarmede men in Europa zeer goede resultaten verkregen heeft, terwijl het ook aanbeveling kan verdienen de rails bij wijze van proef te bestrijken met *koolteer*, hetgeen o.a. in Frankrijk wordt aanbevolen en met gunstig gevolg is toegepast. Ook *asphaltteer* (1) wordt daartoe gebruikt.

Ter vergelijking zullen voorloopig de rails slechts aan de eene zijde van het spoor geverfd worden, ten einde te kunnen nagaan of de verdere afslijting en verroesting minder bedraagt dan bij de niet geverfde rails.

---

(1) Koolteer vermengd met kwartszand.

Uit een en ander blijkt, dat het onderhoud van den bovenbouw in tunnels de bijzondere aandacht verdient en dat het zaak zal zijn voortaan geregeld jaarlijks een gedeelte der rails op te nemen, te meten en te wegen en eene nauwkeurige statistiek aan te houden van de verwisseling der rails met bijbehoorend klein ijzerwerk.

Men zal zich te dien aanzien hebben te richten naar het sedert eenige jaren in Europa gegeven voorbeeld, waar — vooral in de groote tunnels — voortdurend met de meest mogelijke nauwkeurigheid proefnemingen omtrent de afslijtingen en het gewichtsverlies worden genomen en waar middelen van geheel verschillenden aard zijn aangewend om het sterke roesten zooveel mogelijk tegen te gaan.

Dat zulks bij den *Preanger*-tunnel niet eerder heeft plaats gehad, moet niet zoo zeer aan nalatigheid worden geweten, dan wel aan het totaal gebrek aan ondervinding op dat gebied in Indië.

Het valt echter niet te ontkennen, dat de toestand tot ernstige ongevallen zou hebben kunnen aanleiding geven, daar het noodzakelijke draagvermogen der rails spoedig zou zijn te kort geschoten en een plotselinge railbreuk ontsporing zou hebben kunnen ten gevolge gehad, waarvan in den tunnel de noodlottige gevolgen niet zouden zijn te overzien geweest.

Herhaaldelijk heb ik op reis zijnde, dien tunnel door het publiek voor „gevaarlijk" hooren verklaren. De vrees dat het niet pluis was en dat er instortingen zouden te vreezen zijn werd zelfs in de dagbladen geuit. Tot die praatjes heeft zeker het oorverdoovend geraas in dien vochtigen tunnel aanleiding gegeven, doch weinig dacht men — en noch mij noch iemand van het spoorwegpersoneel is het voor het optreden van den tegenwoordigen chef der IIe afd. ooit in de gedachten gekomen — dat het gevaar, dat zich zoo luidde te kennen gaf, elders schuilde, en dat het geraas de stervenskreet was van de zoo jammerlijk geteisterde rails.

Zooals reeds is gezegd, heeft in de laatste jaren het onderzoek naar den bovenbouw in tunnels in Europa bijzonder de aandacht getrokken.

Het eerste wat ik daaromtrent vind opgeteekend komt voor in den jaargang 1884 der Revue Générale des Chemins de fer betreffende eenige tunnels in den spoorweg *Parijs — Marseille* (P.—L. M.) door den hoofdinspecteur van dien spoorweg *Coüard*.

De beschouwde tunnels zijn respectievelijk lang 800, 2110, 4100 en 4634 M. In geen dier tunnels hebben de rails langer dan 7 à 8 jaar kunnen dienst doen, tengevolge van de belangrijke afslijting, die door den verslaggever in de vrije rechte baan op slechts 1 m. M. voor elke 110.000 treinen wordt gesteld. Volgens dien maatstaf zouden de rails die nu na 7 à 8 jaar totaal afgesleten waren, buiten den tunnel 80 tot 110 jaar hebben kunnen liggen, indien n.l. geene andere redenen tot de verwisseling zouden hebben aanleiding gegeven.

Men kan volgens hem dus veilig aannemen, dat de afslijting der rails (door de roest) in tunnels 10 maal grooter is dan in de open baan.

De oxydatie begint volgens hem in den regel reeds vóór den uit- en ingang van den tunnel, neemt dan spoedig sterk toe en blijft dan vrij wel constant in den tunnel.

De gewichtsafname zou ongeveer voor de helft bestaan in de afslijting van den kop en voor het overige in het verroesten van het verdere oppervlak, zoodat men den duur der rails zou verdubbelen wanneer men het niet bereden oppervlak op de een of andere wijze voor roesten zou kunnen vrijwaren.

Het is ook gebleken dat rails van zachter staal beter weerstand bieden aan de oxydatie dan die van hard staal, zoodat het zaak is daarop bij de keuze van het tunnelmaterrieel te letten. Hoe meer het staal in zijne eigenschappen het ijzer nadert, hoe minder dus het phosphorgehalte bedraagt, hoe beter het zal voldoen in het gebruik voor rails in tunnels, terwijl omgekeerd aan rails van hard staal in alle andere gevallen de voorkeur moet worden gegeven.

Het gewichtsverlies door oxydatie is vrij wel constant, zooals blijkt uit onderstaande cijfers, getrokken uit weging van 14 rails uit den tunnel van *Blaisy-Bas*, lang 4100 M.

na 6 jaren: jaarlijksch verlies aan gewicht 0.383 Kgr. per M.
„ 10 „ „ „ „ „ 0.360 „ „ „

Deze cijfers vergelijkende met die van den *Preanger*-tunnel, verkrijgt men:

na 8 jaren: jaarlijksch verlies aan gewicht 0.193 Kgr. per M.
en met den *Idjoe*-tunnel:
na 4 1/4 jaar: jaarlijksch verlies aan gewicht 0.147 Kgr. per M.
of herleid tot rails van hetzelfde gewicht, respectievelijk 0.293 en en 0.223 Kgr. per M., dus voor beiden nog belangrijk minder dan bij den boven beschouwden langen tunnel van *Blaisy-Bas*.

Dezelfde eigenaardigheid als bij den *Preanger*-tunnel en door den berichtgever als een „fait curieux" vermeld, deed zich bij de Fransche tunnels voor wat betreft het invreten van den voet van den rail op den houten dwarsligger, hetgeens soms tot 3 m.M bedroeg.

Berichtgever vestigt er echter de aandacht op, dat dezelfde snelle oxydatie van stalen rails als in tunnels wordt waargenomen ook voorkomt op zijsporen der stations, waar de machines voortdurend heete, zwavelhoudende en vochtige sintels uitwerpen. Te *Lyon* werd b.v. geconstateerd, dat een rail in die omstandigheden na 4 jaar 10 % van zijn gewicht verloren had. Het grootste gewichtsverlies dat bij den *Preanger*-tunnel geconstateerd werd, bedroeg 31 Kgr. voor 1 rail in 8 jaar, dus in 4 jaar 15.5 Kgr. of slechts 8.8 %.

Als voorbehoedmiddel tegen het snelle afslijten van rails in tunnels wordt door hooger genoemden schrijver aanbevolen:

1^e^. het gebruik van zacht staal;
2^e^. het koolteeren van de rails met uitzondering van het aan de wrijving blootgestelde oppervlak;
3^e^. het verhoogen van den kop met 1 c.m., waartoe men bij den hier beschouwden spoorweg ook reeds is overgegaan bij de rails op stations en in sterke hellingen.

In het algemeen wordt door den steller van bedoeld verslag nog opgemerkt, dat het roesten der rails in tunnels toeneemt bij onvoldoende ventilatie en bij grootere lengte, en dat, afgezien van het trafiek, dat voor de meerdere afslijting in tunnels gerust buiten beschouwing kan blijven, als volgens hem van geringe beteekenis in verhouding tot de slijtage door roest, rails in tunnels niet langer dan 8 à 12 jaar kunnen dienst doen.

De ondervinding bij den *Preanger*-tunnel opgedaan stemt vrij wel met deze opgaven overeen.

In *Zwitserland* en *Duitschland* schijnt men over 't algemeen van de onderstelling uit te gaan, dat in lange tunnels, waar de ventilatie altijd eenigzins gebrekkig is, noodzakelijk zwavelzure en zwaveligzure gassen ontwikkeld worden uit den rook van den schoorsteen, die langen tijd in het gewelf blijft hangen. Zooals straks zal blijken zijn hieromtrent proeven genomen en moet het

sterke roesten van de rails, dat toeneemt naar het midden van den tunnel, waar de rook het langste met den ijzeren bovenbouw in aanraking is, volgens het overheerschend gevoelen bepaaldelijk daaraan worden toegeschreven.

In de Schweizerische Bauzeitung van 1888, bladzijde 97, 2e halfjaar, komt daaromtrent het volgende voor:

„Als de vermoedelijke oorzaak waarom de ijzeren of stalen „bovenbouw in tunnels spoediger verroest en onbruikbaar wordt „dan op de open baan, wordt aangegeven, dat door het stoken „van de locomotieven met steenkolen, zwaveligzure gassen en „dier verbindingen ontstaan, waaruit zich door den invloed van „de zuurstof uit de lucht en den waterdamp van den stoom „zekere hoeveelheden zwavelzuur en zwavelzure zouten vormen.

„Deze beide gasvormige zuurstof verbindingen van den zwavel „vermengen zich alsdan met den uitgeblazen stoom der locomo„tieven en condenseeren zich tot vloeistoffen die aan de wanden „van den tunnel nederslaan, van daar naar den bodem vloeien „en op die wijze den bovenbouw bereiken.

„Verder ontstaat bij het verbranden ook koolzuur- en kool„oxydegas, die met den stoom uit den schoorsteen worden mede„gevoerd en in het condensatiewater voorkomen, dat zich even„eens over het ijzerwerk verdeelt.

„Tengevolge van deze invloeden worden rails, dwarsliggers „en klein ijzerwerk in tunnels spoediger aangetast dan in de „open lucht, waar de stoom en de rook uit den schoorsteen „zich ongehinderd in de ruimte kunnen verdeelen, en waar de „regen den eventueel schadelijken nederslag op de rails sterk „verdunt dan wel zijdelings afvoert.

„Ook de tunnelwanden, vooral de bemetselde, worden zoowel „in den steen als in den mortel sterk door deze dampen aan„getast.

„Het gebruik van chemische middelen om het koolzuur, zwaveligzuur en zwavelzuur te binden, is niet aan te bevelen, omdat „daardoor weder andere nadeelige gevolgen ontstaan. (Welke „wordt niet gezegd).

„De tunnelwanden te bestrijken met kalkmelk en barytwater, „wat minstens 2 maal 's maands zou moeten geschieden, zou „daarenboven veel te kostbaar zijn.

„Het eenige doelmatige middel bestaat in eene afdoende „ventilatie van den tunnel, hetzij dat deze, tengevolge van zijne „geographische ligging, waarbij door de verschillende buiten „temperaturen eene natuurlijke luchtstrooming in de richting „van den tunnel ontstaat, van zelf in het leven wordt geroepen, „hetzij dat men kunstmatig eene luchtstrooming moet voort„brengen, door het inblazen van sterke luchtstroomen met injectors „geplaatst langs den top van het tunnelgewelf."

In jaargang 1889 van het Organ (Helft II) wordt melding gemaakt van eenige proefnemingen met verdunde zuren op staal van verschillende samenstelling genomen, waaruit de gevolgtrekking wordt gemaakt, dat het roesten en het daarmede gepaard gaand gewichtsverlies toeneemt bij meer phosphorgehalte van het staal. Men is dus daarbij van de veronderstelling uitgegaan dat noodzakelijk in elken tunnel vrije zuren aanwezig zijn.

Uitvoerige mededeelingen omtrent toestand, duur, enz. van den bovenbouw in lange tunnels, volgen in jaargangen 1890 van het Organ (V en VI Heft) en Jaargang 1891 (II Heft).

Daarin worden achtereenvolgens beschouwd:

1. de Gotthardt-tunnel.
2. de Arlberg „
3. de Hauenstein „
4. de Ellerinhaüsertunnel.
5. de Kaiser Wilhelmtunnel.
6. de Königsdorfftunnel.

In den *Gotthardt-tunnel* is men op dezelfde wijze (bij gedeelten) te werk gegaan als bij den *Idjoe*-tunnel, met dit verschil, dat de linker rail na zeker tijdstip gewogen werd *met roest*, de rechter rail *zonder roest* (dus na eerst gereinigd te zijn), terwijl men daarenboven nog een volmaakt schoone rail naast den anderen legde, die niet bereden werd. Op die wijze meende men te kunnen nagaan of het berijden van invloed was op het roesten.

Ter vergelijking werden geheel dezelfde proeven genomen op de open baan. Uit nauwkeurige metingen en wegingen bleek nu het volgende:

1e. dat het verlies aan gewicht van *bereden* rails in lange tunnels ongeveer 10 maal grooter is dan op de open baan;

2e. dat het verlies aan gewicht van *niet bereden* rails in lange tunnels ongeveer 20 maal grooter is dan op de open baan;

3e. dat de dikte van de roestlaag van bereden rails in lange tunnels 37 maal dikker is dan op de open baan, terwijl bij *niet bereden rails* de roestlaag in den tunnel $1^1/_2$ maal en buiten den tunnel bijna 2 maal meer bedraagt dan bij bereden rails;

4e. de afslijting van den kop der rails of wel het verlies in hoogte is in tunnels 6 à 7 maal grooter dan op de open baan.

Hieruit wordt de gevolgtrekking gemaakt, dat bereden rails belangrijk beter bestand zijn tegen de inwerking van het roesten dan onbereden rails.

De ondervinding bij de *Gotthardtbaan* omtrent het klein ijzerwerk en de dwarsliggers opgedaan, was zeer uiteenloopend. In de Keertunnels was zulks het ergste en bleek het ondoenlijk om bij gebruik van houten dwarsliggers het spoor op de juiste plaats te houden, niettegenstaande de bevestiging op alle dwarsliggers plaats had met onderlegplaten en 6 sterke haaknagels. Telkens moest tot overspijkering worden overgegaan; ook veel breuken van laschplaten kwamen voor, kortom men moest overgaan tot het gebruiken van ijzeren dwarsliggers, terwijl het onderhoud der verbindingen de meeste zorg bleef vereischen.

De ijzeren dwarsliggers bleken echter in lange tunnels ook belangrijk meer aan roesten onderhevig te zijn dan in zeer korte tunnels en op de open baan. Op de aanrakingsvlakken met de rails bedroeg de jaarlijksche afslijting 0.02 m. M. tegen 0.012 m. M. daar buiten, terwijl de voet van de rails jaarlijks met 0.07 tegen 0.02 m. M. in de open baan afnam. De roest heeft dus in elk geval meer invloed op de rails dan op de ijzeren dwarsliggers.

Het gevolg van deze waarnemingen heeft er toe geleid om in de lange tunnels van de *Gotthardtbaan*, waar de rails sterk aan slijtage onderhevig zijn, in den vervolge rails te gebruiken van 142 m. M. hoog (44 Kgr. per M^1) in plaats van de normale rails van 131 m. M., met klemplaten vastgeschroefd op ijzeren dwarsliggers.

Deze dwarsliggers zijn tegenwoordig in Europa niet duurder dan eikenhouten. Zij zullen ook in de tunnels ongetwijfeld langer dienst kunnen doen dan de houten (voornamelijk door het herhaaldelijk overspijkeren) en bieden meer zekerheid aan voor de juiste ligging van het spoor, inzonderheid in de keertunnels.

Jaarlijksche proefnemingen 86/89 in den *Arlbergtunnel* genomen, hebben aangetoond, dat het gewichtsverlies der rails op 2 % moet worden gesteld, en dat der ijzeren dwarsliggers op 0.6 %.

Voorzeker nog heel iets anders dan bij de Indische tunnels (0.66 % en 0.52 %, of hoogstens 0.75 % en 0.57 %) is geconstateerd. Toch wordt bij die cijfers de roestvorming niet eens buitengewoon sterk genoemd.

In den *Hauenstein-tunnel*, die 2.5 K.M. lang is en onder eene doorgaande helling van 1 : 38 ligt (rechte strekking) werd na 8 jaren eene gemiddelde afslijting aan den kop van 5 m. M. geconstateerd, die 3 jaar later tot 10 m.M. was gestegen.

In de eerste 8 jaren waren 14.5 millioen tonnen over de rails vervoerd, in de laatste 3 jaren 10.2 millioen tonnen. De afslijting wordt dáár dus evenredig gesteld aan den over de rails vervoerden last, n.l. gemiddeld voor elke 2.5 millioen tonnen 1 m. M. afslijting.

Het roesten der rails wordt buiten beschouwing gelaten. Men heeft daaromtrent geen proeven genomen, omdat men bij de tijdige verwisseling der rails niet heeft opgemerkt dat het roesten zich in dien tunnel in meer dan gewone mate voordeed.

In den *Ellinghauser-tunnel* zijn dergelijke proeven genomen over een tijdvak van $11^1/_2$ jaar. Het gewichtsverlies wordt onderscheiden in verlies door afslijting van den kop en in verlies door roest.

Het totale verlies per jaar bedroeg gemiddeld 1.4 %, waarvan slechts ongeveer de helft aan *roesten* wordt toegeschreven.

Hierbij moet worden opgewerkt dat dit bij andere proefnemingen, ook in Indie, niet in aanmerking is genomen. Om dus juist te weten welk gedeelte der afslijting aan den invloed van het roesten moet worden toegeschreven, zal men de verkregen uitkomsten in andere tunnels nog moeten verminderen met de gewone afslijting tengevolge van het trafiek.

De berichtgever omtrent dezen tunnel komt tot de volgende resultaten:

dat de ijzerwerken in tunnels blijkbaar sterk worden aangegrepen door de zwavelzure gassen uit den kolendamp; dat dit het sterkst is op vochtige plaatsen, waaronder niet zoo zeer de direct aan het druipwater blootgestelde gedeelten als wel die welke steeds met een stilstaand vochtig laagje bedekt zijn, moeten gerekend worden.

dat het verven der ijzerwerken met loodmenie of koolteer dan wel asphaltteer (teer met kwartszand) (1), dan wel het bestrijken met graphiet, het staal ongetwijfeld meerdere jaren tegen de inwerking van de roest beschermt. De verf moet echter ruimschoots tijd tot verharding hebben gehad, zoodat het aanbeveling verdient een ruim dépôt van geverfde rails aan te leggen.

Om den voet der rails tegen het inwerken van de roest te beschermen, wordt het gebruik van onderlegplaten aanbevolen.

Met ijzeren dwarsliggers heeft men in dien tunnel minder goede resultaten gehad. De eikenhouten bleken duurzamer. Na 16 jaar behoefden slechts 21 % houten dwarsliggers te worden uitgewisseld, terwijl de op een ander gedeelte gelegen ijzeren na 10 jaar allen vergaan waren. Doch de kwaliteit dier ijzeren rails schijnt minder goed (namelijk te zwak van constructie) te zijn geweest.

De *Kaiser Wilhelmtunnel*, lang 4.2 K.M., is nagenoeg geheel droog; waar op sommige plaatsen water doordringt is dit geheel vrij van alcaliën. Toch bemerkte men na 5 jaren exploitatie reeds sterke verroesting zoowel van de rails als van de ijzeren langs- en dwarsliggers (systeem *Hilf*).

De rails vertoonden een gewichtsverlies van 13 à 14 %, of gemiddeld 2.7 % 's jaars; het overige ijzerwerk van 2 à 2.4 %, zonder dat een wezenlijk verschil tusschen de natte en droge gedeelten van den tunnel kon worden geconstateerd.

Een chemisch onderzoek leidde tot het resultaat, dat zwavelzuur de oorzaak van het verroesten was; het roest bevatte n.l. 2.04 % zwavelzuur.

Volgens berichtgever is de oorzaak van het roesten hier dus uitsluitend toe te schrijven aan den *kolendamp* en is het meer of minder vochtig zijn van tunnels daarop van betrekkelijk weinig invloed.

Is dit juist dan zal men van het droog leggen van den *Preanger-tunnel* ook niet die resultaten krijgen, die men er van verwacht en zal men vooral goed doen kolen met gering zwavelgehalte te gebruiken, ook met het oog op de locomotieven.

Volgens zijne berekening (in dien tunnel liepen dagelijks 73 locomotieven met 11 Kgr. kolenverbruik per K.M. (3 % zwavel) zouden dagelijks circa 300 Kgr. zwavelzuur in den tunnel worden gebracht.

Het daardoor gevormde zwavelzure ijzeroxyde staat weer in geringe mate zuurstof af aan het onderliggende ijzer, waardoor het roesten wordt bevorderd. Het water kon wegens het gemis aan alcaliën de inwerking van het zwavelzuur hier niet neutraliseeren.

Wellicht dat het zwak alcalische water in den Preanger-tunnel tot de neutralisatie eenigzins bijdraagt en een gedeelte van het zwavelzuur opneemt, waaraan wellicht juist het voorkomen van het vrije koolzuurgas moet worden toegeschreven, ofschoon dit weer niet klopt met het bevinden van sterker roesten in de natte gedeelten. De inwerking van het overige zwavelzuur zal echter ook daar wel de hoofdoorzaak zijn.

In den *Königsdorfer-tunnel* was de roest op de droge gedeelten even sterk als in den *Kaiser Wilhelm-tunnel* — het zwavelzuur van den rook kon daar ongehinderd inwerken.

In de *natte* gedeelten, waar het druipwater sterk kalkhoudend was, en dus nagenoeg al het zwavelzuur in het water kan worden opgenomen, bleef het ijzerwerk daarentegen nagenoeg geheel onaangetast.

Dit is dunkt mij weer een overtuigend bewijs voor de stelling, dat de locomotiefrook feitelijk de *eenige* oorzaak is van de roest.

Toch bleek later, dat ook op de natte gedeelten de voet van den rail waar hij op de dwarsliggers bevestigd was, tot 2 à 3 m. M. was afgesleten. De berichtgever wil eene verklaring hiervoor vinden in de omstangdigheid, dat het water lang onder den voet van den rail heeft gestaan en dat het zwavelzuur, nadat al de aanwezige kalk verbruikt was, daarna nog het ijzer heeft aangetast.

Om in den *Kaiser Wilhelm-tunnel* het sterke roesten tegen te gaan, heeft men toen, bovengenoemde onderstelling als juist aannemende, verschillende proeven genomen:

1°. de ijzeren dwarsliggers met koolteer of zweedsche teer bestreken;

2°. de rails met loodmenie en Ratjensche verf dan wel kool of zweedsche teer geverfd, of wel ongeverfd gelaten en met kalkmelk overgaten;

3°. de dwarsliggers in beddingen van *kalk* gelegd.

De uitkomst heeft bewezen dat het verven der rails met lood-

(1) Het kwartszand in de teer gestrooid schijnt een bijzonder goede beschuttende korst te leveren. Ten minste na 2 jaren was de laag nog ongedeerd.

menie en Ratjensche verf en het op geregelde tijden overgieten met kalkmelk, het beste voorbehoedmiddel tegen roesten moet worden geacht.

Het leggen van de dwarsliggers in kalkbeddingen leverde weinig resultaat op; de werking toch hield op zoodra de bovenste laag tot gips verhard was.

Aan koolteer met kwartszand gemengd wordt voor de dwarsliggers de voorkeur gegeven.

De berichtgever verklaart echter ten slotte, dat de proefnemingen nog van te korten duur zijn om bepaaldelijk tot het een of ander middel te kunnen besluiten, al staat bij hem ook de overtuiging vast dat de steenkolendamp de eenige oorzaak is van het euvel.

Uit dien hoofde heeft men sedert 1887 dan ook al op den Gotthardt-spoorweg ingesteld dat de locomotieven gedurende den rid in den tunnel met andere minder zwavelhoudende kolen zullen worden gestookt, hetgeen er op wijst dat men de meening van berichtgever geheel is toegedaan.

Door anderen wordt deze meening echter weder in twijfel getrokken, en bijv. als bewijs aangehaald, dat op sommige halten het sterke roesten van rails ook wordt waargenomen, zelfs daar waar de rails geheel in het ballastbed zijn ingesloten en er dus geen spraak kan zijn van de inwerking van zuren.

Het gebruik van kalkbeddingen wordt echter algemeen ontraden, omdat het ballast bed daardoor spoedig geen water meer door laat, terwijl een door anderen aanbevolen middel om de tunnelwanden met kalkmelk en barytwater te bestrijken, wat minsten 2 maal 's maands zou moeten geschieden, als veel te duur moet worden verworpen.

Het eenige wellicht afdoende middel wordt door de meesten die hun gevoelen omtrent dit onderwerp hebben uitgesproken, nog gezien in het teeren dan wel verven van de rails. De daarmede genomen proeven zijn echter nog van te korten duur om daaromtrent een beslist oordeel te kunnen vormen.

Anderen zien alleen heil in het goed ventileeren van de tunnels; geschiedt zulks niet van zelf door verschil in temperatuur, dan met injectors, boven in het tunnelgewelf geplaatst.

Uit een en ander blijkt, dat men het in Europa omtrent de oorzaken van het algemeen geconstateerde verschijnsel nog evenmin eens is als omtreut de middelen die behooren te worden aangewend om het euvel tegen te gaan. In de proefnemingen, die zich buitendien over een nog te kort tijdpak uitstrekken, bestaat helaas ook weinig eenheid, terwijl de omstandigheden waaronder de verschillende tunnels verkeeren, zoo uiteenloopend zijn, dat al dadelijk kan worden gezegd dat middelen die *hier* goed zullen zijn, *elders* geen nut zullen doen.

Ontegenzeggelijk blijkt echter dat de meerdere lengte en de daarmede gepaard gaande minder goede ventilatie van den tunnel van invloed is op de afslijting van den bovenbouw.

In hoeverre de onmiddelijke oorzaak gezocht moet worden in de zwavelzuren en zwaveligzure gassen van den kolendamp, waag ik niet te beslissen, al schijnen de proeven in den *Königsdorfer-tunnel* genomen ook veel voor de juistheid van die stelling te bewijzen.

Ook de meer of mindere vochtigheid van den tunnel blijkt van grooten invloed te zijn op den bovenbouw, doch is weder afhankelijk van den aard van het zakwater. Volgens de ondervinding in den *Königsdorfel-tunnel* opgedaan zou sterk alcalisch water eer voor- dan nadeelig zijn.

Uit het bovenstaande alsnu een conclusie trekkende, kan men de verschillende omstandigheden waarin de tunnels verkeeren in aanmerking genomen, in het algemeen voor het behoud van den bevenbouw in tunnels de volgende regels stellen:

1e. Te zorgen voor goede ventilatie.
2e. Het doorlekken van druipwater tegengaan.
3e. Het gebruiken van kolen, die zoo min mogelijk zwavelhoudend zijn.
4e. Het gebruiken van zacht stalen rails van verzwaard profiel (circa 1 c. m. hooger).
5e. Het gebruiken van houten dwarsliggers en ijzeren onderlegplaten.
6e. Het bestrijken van het onbereden oppervlak der rails met loodmenie, dan wel met kool- of asphalteer,

terwijl een voortdurend nauwlettend toezicht op den toestand van den bovenbouw en het regelmatig nemen van proeven betreffende de afslijting en het gewichtsverlies in het bijzonder zijn aan te bevelen.

Na eenige discussie over het behandeld onderwerp, waaruit o.a. blijkt dat de bepaling van het zwavelzuur in het tunnelwater in Ned.-Indië niet heeft plaats gehad en de geluiden in Europesche tunnels eveneens aanwezig, niet voldoende zijn verklaard geworden, wordt spreker door den president bedankt voor zijne belangrijk bijdrage.

Daarna wordt door den president het woord verleend aan het lid W. H. M. de Bruijn, die het volgende mededeelt.

Het aanleggen van wegen hangt behalve van zuiver technische ook van oeconomische gronden af. Het openen van nieuwe en het verbeteren van oude wegen moet afhankelijk gemaakt worden van het te verkrijgen nut. Ofschoon dit punt bij het aanleggen van spoorwegen meer op den voorgrond treedt, omdat deze een bron van directe inkomsten opleveren, dient ook voor den aanleg van gewone wegen de aandacht er op gevestigd te worden daar zij indirecte voordeelen kunnen scheppen, door de welvaart eener streek te vermeerderen, echter tengevolge van hun onderhoud een grooter schadepost daartegenover kunnen stellen. Om van het aanleggen voordeel te trekken is het noodig in verband met de terreinvorming een stelselmatig net voor eene geheele streek te ontwerpen waarbij eene verdeeling in hoofd, secundaire en tertiaire of afvoerwegen te regelen is naar het karakter en de grootte van het te verwachten verkeer, hetgeen weêr beoordeeld moet worden naar de dichtheid van bevolking, de welvaart der streek en de mogelijkheid om eene woeste streek in exploitatie te brengen.

Waar die stelselmatigheid niet gevolgd is komt men tot zeer verkeerde toestanden, die aanleiding geven tot menigvuldige wegsverleggingen en afsnijdingen, het maken van verbindingswegen bemoeielijken, zoo niet finantieel onmogelijk maken.

Het doel met het aanleggen van een wegennet in eene streek beoogd, is de afvoer van door die streek geleverde en de aanvoer van voor de behoeften harer bewoners benoodigde producten, mogelijk te maken en te vergemakkelijken. Het gemakkelijker vervoer kan tengevolge hebben uitbreiding der productie en vermeerdering der bevolking. Die uitbreiding en die vermeerdering bereikt echter hoe gemakkelijk het vervoer ook is, eene grens. Het wegennet beantwoordt volkomen aan zijn doel als het vervoer zoo vergemakkelijkt is dat die grens bereikt kan worden.

De aanleg behoeft echter niet zoodanig te geschieden dat het terstond aan dat doel beantwoordt, daar de grens slechts langzamerhand bereikt wordt; wel dient er voor gezorgd te worden, dat, ter verbetering van het vervoer, geen vernietiging van het bestaande behoeft plaats hebben, maar daarentegen zooveel mogelijk er van gebruik kan gemaakt worden.

Die verbetering moet dus gezocht worden in ontwikkeling van het net en bijbouwing aan bestaande gedeelten.

Tot het ontwerpen van een net is het bijgevolg in de eerste plaats noodig na te gaan, 1° hoe de bestaande toestand is, 2° welke wijzigingen daarin te verwachten zijn 3° welke de grenzen zijn die de productie en de behoeften der bevolking der streek bereiken kunnen.

Om die wijzigingen te kunnen vaststellen en de grenzen van productie en behoefte te kunnen bepalen moet men rekening houden met vele factoren, als de productiviteit en het klimaat, de dichtheid, beschaving, zeden en gewoonten der bevolking van de beschouwde aangrenzende streken. Alleen door vergelijking met overeenkomstige of slechts weinig daarmede verschillende gevallen zal het mogelijk zijn de waarde dier factoren oproximatief aan te geven en alzoo tot eene oplossing te geraken. Gelukkig bestaat tusschen de toename van de bevolking en van de productie eener streek tot nabij de grens zulk eene constante verhouding dat de bestaande toestand in verband met de productiviteit en de uitgebreidheid der streek eene grens aangeeft, die voldoende nauwkeurigheid oplevert ter beoordeeling van de eischen die men aan de deelen van het net moet stellen.

Aan den eisch, dat het net af- en aanvoer mogelijk maakt, zal voldaan worden indien de onderdeelen van het net tot in alle deelen van de streek doordringen en zoodanig zijn ingericht dat zij ieder op zich zelve een voor den af- en aanvoer van en naar die deelen, voldoende geschiktheid bezitten. Het is dus noodig de vereischten daartoe voor ieder der deelen in het bijzonder na te gaan.

Aan den eisch, dat bij uitbreiding van vervoer zooveel mogelijk van het bestaande gebruik kan gemaakt worden, kan alleen voldaan worden door het vervoer der verschillende deelen te concentreeren, bij gevolg door geen wegen aan te leggen, die op elkanders vervoer influenceeren, zooals bijv. parallelwegen op te nabij elkaar gelegen afstanden. Men moet dus wegen aanleggen, die de producten brengen naar een weg, waar langs zij verder vervoerd worden naar wegen, die met andere streken in verbinding staan, om vervolgens langs de daarin voorkomende wegen daarover verspreid te worden. De knooppunten van het net moeten zich in de centra van bevolking bevinden.

Men onderscheid alzoo in hoofdzaak drie soorten van wegen, n.l. aan- of afvoerwegen, doorvoerwegen en verbindings- of hoofdwegen. Hoe ontwikkelder het net is des te minder scherp wordt het onderscheid dat tusschen die wegen bestaat, daar de oorspronkelijke aan- of afvoerwegen de functies der doorvoerwegen gaan bekleeden en deze laatste die der verbindingswegen, indien de productie van de streek meer verscheidenheid aanbiedt, zoodat omwisseling van producten reeds tusschen de deelen der streek plaats heeft. Ieder deel van de streek verkeert dan onder dezelfde omstandigheden als oorspronkelijk het geheel, met dit onderscheid echter dat de grootte van het vervoer kleiner is.

Beschouwt men het vervoer langs die wegen over een zelfde lengte weg, dan heeft men bij aanvoer- of afvoerwegen gering vervoer hoofdzakelijk naar eene kant, bij doorvoerwegen grooter vervoer, naar de kant der hoofdwegen toe meer dan naar den tegenovergestelden kant en bij verbindingswegen het grootste vervoer, naar beide kanten ongeveer even groot.

De eischen, die men aan deze soort van wegen moet stellen zijn dus verschillend.

Bij aan- en afvoerwegen behoeft men in hoofdzaak slechts die breedte aan den weg te geven zoodanig dat één voertuig er langs kan. Bij doorvoerwegen is zulk eene breedte noodig dat voertuigen elkaar kunnen passeeren, en bij verbindings- of hoofdwegen moet men die zoo nemen, dat het vervoer niet gestremd wordt door op den weg stilstaande karren, dus drie rijtuigbreedten met eenige speling. Verbreeding van den weg kan altijd geschieden, als het vervoer zulks eischt, dus heeft de breedte van den weg geen invloed op den vorm van het net.

De invloed der bochten op de kosten van vervoer is zóó gering, doet zich eerst bij zulk een kleine straal gevoelen als zelden behoeft toegepast te worden, dat vermeerdering van vervoer geen wijziging daarvan noodig maakt. Wel heeft de lengte der te vervoeren goederen invloed er op; maar mocht hierin verandering komen, zoo kan verbreeding van den weg in de bocht dit gebrek opheffen. Dus influenceeren bochten ook niet op den vorm van het net.

De factor, waarbij wel op vermeerdering van vervoer gerekend moet worden is de helling, die men in den weg mag toelaten, daar deze afhankelijk is van de grootte en de wijze van vervoer en niet meer veranderd kan worden.

Aangezien vervoer naar beneden gemakkelijker is dan naar boven, dienen afvoer- en doorvoerwegen met het oog op meerder, vervoer naar eene kant, dalende in de richting van het grootste vervoer aangelegd te worden en zullen, met het oog op de grootte van het vervoer, grooter hellingen toegelaten worden bij afvoer dan bij doorvoerwegen en hierbij weêr meer dan bij hoofdwegen, wier helling ongeveer gelijk genomen moet worden aan de nuttige helling van de streek.

Voorts wordt het net bepaald door de terreinvorming. Sterk ingesneden terreinen met groote zijhellingen vereischen tot den aanleg van de aarden baan grooter grondverzet dan vlakke regelmatige terreinen met geringe zijhellingen; zijn dien tengevolge duurder in aanleg en onderhoud.

Beschouwt men een bergland als te bestaan uit ruggen, gescheiden door ravijnen, dan volgt in verband daarmede uit den vorm der ruggen, dat de aanleg boven op een rug in de lengteas het goedkoopst en die in dwarsrichting duurder terwijl die in de berghelling het duurst is. Gaan de ravijnen over in dalen, zoo is aanleg in de richting van het dal goedkooper dan langs bergwanden. Bij zeer breede dalen is aanleg in dwarsrichting het goedkoopst.

Het tot stand brengen van verbindingen tusschen ruggen moet geschieden door aanleg van eenen weg langs bergwanden en het maken van een overbrugging over het ravijn. Verbinding van een dal met de aangrenzende ruggen moet plaats hebben door wegenaanleg langs de berghellingen, terwijl die van daloevers meestal slechts eene overbrugging eischt.

Verbinding der verschillende deelen van het bergland is dus zeer kostbaar, zoodat het voornaamste vervoer zich uit een oeconomisch oogpunt moet bepalen tot de ruggen en tot de dalen, teneinde, zoodra de behoefte aan omwisseling van producten blijkt, op de minst kostbare wijze een verbindingsweg tot stand te brengen, daar waar het terrein zich het best daartoe leent.

Het vervoer zal nu heengeleid dienen te worden langs een weg in de richting van de rug of van het dal aangelegd. Bij breede ruggen zullen de producten naar dezen weg gevoerd moeten worden langs aanvoerwegen en zullen dus de wegen in langsrichting aangelegd, als doorvoerwegen te beschouwen zijn.

Bij zeer smalle ruggen echter zijn het slechts afvoerwegen en moeten de doorvoerwegen, waarin zij uitkomen, een vervolg hiervan zijn of verbindingen uitmaken met aangrenzende dalen of ruggen, waarover de weg zich in langsrichting voortzet. Men gaat tot het laatste slechts dan over indien de helling van den rug steiler is dan de voor doorvoerwegen toe te laten helling en de aangrenzende ruggen geschikt zijn voor langstransport. In dat geval zal van een ander vervoermiddel dikwijls beter gebruik gemaakt kunnen worden indien het productenvervoer zulks toelaat. Dit is afhankelijk van de grootte van het transport en de meerdere of mindere moeilijkheid van aanleg.

Hetzelfde geldt voor aanvoerwegen. In zulke gevallen zullen de kosten van aanleg en onderhoud, in verband met de vervoerkosten, de keuze van het transportmiddel bepalen. In de meeste gevallen is op zulke terreinen het vervoer zóó gering, zijn de aanlegkosten zóó veel grooter, dat een duurder transportmiddel oeconomischer is.

De invloed der hellingen op de kosten van vervoer bepalen alzoo in hoofdzaak den vorm van het net. Die invloed dient dus nagegaan te worden. Launhardt geeft daaromtrent de volgende beschouwing.

De dagelijksche arbeid door een trekdier verricht, als het met eene trekkracht k eene last met eene snelheid c gedurende den tijd t voortbeweegt is *ket*; k, c en t zijn echter afhankelijk van elkaar.

Onder de empirische formules, die het verband tusschen deze grootheden aangeeft, voldoet die van Maschek over het algemeen het best. Deze is:

$$\frac{k}{K} + \frac{c}{C} + \frac{t}{T} = 3$$

als K, C en T de gemiddelde trekkracht, de gemiddelde snelheid en de gemiddelde duur van den arbeid is, d. w. z. die trekkracht, snelheid en tijd, waarmede het dier, overeenkomstig zijn natuurlijke eigenschappen het voordeeligst werkt. Voor eene bepaalde trekkracht wordt de arbeid een maximum voor $\frac{c}{C} = \frac{t}{T}$, dus ook voor $\frac{k}{K} = 3-2\,\frac{c}{C}$.

Stelt Q het gewicht van de lading voor
Q_1 dat van den ledigen wagen
G dat van de trekbeesten
μ de weêrstandscoëfficiënt van den weg voor het samenstel van lasten
x de hellingshoek van den weg,

dan is volgens de theorie van het hellend vlak

$$k = (Q + Q_1 + G)(\mu + \operatorname{tg} x)\cos x$$

voor het bewegen van de last naar boven

en $k = (Q + Q_1 + G)(\mu - \operatorname{tg} x)\cos x$

voor het bewegen van de last naar beneden zoo lang $\mu > \operatorname{tg} x$. Ingeval $\mu < \operatorname{tg} x$ moet de last tegengehouden worden en is:

$$k = -(Q + Q_1 + G)(\mu - \operatorname{tg} x)\cos x.$$

Stelt men: $\frac{Q}{K} = q$

$$\frac{Q_1 + G}{K} = q_0$$

en $\cos x = 1$ (Voor $^1/_{10}$ helling geeft dit slechts 0.5 % verschil),

dan heeft men:

$$(1)\quad \frac{k}{K} = \begin{cases} (q + q_0)(\mu + \operatorname{tg} x) & \text{bij opvoer} \\ (q + q_0)(\mu - \operatorname{tg} x) & \text{bij afvoer als } \mu > \operatorname{tg} x \\ -(q + q_0)(\mu - \operatorname{tg} x) & \text{bij afvoer als } \mu < \operatorname{tg} x. \end{cases}$$

Tot het verkrijgen van een maximum nuttig effect moet $\frac{k}{K} = 3 - 1\,\frac{c}{C}$ zijn, dus:

$$(2)\quad 2\,\frac{c}{C} = \begin{cases} 3 - (q + q_0)(\mu + \operatorname{tg} x) & \text{bij opgaand vervoer} \\ 3 - (q + q_0)(\mu - \operatorname{tg} x) & \text{bij afgaand verv. als } \mu > \operatorname{tg} x \\ 3 - (q + q_0)(\operatorname{tg} x - \mu) & \text{bij afgaand verv. als } \mu < \operatorname{tg} x. \end{cases}$$

Als a de kosten zijn per dag van voertuig en beesten, dan zijn de transportkosten per tonkilometer:

$$b = 10^6\,\frac{a}{ctQ} = 10^6\,\frac{a}{ctK\,q}$$

welke voor het geval men een nuttig effect bereikt, dus $\frac{c}{C} = \frac{t}{T}$ is, worden:

$$b = 10^6\,\frac{a}{CTK\,q\left(\frac{c}{C}\right)^2}$$

of ter verkorting $10^6\,\frac{a}{CTK} = M.$ stellende

$$(3)\quad b = \frac{M.}{9\left(\frac{c}{C}\right)^2}.$$

Hierin de waarde van $\frac{c}{C}$ gesteld uit (2) heeft men:

$$(4)\quad b = \begin{cases} \dfrac{4\ M.}{q\,[3 - (q + q_0)(\mu + \operatorname{tg} x)]^2} & \text{bij opvoer} \\ \dfrac{4\ M.}{q\,[3 - (q + q_0)(\mu - \operatorname{tg} x)]^2} & \text{bij afvoer als } \mu > \operatorname{tg} x \\ \dfrac{4\ M.}{q\,[3 + (q + q_0)(\mu - \operatorname{tg} x)]^2} & \text{bij afvoer als } \mu < \operatorname{tg} x. \end{cases}$$

Deze kosten worden minimum voor

$$(5)\quad 9 = \begin{cases} \dfrac{1}{\mu + \operatorname{tg} x} - {}^1/_3\,q_0 & \text{bij opvoer} \\ \dfrac{1}{\mu - \operatorname{tg} x} - {}^1/_3\,q_0 & \text{bij afvoer als } \mu > \operatorname{tg} x \\ \dfrac{1}{\operatorname{tg} x - \mu} - {}^1/_3\,q_0 & \text{bij afvoer als } \mu < \operatorname{tg} x. \end{cases}$$

De kosten van vervoer van 1 ton tusschen plaatsen met h kilometers hoogteverschil zijn:

$$(6)\quad B = b\,\frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Deze worden een minimum voor de waarde van $\operatorname{tg} x = n$, uitgedrukt door:

$$(7)\quad n = \frac{1}{q + q_0} - {}^1/_3\,\mu \qquad \text{bij opvoer}$$

$$(8)\quad n = \frac{1}{q + q_0} + {}^1/_3\,\mu \qquad \text{bij afvoer met remmen.}$$

De waarde van n uit (7) overgebracht in (4) krijgt men:

$$(9)\quad b = \begin{cases} \dfrac{4\ M.}{9\ q}\,\dfrac{\left(1 + \frac{\mu}{3\ n}\right)^2}{\left(1 - \frac{\operatorname{tg} x}{3\ n}\right)^2} & \text{bij opvoer} \\ \dfrac{4\ M.}{9\ q}\,\dfrac{\left(1 + \frac{\mu}{3\ n}\right)^2}{\left(1 + \frac{\operatorname{tg} x}{3\ n}\right)^2} & \text{bij afvoer zonder remmen} \\ \dfrac{4\ M.}{9\ q}\,\dfrac{\left(1 + \frac{\mu}{3\ n}\right)^2}{\left(1 + \frac{2\,\mu - \operatorname{tg} x}{3\ n}\right)^2} & \text{bij afvoer met remmen.} \end{cases}$$

De kosten op horizontalen weg zijn:

$$d = \frac{4\ M.}{9\ q}\left(1 + \frac{\mu}{3\ n}\right)^2$$

dus de kosten bij verschillende hellingen uitgedrukt in die op horizontalen weg zijn:

$$(10)\quad b = \begin{cases} \dfrac{d}{\left(1 - \frac{\operatorname{tg}\alpha}{3n}\right)^2} & \text{bij opvoer} \\ \dfrac{d}{\left(1 + \frac{\operatorname{tg}\alpha}{3n}\right)^2} & \text{bij afvoer zonder remmen} \\ \dfrac{d}{\left(1 + \frac{2\mu - \operatorname{tg}\alpha}{3n}\right)^2} & \text{bij afvoer met remmen} \end{cases}$$

zijn de voertuigen verplicht tot ledigen teruggang, dan wordt vergelijking (2)

$$(11)\quad 2\,\frac{c}{C} = \begin{cases} 3 - q_0(\mu + \operatorname{tg}\alpha) & \text{bij opvoer} \\ 3 - q_0(\mu - \operatorname{tg}\alpha) & \text{bij afvoer zonder remmen} \\ 3 - q_0(\operatorname{tg}\alpha - \mu) & \text{bij afvoer met remmen} \end{cases}$$

en de transportkosten per tonkilometer bij ledigen teruggang als de nuttige last Q geweest is:

$$\frac{4\,M.}{q\,[3 - (\mu + \operatorname{tg}\alpha)\,q_0]^2} = \frac{9\,d}{[3 - (\mu + \operatorname{tg}\alpha)\,q_0]^2\left(1 + \frac{\mu}{3n}\right)^2} \quad \text{bij opv.}$$

$$\frac{4\,M.}{q\,[3 - (\mu - \operatorname{tg}\alpha)\,q_0]^2} = \frac{9\,d}{[3 - (\mu - \operatorname{tg}\alpha)\,q_0]^2\left(1 + \frac{\mu}{3n}\right)^2} \quad \text{bij afv. z.r.}$$

$$\frac{4\,M.}{q\,[3 + (\mu - \operatorname{tg}\alpha)\,q_0]^2} = \frac{9\,d}{[3 + (\mu - \operatorname{tg}\alpha)\,q_0]^2\left(1 + \frac{\mu}{3n}\right)^2} \quad \text{bij afv. m.r.}$$

Van deze laatste formule zal weinig gebruik gemaakt behoeven te worden, daar zelden het transport naar boven zoo groot zal zijn, dat de wagens ledig terug gaan, op wegen, met zulke steile hellingen dat geremd moet worden.

Daar de ondervinding geleerd heeft, dat op hellingen over niet grooter dan 600 M. lengte het trekdier nagenoeg de dubbele trekkracht kan uitoefenen, heeft men de voordeeligste helling over korte afstanden door in formule (7) voor q en q_0, resp. $\frac{Q}{2K}$ en $\frac{Q_1 + G}{2K}$ te stellen.

De voordeeligste helling, die men aan eene weg kan geven, is die welke de transportkosten vermeerderd met de kosten van onderhoud en rente van aanlegkapitaal een minimum maakt. De wegen van een net zullen dus verschillende helling verkrijgen, deels tengevolge hiervan dat de afstand tusschen twee plaatsen korter is dan de voor de voordeeligste helling benoodigde lengte, deels tengevolge van de terreingesteldheid, waarbij de helling ongeveer gelijk of kleiner moet worden dan het hoogteverschil der plaatsen gedeeld door hunnen afstand.

Voor iederen weg van een net kan men nu uit het aantal tonkilometers daarover te vervoeren last, door middel van de formules voor eene bepaalde nuttige lading, de kosten van vervoer daar langs berekenen. Deelt men nu de som der kosten voor alle wegen verkregen door de som der tonkilometers, dan heeft men de gemiddelde kosten per tonkilometer voor het geheele net bij die bepaalde nuttige lading.

Door deze berekening voor verschillende waarden van de nuttige last te herhalen, leert men die waarde daarvan kennen, waarbij de kosten per tonkilometer een minimum worden, waaruit dan volgens (7) de normaalhelling voor de streek wordt gevonden.

Maakt men gebruik van een ander transportmiddel, dan verkrijgt men eene andere normaalhelling en eene andere nuttige last. Hoe zwaarder de totaal-last is hoe geringer de normaalhelling. In vlakke terreinen kunnen zwaarder lasten vervoerd worden dan in bergstreken, dus heeft men daar geringer normaalhelling.

Verschillend gewicht der te vervoeren producten brengt ook verandering in de normaalhelling te weeg, daar het transportmiddel er naar gewijzigd wordt. Verandering van het net brengt wijziging van de normaalhelling te weeg; de invloed is echter meestal zoo gering, dat zij geheel buiten rekening kan blijven.

De transportkosten over een weg moeten naar die normaalhelling berekend worden, daar bij verandering van helling niet telkens de nuttige last kan gewijzigd worden. De deelen van een streek kunnen echter, tengevolge van groot verschil in karakter, verschillende waarden van normaalhelling verkrijgen, waarnaar de vervoerkosten in die deelen moeten bepaald worden.

Voor het aanleggen van een net doet men nu het best door vergelijking met overeenkomstige streken een normaalhelling aan te nemen en de hellingen der wegen van het net te bepalen, naar de geringste aanlegkosten en waar het hoogte verschil ten opzichte van de lengte te groot is, naar de voordeeligste helling, in verband met de grootte van vervoer.

Eene toepassing van de formule van Launhardt is gemaakt bij het ontwerp voor verbetering van eenen weg in den Tengger. Aan den weg werd de eisch gesteld: geschiktheid voor karrentransport naar boven en naar beneden.

De bestaande weg was in geen jaren onderhouden, groote steenblokken staken overal uit. Daar bij den aanleg niet op eenen goeden waterafvoer gerekend was, waren op verscheidene plaatsen in den weg geulen, van ongeveer 40 cM. diepte, geschuurd en was het verhardingsmateriaal verdwenen. De hellingen, die in den weg voorkwamen, varieerden tusschen $^1/_9$ en $^1/_{20}$, hoofdzakelijk tusschen $^1/_{10}$ en $^1/_{13}$.

In den Westmoesson was de weg zelfs voor draagbeesten moeielijk te begaan tengevolge der gladheid. Toch werden in den Oostmoesson door den transportaannemer nog karren naar boven gestuurd uit vrees dat bij vervoer uit het pakhuis per draagbeest de koffie door regen zou beschadigen. Bij het leeg naar boven gaan werden de grootste oneffenheden en gaten met glagah, takken en aarde door de karrenvoerders gedicht, terwijl de karren door steenen tegen wegrollen werden gestut. Om van het vervoer zooveel mogelijk voordeel te trekken, werden de karren naar beneden met 15 picols beladen en daaraan een slee verbonden, bij wijze van rem, waarop nog 3 picols gebonden waren.

Meermalen gebeurde het, dat die karren onderweg omvielen, de assen er van braken en de koffie toch per draagbeest verder werd vervoerd.

Verbetering van dien weg zou slechts weinig minder bedragen dan het maken van een geheel nieuwe, waaraan een meer gelijkmatige helling gegeven kon worden en waarbij van de nog in vrij goeden staat verkeerende deelen van den ouden weg gebruik gemaakt kon worden. Ten einde de helling te bepalen, die voor den weg aangenomen moest worden, zijn de volgende gegevens verzameld:

1e. karren met 2 sappies bespannen wegen 15 picol,

2e. een kar weegt 7 picol,

3e. de sappies wegen 4 picol ieder,

4e. de lading der karren in de suikerdistricten is 5 krandjangs à $4^1/_2$ picol per krandjang,

5e. uit koffiepassen bleek dat per kar 15 à 16 picols worden vervoerd,

6e. de prijs van het transport in het aangrenzende vlakke deel der residentie is $\pm f$ 0.01 per tonkilometer.

Aangezien voor de trekkracht van sappies geen waarde werd gevonden, is die door de volgende beschouwing gezocht. Tusschen lading, karrengewicht, trekkracht van de sappies en maatgevende helling van een bestaand wegennet ontwikkelt zich langzamerhand een verband. Aangezien in dit wegennet in geruimen tijd geen verandering is gekomen en het transportmateriaal ette-

lijke malen is vernieuwd en gewijzigd, mag verondersteld worden, dat de lading en het gewicht der kar de voordeeligste waarden hebben verkregen in verband met de trekkracht der sappies voor de maatgevende helling van het wegennet. Deze moeten dus als maat aangenomen worden bij het bepalen der hellingen in nieuw aan te leggen of te verbeteren wegen. Nu zijn het vooral de grootste hellingen over korte afstanden, die de normaalhelling en het transport in een streek beheerschen, wat men uitgedrukt vindt in form. (7) en (13).

De grootste hellingen, die men in de nabij zijnde suikerdistricten aantreft zijn $^1/_{20}$. Door substitutie van $\text{tg}\,\alpha = {}^1/_{20}$, $Q = 1400$, $Q + G = 940$ en $\mu = 0.03$ in formule (13) vindt men $K = 70.2$ te stellen 70 Kg.

De Tengger kan vergeleken worden wat het orographisch karakter betreft, met de andere koffiedistricten van het gewest, óók wat het transport betreft. In die districten verhoudt zich de opvoer tot den afvoer als 1 : 2, terwijl waarnemingen omtrent de grootte van het transport in den tijd, waarop men het gemiddelde per jaar heeft, gedurende 14 dagen een bedrag gaven van 475 beladen draagbeesten naar boven en 1200 naar beneden voor den Tengger.

Eene lading van 15 picols aannemende, vindt men uit de formules (7) en (8) voor de nuttige helling $q = \frac{940}{70}$ en $q_0 = \frac{940}{70}$ stellende $n = \begin{cases} 0.026 \text{ bij opgaand vervoer} \\ 0.046 \text{ bij afgaand vervoer.} \end{cases}$

Als normaalhelling dus voorloopig aan te nemen $\frac{0.026 + 2 \times 0.046}{3} = 0.04$. Men krijgt dan

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{2\,K}{Q + Q_1 + G} - {}^1/_3\,\mu \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Berekenen wij nu de voordeeligste last bij deze normaalhelling door de voorwaarde, dat de kosten per tonkilometer een minimum worden bij beladen en onbeladen opvoer en 2 maal beladen afvoer. Deze kosten zijn:

$$S = \frac{4\,M}{9}\left[\frac{2}{[3 + (q + q_0)(\mu - \text{tg}\,\alpha)]^2} + \frac{1}{[3 - q_0(\mu + \text{tg}\,\alpha)]^2} + \frac{1}{[3 - (q + q_0)(\mu + \text{tg}\,\alpha)]^2}\right]$$ en worden een minimum voor: $9 = 13.2$.

De voordeeligste last is dus 924 Kg.

Aangezien deze last vrij wel met die in de praktijk aangenomen, overeenkomt, mag de veronderstelling, die gemaakt is en leidde tot eene trekkracht van 70 Kg. voor een span sappies, alsook de normaalhelling $= 0.04$ aangehouden worden. Men vindt nu uit form. (13) voor de voordeeligste helling over afstanden kleiner dan 600 M.

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{140}{1864} - 0.01 = 0.0651 = \frac{1}{15.4}$$

Deze helling kan nog steiler worden daar bij de berekening aangenomen is, dat van twee karren die naar boven gaan er één onbeladen is. In de meeste gevallen zal de last wel verdeeld worden over deze 2 karren, zoodat $^1/_{14}$ helling nog kan bestegen worden. De nuttige last kan dan nog zijn 777 Kg. $= \pm 12.5$ picol, buitendien is de verhouding aangenomen van $^1/_2$ opvoer tegen 1 afvoer, welke verhouding meer nadert tot $\frac{777}{1963}$. Met het oog op vermeerdering van opvoer ten opzichte van afvoer door verbetering van den weg, is de verhouding van $^1/_2$, die bij andere koffiedistricten voorkomt, aangehouden.

In de volgende tabel zijn de transportkosten in centen voor verschillende waarden van tg α voor de normaalhelling 0.04 berekend.

Hellingen in den weg.	Transportkosten per tonkilometer bij opvoer.	Transportkosten per tonkilometer bij afvoer met remmen.	Transportkosten per tonkilometer bij afvoer zonder remmen.	Transportkosten per tonkilometer bij onbeladen opvoer.	Gemiddelde transportk. 2 × afv. + bel. opvoer + onbel. opvoer.	Dito + 4 cent voor rente van aanleg en onderhoud per tonkilometer.	Totaalkosten tot het brengen van 1 ton tot 1 K.M. hoogte.	Gemiddelde transportkost. 2 × afv. + bel. opvoer + onbel. opvoer + 20 cent voor rente van aanleg en onderhoud per tonkilometer.	Totaalkosten tot het brengen van 1 tonkilometer tot 1 K.M. hoogte.
0.12	∞	4.00	—	5.88	∞	∞	∞	—	—
0.11	144	2.94	—	4.56	51.44	55.44	504.0	—	—
0.10	36	2.25	—	3.64	14.71	18.71	187.1	34.71	347.1
0.09	16	1.78	—	2.97	7.51	11.51	127.8	27.51	305.7
0.08	9	1.44	—	2.47	4.78	8.78	109.7	24.78	309.8
0.072	6.25	1.33	—	2.16	3.69	7.69	106.8	—	—
0.070	5.76	1.19	—	2.09	3.41	7.41	105.9	23.41	334.4
0.068	5 32	1.15	—	2.02	3.21	7.21	106.1	—	—
0.06	4.00	1.00	—	1.79	2.60	6.60	109.6	—	—
0.05	2.94	0.85	—	1.55	2.06	6.06	121.2	—	—
0.04	2.25	0.73	—	1.35	1.69	5.69	142.2	—	—
0.03	1.78	0.64	0.64	1.19	1.42	5.42	180.7	—	—
0.02	1.44	—	0.73	1.06	1.32	5.32	266.0	—	—

De transportkosten op horizontalen weg per tonkilometer zijn daarin = 1 cent aangenomen.

Rekent men dat ieder draagbeest gemiddeld één picol draagt, dan is het jaarlijksche vervoer 2600 ton. De aanlegkosten hebben f. 4500.— per kilometer bedragen. Rekent men hiervan de interest à 5 % en f 300.— aan onderhoud per jaar, dan worden de kosten per tonkilometer voor rente van aanlegkapitaal en onderhoudskosten 20 cts. Zooals uit de laatste kolom blijkt, zou de voordeeligste helling dan 0.09 moeten zijn. Daar op eene groote vermeerdering van het transport gerekend moet worden, zijn de kosten op 4 cts. per tonkilometer gesteld. De voordeeligste helling is dan $^1/_{11}$. Bij deze berekening is aangenomen, dat de

kosten van onderhoud per tonkilometer voor wegen met verschillende hellingen constant is. De ondervinding heeft echter geleerd, dat op steile hellingen die kosten aanzienlijk vermeerderen tengevolge van het afstroomende regenwater en het meerdere kracht zetten der trekbeesten. Tot nog toe zijn nog te weinig proeven daaromtrent genomen om bij de berekening op deze factor te rekenen. De voordeeligste helling zal dus iets minder steil zijn. Eene doorgaande helling van $^1/_{15}$ à $^1/_{16}$ is voor deze streek als voldoende te beschouwen bij de aanname dat het transport zooveel stijgen zal, dat de kosten per tonkilometer voor rente van aanlegkapitaal en onderhoud op 4 cent te staan komen.

Dit is eene aanname die op de volgende gronden berust.

Het gedeelte van den hoofdrug tusschen de 600′ en 1800′ hoogte, waarop de weg zou aangelegd worden, was nagenoeg, en daar boven tot de hoogte der koffietuinen, voor het meerendeel, geheel woest, begroeid met alang-alang, glagah, struikgewas en slechts enkele boomen; de grond is van zulk een goede kwaliteit, dat het de moeite loont door goede bewerking er van en het aanplanten van daartoe geschikte gewassen, de alang-alang en glagah te vernietigen.

Het klimaat is er voor de bevolking der beneden gelegen landen nog geschikt. In die landen heerscht overbevolking. Het ontstaan van kleine ontginningen wees reeds op een verhuizen in die richting. Men mocht dus aannemen, dat bij eene geschikte communicatie, dat geheele gedeelte van den rug in exploitatie zou komen. De bovengelegen plaats was door voor paardentransport geschikte wegen met de aangrenzende ruggen verbonden, zoodat het vervoer daardoor zich zeer waarschijnlijk naar dien weg zal verplaatsen. Daar de boven-Tenggereezen die plaats langs moeten om hunne producten aan de naastbij zijnde markt te brengen, zal bij een gemakkelijk transport dit kruispunt marktplaats worden. Eene globale vergelijking van hetgeen reeds in exploitatie was bij wat nog in exploitatie kan komen, aannemende dat met der tijd alles geëxploiteerd zou worden, doet de kans op een 4 à 5 maal zoo groot transport als het bestaande vermoeden. Daar de totaalkosten tot eene helling van $^1/_{19}$ slechts met $\pm$ 10 % stijgen en de kosten van vervoer met $\pm$ 40 % verminderen, zijn de hellingen ter tegemoetkoming aan het vervoer varieërende tusschen $^1/_{11}$ en $^1/_{19}$ aangenomen.

In de bochten zijn hellingen van $\frac{1}{50}$ aangenomen met het oog op de veiligheid, zoodat die tevens tot rustplaats dienen. Deze komen op zeer korte afstanden voor, waarvan de grootste $\pm$ 300 M. bedraagt. Niettegenstaande het kort bestaan van den weg is reeds een groot gedeelte er langs in exploitatie, dank zij een boschbrand die het in de hand gewerkt heeft.

Vermeerdering van bevolking kan reeds geconstateerd worden. Terwijl vroeger slechts een paar karren van den weg gebruik maakten om de koffie te halen, komen er nu wel twintig tegelijk naar boven, gedeeltelijk voor de koffie, gedeeltelijk voor het suikerrietvervoer dat ontstaan is. Reizigers voor Tosari maken nu gebruik van rijtuigen, wat vroeger nooit gebeurde.

Omtrent de vermeerdering van transport is uit gebrek aan gegevens niet anders te vermelden dan dat zij merkbaar is. Wat het vervoer zelf betreft zoo is de gemiddelde lading der naar beneden gaande koffiekarren 18 à 20 en heeft wel 22 picols bedragen. Geremd behoeft niet te worden daar de beesten de kar voldoende kunnen tegenhouden. Bij het naar boven gaan worden meermalen 13 à 14 picols vervoerd per kar.

Een enkel geval heeft zich voorgedaan, dat 18 picols naar boven zijn vervoerd. Dit wijst op een veel grootere trekkracht dan die door de berekening gevonden is; maar aangezien er een groot verschil bestaat tusschen de trekkracht van verschillende sappies, moet de door berekening gevonden trekkracht beschouwd worden als de gemiddelde voor de beesten van de streek. Daarmede moet dus bij de bepaling van hellingen uitsluitend rekening gehouden worden. Buitendien zal tengevolge van de korte afstanden tusschen de rustplaatsen, een dier meer dan zijn dubbele trekkracht kunnen uitoefenen; alsdan wordt echter van de trekkracht van het dier niet het voordeeligst gebruik gemaakt met het oog op den levensduur van het beest. Het vervoer van reizigers naar boven geschiedt met tweewielige karretjes, bespannen met twee paarden, waarin 4 personen kunnen plaats nemen, oorspronkelijk in eens, thans in twee étappen, omdat de snelheid van vervoer voor de reizigers te gering was. Thans wordt het traject in draf afgelegd. Ook heeft reeds een volle reiswagen, bespannen met 6 paarden, de reis naar boven afgelegd met gewone snelheid. De weg voldoet dus volkomen aan de gestelde eischen.

In het departement van de Aveyron en in het arrondissement van de Vigau zijn door de vrachtrijders opgaven verstrekt van de transportprijzen per tonkilometer op een goed onderhouden weg 1e voor horizontaal vervoer, 2e voor opvoer en 3e voor afvoer bij hellingen van 0.05 en 0.10.

Daaruit meent de hoofdingenieur Alfred Salle de volgende empirische formules te mogen samenstellen:

$$P_r = 0.30 \overset{\text{fr}}{+} 6r$$

$$P_i = 0.25 \overset{\text{fr}}{+} 20\ (i - 0.05)^2$$

waarin P_r de prijs van het transport bij opvoer, P_i dat bij afvoer, r de klimming en i de daling van den weg voorstelt.

Uit deze formulen wordt dan gevonden, dat bij hellingen van respectievelijk 0.01 — 0.02 — 0.03 — 0.04 — 0.05 — 0.06 — 0.07 — 0.08 — 0.09 — 0.10, de kosten van vervoer over de eenheid lengte gelijk mogen gesteld worden met die op horizontalen weg, waarvan de lengte is bij opvoer 1.200 — 1.400 — 1.600 — 1.800 — 2.000 — 2.200 — 2.400 — 2.600 — 2.800 — 3.000 en bij afvoer van 0.940 — 0.890 — 0.860 — 0.840 — 0.830 — 0.840 — 0.860 — 0.890 — 0.940 — 1000.

Deze cijfers verschillen veel met de in de kolom voorkomende berekende waarden. Gaat men echter na dat de opgegeven prijzen onderling 100 % verschillen, zoo laat zich dat verschil reeds daaruit eenigzins verklaren. Buitendien is als normaal helling 0.05 aangenomen, zooals blijkt uit de empirische formule voor den afvoer, zoodat de kosten op groote hellingen minder met die op horizontalen weg verschillen. De gevonden formule voor de transportkosten bij opvoer $b = \frac{d}{\left(1 - \frac{\text{tg } \alpha}{3\ n}\right)^2}$ is geen lineaire functie en daarvoor kan alleen zoodanige functie als benaderingswaarde in de plaats gesteld worden als de termen van $\frac{\text{tg } \alpha}{3\ n}$ in de hoogere machten mogen verwaarloosd worden.

Voor groote hellingen kan zulk eene formule alleen toegepast worden als bij vermeerdering van helling ook de normaalhelling volgens een zekere wet grooter wordt. Dit kan alleen gebeuren als het vervoermaterieel in verband met de trekkracht naar de verschillende hellingen kan geregeld worden, waaraan in meer ontwikkelde streken met een groot vervoer gemakkelijker voldaan kan worden dan in minder ontwikkelde. De aanname van eene normaalhelling voor eene streek geschiedt dan ook voor eene bepaalde transportwijze. Wordt van meerdere transportwijzen

gebruik gemaakt, zoo dient voor ieder afzonderlijk eene normaalhelling aangenomen te worden en dan nagegaan te worden voor welke wijze van transport men de voordeeligste helling voor den weg verkrijgt. Moet echter een weg in een nog niet geheel ontwikkelde streek aangelegd worden, zoo is het raadzaam de berekening op te maken voor de bestaande transportwijze, daar het ontstaan van eene nieuwe het gevolg is van de behoefte en deze niet omgekeerd van de transportwijze.

De president dankt spreker voor zijn bijdrage en stelt de vergadering voor om de mededeelingen welke het lid J. Radersma zich had voorgesteld op heden avond te geven, wegens het late uur tot de volgende bijeenkomst uit te stellen.

Hierna sluit de president de vergadering.

De President,
(w. g.) M. J. VAN BOSSE.
De Secretaris,
(w. g.) L. J. C. VAN ES.

ALGEMEENE VERGADERING OP DINSDAG 28 JULI 1891, DES AVONDS TEN 9 URE, IN HET LOKAAL DER AFDEELING.

Tegenwoordig de HH. M. J. van Bosse, President, J. Staal, Vice-President, J. E. de Meijier, Penningmeester, A. Mijer, bestuurslid, L. J. C. van Es, Secretaris en de leden W. T. Heskes, J. K. Kempees, D. R. J. baron van Lijnden, D. H. Havelaar, J. H. Duppen, J. W. Th. van Schaïk, E. A. van Arcken, F. Kerstens, A. Sijthoff, W. H. M. de Bruijn en A. Snethlage.

De President opent de vergadering en na verwelkoming der leden worden door den Secretaris de notulen der vorige vergadering voorgelezen en deze gearresteerd.

Door den President wordt mededeeling gedaan van de ingekomen stukken, bestaand in

1° een schrijven van het bestuurslid G. P. A. Renaud, houdende kennisgave van verhindering tot het bijwonen der vergadering,

2° eene missive van den Directeur van het Magnetisch en Meteorologisch Observatorium, Dr. J. P. van der Stok alhier, naar aanleiding eener van het bestuur der afdeeling ontvangen uitnoodiging, houdende mededeeling, dat eerstdaags een artikel over de harmonische analyse der getijden, toegepast op de waarnemingen te Tjilatjap, kan worden ingewacht,

3° een schrijven van de firma Becker en Buddingh te Arnhem o. m. behelzende een verzoek om eene verklaring, omtrent de deugdelijkheid van door haar geleverde peilschalen te Priok in gebruik, in het tijdschrift der afdeeling te willen opnemen.

Naar aanleiding van dit schrijven maakt de President bezwaar dergelijke verklaring als reclame in het tijdschrift op te nemen, maar vermeent dat aan het verzoek van de firma Becker en Buddingh genoegzaam zal worden voldaan, wanneer de ter vergadering aanwezige ingenieur der havenwerken, het lid D. H. Havelaar, het een en ander omtrent de te Priok in gebruik zijnde geëmailleerd ijzeren peilschalen zou willen mededeelen, hetgeen alsdan in de notulen kan worden opgenomen.

Het lid Havelaar verklaart zich hiertoe bereid, en deelt mede dat de peilschalen te Tandjong Priok in gebruik door de firma Becker en Buddingh door bemiddeling van de H. H. Harris, Goodwin en Kraft te Batavia in 1883 zijn geleverd geworden, dat het zijn geemailleerd ijzeren peilschalen en tot heden allezins aan het doel beantwoorden, daar ze voldoende bestand blijken tegen zonnehitte door zeewater niet worden aangetast en goed leesbaar zijn gebleven. De peilschalen groeien wel aan, maar dat is in zooverre geen bezwaar dat het email onder de aangroeiing behouden blijft en de peilschalen dus alleen af en toe moeten worden schoongemaakt voor zoover betreft het onder water komende gedeelte.

Op een vraag van het lid In 't Veld, of nog peilschalen van andere soort te Priok in gebruik zijn, wordt door het lid Havelaar ontkennend geantwoord, en nog het een en ander medegedeeld omtrent zijne ondervinding van houten peilschalen.

Door den president wordt daarop mededeeling gedaan, dat het verslag en de verantwoording van het door den Penningmeester gevoerd geldelijk beheer over 1890 van de in de vorige vergadering benoemde commissie van verificateurs voor gezien en accoord bevonden geteekend, is terugontvangen, waarop het commissie-lid baron van Lijnden het woord erlangende hulde brengt aan de uitstekende wijze, waarop door den Penningmeester de geldelijke administratie is gehouden, waarmede de President verklaart geheel in te stemmen en waarbij de vergaderde leden door luide teekenen van goedkeuring zich aansluiten.

Nog wordt mededeeling gedaan van een schrijven van den Raad van Bestuur van het K. I. v. I. in Nederland, waarbij naar aanleiding der betoogen van het bestuur der afdeeling, eene gewijzigde regeling der verzending van het Instituut tijdschrift wordt bericht. Hiervan zal een spoedige en meer regelmatige ontvangst van dit tijdschrift door de leden een gevolg zijn.

Omtrent de beide rapporten van den Heer de Rijke, waarvan in de notulen der vergadering van 12 Mei jl. wordt melding gemaakt, deelt de President mede dat deze als bijdragen tot de kennis van de toestanden in Japan in het tijdschrift zullen worden opgenomen. (Zie bijl. F_1 en F_2).

Daarna wordt het woord verleent aan het lid J. E. de Meijier die eenige mededeelingen doet over de onlangs voltooide vernieuwing van het *Buitenverblijf van Z. E. den Gouverneur Generaal te Tjipanas*, waarbij teekeningen van het gebouw en eenige photographiën worden vertoond.

Spreker zegt nagenoeg het volgende:

Een poging om eenig licht te verspreiden over de oprichting en geschiedenis van dit buitenverblijf is slechts gedeeltelijk met een goeden uitslag bekroond.

In het 7e deel van het *Nederlandsch-Indische Plakaatboek* uitgegeven door Mr. J. A. van der Chijs komen op bl. 184 en bl. 500 resoluties omtrent Tjipanas voor, waaruit blijkt dat aldaar in 1744/45 een hospitaal werd opgericht, bestemd voor een dertigtal zieke compagnies dienaren, die aldaar zoowel door de koele berglucht als door de geneeskrachtige eigenschappen van de warme bron veelal herstelling vonden.

In een zeldzaam voorkomend boekje getiteld „Nieuwe Beschrijving van Geheel Oost-Indiën, benevens een Relaas van de oprichting en het Bestuur der O. I. Compagnie, enz." bijeen verzameld opgesteld en uitgegeven door Joh. Hofhout te Rotterdam dat ongeveer 1760 moet zijn uitgegeven en waarvan een exemplaar in de bibliotheek van het Bat. Genootschap berust, komt een uitvoerig reisverhaal voor, waarin de schrijver, in den vorm van een brief aan een kennis in Europa, verslag geeft van zijn tocht naar en verblijf te Tjipanas in het jaar 1759. De tocht, die begon met twee aan twee in buffelkarren gepakt van het kasteel te Batavia naar het gebergte te vertrekken, waarbij telkens in dalems of pleisterplaatsen werd overnacht, geeft een goed denkbeeld van de moeilijkheden toen aan zulk een reis verbonden.

Aan den voet van den Gedeh gekomen, moest de verdere

tocht door het bosch bergopwaarts op den rug van een buffel geschieden. Na veel angsten uitgestaan te hebben en nog verdwaald te zijn geweest, komt de schrijver, door een inlandsch hoofd op het rechte pad teruggebracht eindelijk in het hospitaal aan, waar de chirurgijn Jan de Put sedert jaren het beheer over had. De beschrijving van het emplacement met verschillende badkamers, twee vijvers, een ruim en luchtig logies voor de zieken, een klein kasteeltje met twee verdiepingen, enz. komt weinig meer overeen met hetgeen thans op die plaats wordt aangetroffen. De omstreken zijn onveilig door tijgers en bantengs, en 's avonds worden de ingangen van het met een stevigen pagger omheinde etablissement, goed tegen deze wilde dieren verzekerd, die dikwijls langs de omheining komen snuiven en waarop door menig vaardig en herstellend patient een schot wordt gelost.

Uit de regeling 1 Juli 1756 gemaakt, bleek reeds dat de compagnie van oordeel was, dat de verpleging der zieken aldaar te veel kostte en bij resolutie van 30 Juni 1761 werd na een rapport van Jan de Put te hebben gelezen, besloten het hospitaal als zoodanig in te trekken.

Aan dien brief door Mr. v. d. Chijs afgedrukt, ontleent men de bizonderheid dat het minerale water voor milt- en leverzieken, menschen met verstijfde of verlamde ledematen zeer heilzaam was, maar tevens met wat voor bezwaren men voortdurend had te kampen.

"Maar daarentegen is het ongemak bij uijtnementheid groot, "welk die arme lijderen moeten uijtstaan om aldaar te komen, "door het slegt onderhouden van den weg, alwaar zij lieden bij "ontmoeting van regen, dat zelden mislukt, zomtijds agt daagen "op een kar huijshouden, en wel principaal over het gebergte "van Tiseroa tot aan het bad, welke slegte gelegentheijd ver"oorsaakt wierd door het wegspoelen van het aardrijk, dat som"mige plaatsen geen voet breed, maar de wanden een roe hoog "zijn, alwaar die gene, welke op buffels kunnen rijden, door "steenen en oude boomen en doornstruijken de beenen gekneust "en het ligchaam op veele plaatsen gequest werden, haar lieden "dus in een gemeene toestant doen aankomen;"

Die slechte toestand der wegen was tevens oorzaak dat het proviandeeren der inrichting, waartoe de regent van Tjiandjoer tegen betaling verplicht was, dikwijls zeer moeilijk ging en men dagen doorbracht "sonder een korrel rijst in huijs te hebben."

Volgens het besluit van intrekking werd Jan de Put wegens zijn veeljarige diensten met behoud van zijn gage ontslagen en de huizingen en opstallen overgegeven aan de zorg en het toezicht van den Regent van Tjiandjoer.

Uit het reisverhaal van Mr. Jacob Cornelis Mattheus Radermacher afgedrukt in het tijdschr. van Nederl.-Indië 1856 2e deel bl. 167 blijkt dat toen deze op Zondag 9 Nov. 1777 ten 12 ure onder het losbranden van het kanon Tjipanas bereikte dit etablissement onder opzicht stond van een korporaal Joost Wiebe. Er was toen een planken huis en een goede groenten- en vruchten tuin.

"Achter het huis ligt een gebouw, voor deze het hospitaal, "waarin een kraan van warm en koud water is; de warme spruit "ontspringt omtrent 10 roeden achter het gebouw.

"In eene bouteille van dat water vindt men 50 grein van een "salmentum naar het vitriool overhellend en dus meest overeen"komende met het Sal Epson en zeer purgeerend. De kanten "van de bron zijn ook met vitriool aangezet en de grond is een "okeraarde. De koude spruit ontspringt geen 10 roeden van "de warme."

Hoe het verder met dit gebouw gegaan is blijkt niet, maar daar Daendels in 1809 een besluit uit Tjipanas dagteekende moet men veronderstellen dat het voortdurend als verblijf voor hooggeplaatste personen is in stand gehouden. In 1834 had de geweldige aardbeving plaats, waarbij het oude paleis van den Gouverneur Generaal te Buitenzorg instortte en omtrent de omstreken van Tjipanas wordt vermeld dat ook daar belangrijke schade werd geleden.

Het gebouw dat thans is afgebroken en in zeer bouwvalligen toestand verkeerde had een langgerekte smalle platte grond. Het achtergedeelte was geheel van hout opgemetselde neuten en kan wellicht uit dien tijd dagteekenen. Aan de voorzijde waren daar eenige bijbouwingen aan toegevoegd, namelijk een zaal met houten stijlen ingevuld met metselwerk en een voorgalerij rustende op steenen pilaren. Deze laatste bijbouwing moet noodzakelijk eerst van den tijd na de zware aardbeving dagteekenen. De voorgalerij had een steenen vloer, die van de kamers was van hout.

Aanvankelijk werd gemeend dat de fundamenten en vloer van de voorgalerij alsmede het fundament van de oude receptie zaal nog wel voor het nieuwe hoofdgebouw zouden kunnen dienen. De indeeling van de platte grond is daardoor eenigszins met deze bestaande vertrekken in overeenstemming gebracht. Toen het echter bij de afbraak bleek dat juist in het voor gedeelte de witte mieren tot in de kap waren opgestegen en dat de qualiteit van het metselwerk veel te wenschen overliet, is besloten alles te ontgraven en het geheele gebouw nieuw op te trekken.

De plannen zijn ontworpen door den ingenieur J. I. E. van Bergen, die aan het geheel een eenigszins landelijk voorkomen heeft gegeven door de houtconstructie op den voorgrond te doen treden en overstekende tuitgevels met snijwerk alsmede een koepel of lantaarn boven het gebouw te plaatsen. De uitvoering en het uitwerken van de details voor de binnenbetimmering enz. geschiedde gedeeltelijk onder toezicht van den ingenieur D. H. Havelaar te Priok waar het geheele houten voor gedeelte met de veranda's pasklaar gemaakt en naar het bouwterrein werd verzonden. De leiding der uitvoering op de plaats zelf, het opstellen van het gezondene, het aftimmeren, het oprichten van het achtergedeelte van het hoofdgebouw, alsmede van een geheel nieuwe woning voor den Algemeenen Secretaris, alsmede het herstellen en bijwerken van de overige gebouwen tot het buitenverblijf behoorende, geschiedde met zeer veel ijver en bekwaamheid door den opzichter B. W. van de Kamer. Het vele timmerwerk aan een gebouw als dit maakt de hulp van de ateliers te Priok noodzakelijk, omdat men in het gebergte moeite heeft een bekwaam aantal handwerklieden bijeen te krijgen, die lust hebben en gewoon zijn in dat klimaat te werken, waar vele regens en koude dagen, vooral zoolang het gebouw niet onder dak is, de uitvoering belemmeren.

Het verblijf van een Gouverneur-Generaal met gevolg maakt het noodzakelijk dat voor allerlei doeleinden nog verschillende gebouwen behalve de eigenlijke woning voorhanden zijn. Behalve het genoemde huis van den Alg. Secretaris, dat een zeer bouwvallig gebouw verving, heeft men een afzonderlijke woning voor de Adjudanten, een gebouw voor Europeesch dienstpersoneel, een de voor inlanders, een keuken, een stalling, verschillende badkamers, koepels, een wachthuis enz. Hoe belangrijk de herstellingen daaraan ook geweest zijn, is zelfs nu nog een en ander overgebleven dat over eenige jaren voor vernieuwing in aanmerking zal komen.

Het hoofdgebouw dat thans is gemaakt is aan de voorzijde

wegens de bestaande glooiing in het terrein met den vloer 1.80 M. daar boven verheven en aan de achterzijde 0.67 M. Het is in die richting ruim 52 Meters lang. Intredende heeft men een geheel open voor-pendoppo of veranda, lang met inbegrip van de trap 11.20, breed 9.75 M.; vervolgens komt de dwars geplaatste receptie-zaal van dezelfde afmetingen als de oude en met steenen muren omgeven 6.90 bij 15.75 M. binnenwerks. Drie deuren geven uit de veranda toegang tot dit vertrek en in den achterwand worden eveneens drie deuren aangetroffen. De middelste opent op de vestibule groot 4.50 M. bij 6.60 die door een vallicht wordt verlicht dat beneden den koepel of lantaarn is geplaatst. Van uit die vestibule gaat een gang door het achtergebouw welke aan de eene zijde een rij vertrekken voor Z. E. en aan de andere zijde voor logés, aanrechtkamers enz. bevat.

Links van de vestibule is een dwarsvleugel waarin een salon en boudoir voor den bewoner, rechts een even groote vleugel die geheel door een ruime eetzaal van 8.60 bij 12.40 M. wordt ingenomen. Aan de uiteinden van die vleugels zijn kleine open veranda's.

De platte grond is dus globaal genomen die van een latijnsch kruis. De vertrekken, die de vleugels uitmaken, zijn van houten stijlen en schoren met een invulling van metselwerk zoodat de lijnen van buiten spreken. Bij het achtergedeelte, waarin de slaapkamers zijn, heeft men een borstwering van metselwerk hoog 1 M. en daarop een houten geraamte van stijlen en dwarsregels waar tegen aan de binnen zijde de houten beplanking is aangebracht. Deze kamers zijn van binnen behangen.

Het gebruik van hout, vooral bij deze vertrekken, verdiende met het oog op aardbevingen de voorkeur. Het gebezigde materiaal is djatichout, doch daar dit wegens de hooge transportkosten zeer duur is, werd voor de kappen het vrij goede rasamala-hout gebezigd. De vloeren bestaan uit gepleisterde beton, doch in de galerijen uit gekleurde portlandcement tegels. De indekking geschiedde met gegolfdgegalv. plaatijzer, omdat pannen niet van de beste hoedanigheid waren en een steiler en zwaarder kap vereischen. Daar de plafonds van hout zijn en voor goede ventilatie op den zolder is gezorgd, zal zulks vooral in dit klimaat weinig bezwaar opleveren.

Nadat door spreker nog eenige toelichting werd gegeven, naar aanleiding van een enkele vraag van het lid J. Staal de teekeningen betreffende, bedankte de President spreker voor zijne bijdrage en verleent daarop het woord aan het lid D. H. Havelaar, die eene mededeeling doet betreffende het breken van het cilinderdok te Priok op 18 Juni 1891.

Spreker begon met de mededeeling, dat het aan het cilinderdok te Priok overkomen ongeval gelukkig niet dien omvang had gehad, welke men aanvankelijk meende daaraan te moeten toekennen, zoo min wat betreft de financieële gevolgen, als wat aangaat de oorzaken van het gebeurde.

Het eerste gezicht op het dok, dat op ongeveer $^2/_3$ van de lengte gebroken was en een aanzienlijke slagzijde had, terwijl het in het dok opgenomen stoomschip *Lucifer* over bakboord was gevallen, was echter verre van bemoedigend.

Alvorens over te gaan tot een verslag van het gebeurde, meende spreker eene korte beschrijving van het door zijne constructie eenigzins eigenaardige dok te moeten geven en koos daartoe een extract uit de Newcastle chronicle van 31 October 1877, waarin over bedoeld dok, destijds eene nieuwigheid, een en ander wordt medegedeeld.

Het is vervaardigd op de werf van C. Mitchell & Co. te Newcastle en bestaat uit 28 horizontale cilinders van ± 6 Engr voet diam. welke het platform vormen, bestemd om de schepen te dragen. Soortgelijke verticale cilinders van ± 5 voet diam. vormen de zijwanden, noodig om de vereischte stabiliteit te geven aan het platform wanneer dit gezonken is.

De cilinders zijn alle waterdicht; de onderlinge verbindingen geschieden middels moerbouten.

Op den bovenkant der horizontale cilinders zijn bevestigd twee zwaar geconstrueerde keelsons, zoodanig aangebracht, dat daarop de platbodem vaartuigen van de Bataviasche Havenwerken geplaatst kunnen worden.

Het dok wordt gezonken door water toe te laten in de horizontale cilinders. Het drijfvermogen is zoo geregeld, dat het dok niet beneden een zeker maximum kan zinken; tenzij ook de verticale cilinders met water worden gevuld. Het bovenbedoelde maximum van inzinking is voldoende voor de schepen Bataviasche-Havenwerken.

De werktuigen om het dok te doen rijzen bestaan uit twee stoommachines met ketels en luchtpompen, van elk een stel, geplaatst aan weerszijden boven op de verticale cilinders in het midden.

De horizontale cilinders kunnen elk afzonderlijk met de pompen in gemeenschap gesteld worden.

Wanneer het vaartuig, dat gedokt moet worden op zijn plaats in het dok is gebracht, wordt het water door luchtdruk uit de horizontale cilinders gedreven en het dok rijst geleidelijk tot het vaartuig geheel boven water is gebracht en de daaraan noodige voorzieningen en herstellingen verricht kunnen worden.

Het gekozen stelsel had groote voordeelen met het oog op de uitzending naar en het in elkaâr zetten in Indië.

De cilinders kwamen geheel gereed alhier aan en de onderlinge verbinding daarvan met moerbouten was betrekkelijk eenvoudig. Het dok kon voorts geheel te water in elkaâr worden gezet; een sleephelling of dokput was geheel overbodig; van daar dat ook het in elkaâr zetten vlug en zonder veel kosten kon afloopen. Twee verticale cilinders konden bij de uitzending in een horizontale worden opgeborgen, terwijl ook de machines in een der cilinders een plaats vonden.

De collis wogen daardoor elk niet meer dan 10 ton.

Een belangrijk voordeel is ten slotte, dat men alle onderdeelen kan losnemen en afzonderlijk repareeren, schilderen, enz. Zoo worden voor het geregeld schoonhouden der horizontale cilinders daarvan 3 of 4 tegelijk losgenomen en in het dok gezet om nagezien en geschilderd te worden.

De prijs van het dok met inbegrip van alle kosten, ook die van het in elkaâr zetten was *f* 216.000. Het heeft een lichtvermogen van ± 640 ton.

Het 3200 tons dok te Soerabaia heeft gekost totaal ruim *f* 909.000.— het 4800 tons dok aldaar *f* 1.380.000.

Ofschoon oorspronkelijk bestemd alleen voor platbodem vaartuigen werd het cilinderdok ook at en toe voor zeilschepen gebruikt.

Daartoe werden dan op de keelsons de noodige balken bevestigd en op eenige dezer balken de noodige kimblokken.

Zoo dokte o.a. in het einde van het vorige jaar het SS. *Reyniersz* van de Kon. Paketvaart in het cilinderdok en was het ditmaal de derde keer, dat de *Lucifer* in het dok te Priok werd opgenomen.

Het breken van het dok geschiedde, toen de kimblokken reeds waren aangehaald en vastgezet en nog 3 à 4 voet water boven het keelson stond.

Het dok had, behalve slagzijde, daardoor een vorm gekregen.

De verticale cilinders 20 en 19 waren aan de Oostzijde van boven in elkaar gedrongen, onder water moest aldaar dus het verband geheel verbroken zijn; aan den Westkant was boven het verband tusschen de cilinders 20 en 21 verbroken en bestond er alle kans dat dit ook beneden het geval zou zijn.

Dadelijk na het ongeval werden alle schuiven opengezet om het dok te laten zinken en de *Lucifer* er uit te kunnen halen.

Daarna werd getracht het dok in zijn desolaten toestand op te pompen. Van nagenoeg alle cilinders aan de eene zijde der breuk was het verband met de pompen verbroken, verscheidene verticale en horizontale cilinders waren lek door uitscheuren van bouten en belangrijker beschadigingen in de onmiddellijke nabijheid der breuk.

Het gelukte evenwel het dok weder zoover boven te krijgen, dat de mangaten van alle verticale cilinders boven kwamen.

Er werd toen getracht deze voor zoover noodig met de stoombrandspuit leeg te pompen. Men stuitte daarbij op vele lekken; aan het dichten daarvan kon met het oog op den nacht weinig gedaan worden. Er bleef dus niet anders over, dan het dok voorloopig drijvende te houden, met de mangaten der verticale cilinders boven water, zonder het hooger op te pompen, uit vrees dat het afgebroken deel, dat alleen door het nog gedeeltelijk houdende langsverband met het verdere dokgedeelte verbonden was en op zich zelf door de gedeeltelijk volgeloopen verticale cilinders geen voldoende drijfvermogen meer had, geheel zou afbreken.

Vermoedelijk is er dien nacht tegen de gegeven bevelen in tact te veel opgepompt; althans om één uur 's nachts brak het dok verder en zonk daarna zoover weg, dat het aan de Westzijde ter plaatse van de breuk op den bodem der kolenhaven kwam te rusten. Ketel en machine waren daarbij bijna geheel onder water. Alleen met de pomp aan de Oostzijde kon nog worden gewerkt. De toestand was hachelijker geworden dan direct na het ongeval.

Er werd toen getracht de verticale cilinders, die onder water geraakt waren, leeg te pompen door daarop verlengstukken te zetten en aldus aan den westkant weder het noodige drijfvermogen terug te geven. Het gelukte op die wijze eenige cilinders leeg te pompen; dit werk vorderde uit den aard der zaak slechts langzaam. Meer succes had een door den werktuigkundige Tjassens Keizer geopperd denkbeeld om door middel van een dwars over het dok aan te brengen pijp met de Oostelijke pompmachine te werken op de nog behouden gebleven cilinders aan de Westzijde.

Dit gelukte; naarmate het dok rees werden de lekken gedicht. Zoodra de ketel en pompmachine aan de Westzijde weer boven kwamen werd stoom opgemaakt en terwijl men 's morgens aan het oppompen begonnen was, kon om 3 uur de westelijke machine weder medewerken.

De stoombrandspuit hielp de verticale cilinders leegpompen en spoedig had men toen het dok zoover op, dat verder gevaar geweken was.

Nu bleef nog over het afgebroken deel, dat echter nog niet geheel los was van het verdere gedeelte en waarvan alle bruikbare verticale cilinders ledig gemaakt waren, verder te lichten. De verbindingen met de luchtpijp waren alle verbroken, maar hieraan werd tegemoet gekomen door één voor één de horizontale cilinders door een guttapercha slang in verbinding te brengen met een der pompen.

De vele lekken moesten gaandeweg door duikers gedicht worden. Toen eenmaal ook de mangaten der horizontale cilinders boven kwamen kon men gemakkelijk de nog niet geheel ledige horizontale cilinders met de stoombrandspuit leegpompen.

Het ongeval had plaats op den 18^{en} Juni in den voormiddag en op 22 Juni des avonds ten half zeven ure waren de mangaten der horizontale cilinders alle boven water en was daarmede het dok buiten alle gevaar.

Dadelijk daarna werd aan de reparatie begonnen.

Het bleek dat de beide keelsons gebroken waren en één daarvan de horizontale cilinder 20 had ingedenkt, zoodat daarin eene groote opening was. Voorts waren in twee andere cilinders openingen, daarin ontstaan door de voorsteven en de kiel van het stoomschip Lucifer.

Een der zwaar gehavende verticale cilinders werd afgenomen om op den wal gerepareerd te worden; het afgebroken gedeelte van het dok werd geheel los gemaakt van de rest en tegen den wal gehaald om te worden in orde gemaakt. In het resteerende gedeelte, groot 19 cilinders, werden op 23 Juni twee der defecte horizontale cilinders gedokt.

Wat de oorzaken van het ongeval betreft, is overtuigend gebleken, dat dit te wijten is aan het losraken van twee der zes kimblokken.

Het cilinderdok heeft altijd, wanneer het nagenoeg opgepompt is, eenige neiging tot slingeren. Het dok wordt dan zoogenaamd wild.

Ook ditmaal was zulks, ofschoon in zeer geringe mate het geval. Het dok had daardoor op een gegeven oogenblik een weinig slagzijde. De Lucifer is een voor zijn lengte vrij zwaar schip, dat men door ijzerballast op den bok had moeten kroppen, om den diepgang achter te verminderen. Of door die weinige slagzijde de drukking op de kimblokken te sterk werd, dan wel of deze niet voldoende stevig vastgezet waren, een werk dat onder water moet geschieden en dus moeielijk te controleeren is, valt moeielijk uit te maken. Twee kimblokken raakten los; de Lucifer viel daardoor over bakboord; maar maakte tevens eene eenigzins draaiende beweging, omdat de achterste blokken hielden. Zij schoof daardoor van de voorste kielblokken af, zoodat op een gegeven oogenblik het volle gewicht van het voorschip op een bepaalde cilinder kwam te drukken. Dit gevoegd bij de druk op de verschoven kimblokken door het op zijde gevallen schip, maakte dat de keelsons boven de cilinder 20 moesten breken. Daardoor kreeg het afgebroken deel, waarop blijkens het bovenstaande het gewicht van het schip, dat vrij was van de kielstapelingen, niet meer drukte, plotseling eene opwaartsche beweging, gestuit door de kiel van de Lucifer, waardoor in twee cilinders openingen ontstonden. Daarentegen had het resteerende gedeelte van het dok, dat de Lucifer moest dragen, terwijl deze ongeveer 12 M. daar vóór uitstak, neiging om eveneens een schuine stelling in te nemen. Zulks verklaart de vorm, die het dok na het breken had en tevens dat de verticale cilinders aan de bovenzijde in elkaâr waren gedrongen, terwijl het verband beneden verbroken was.

Tevens is door deze verklaring voldoende bewezen, dat het gebeurde niet te wijten is aan de bediening van het dok en evenmin, zooals aanvankelijk verondersteld werd, dat er sprake kon geweest zijn van ongelijk oppersende krachten en dat hier-

tegen het langsverband van het reeds niet meer jonge dok niet bestand zoude zijn geweest.

Zooals gezegd was het trouwens de derde maal, dat de Lucifer te Priok dokte. Het schip stond geheel op dezelfde plaats als voorheen met hetzelfde aantal kielstapelingen en balken.

In het bedienend personeel was evenmin verandering gekomen.

De kosten van het weder oppompen van het dok, die door nachtwerk, premiën en duikloonen vrij aanzienlijk werden, hebben bedragen ± *f* 1400.—, waarvan *f* 880.— aan arbeidsloonen.

De reparatiekosten zijn begroot op *f* 3290.—

De President brengt hulde aan de voortvarendheid waarmede het dok, dat, naar zich oorspronkelijk liet aanzien, verloren scheen, onder de leiding van den Ingenieur der Havenwerken D. H. Havelaar, werd hersteld, wenscht spreker geluk met het door zijn onvermoeiden ijver en toewijding behaalde succès en bedankt daarna spreker voor zijne belangrijke bijdrage, welke woorden door de vergaderde leden met luid applaas worden toegejuicht.

Het woord wordt daarop verleent aan het lid van Es, die, daartoe in staat gesteld door de welwillendheid van den ontwerper, de Eerwaarde Heer pastoor A. Dijkmans, aan de leden de plannen en teekeningen der te Batavia nieuw te bouwen R. C. Kerk vertoond. Spreker geeft daarbij de noodige toelichtingen, waaraan het volgende wordt ontleend.

De plattegrond van het kerkgebouw heeft den grondvorm van een latijnsch kruis, verkregen door een wederzijdsch van den hoofdbeuk vooruitspringen van het transept of dwarsschip, en de verlenging van den hoofdbeuk voorbij het dwarsschip.

Dit gedeelte van den hoofdbeuk aan de overzijde van het transept vormt het priesterkoor.

De dwarsbeuk is aangelegd op dezelfde breedte als den hoofdbeuk, zoodat de kruising van beiden een vierkant vormt; twee wederzijds daaraan leunende vierkante ruimten — zijtransepten — vormen met de kruising den dwarsbeuk.

Het schip der kerk bestaat uit drie beuken, de middenbeuk breed 10 m., met twee zijbeuken ieder breed 5.50.

De lengte van den hoofdbeuk tot aan de achterzijde van het priesterkoor bedraagt 62 M.; het priesterkoor is lang 16 Meters.

De dwarsbeuk is breed 10 m. lang 33 m.

Tegen de zijbeuken zijn vier biechtkamers aangebouwd, 3 m. op 3.20 m. binnenwerk.

In de beide hoeken van het priesterkoor met den dwarsbeuk, dus tegenover de zijbeuken, bevinden zich twee kapellen met een straal van 4.20 m. buitenwerks.

Het schip is verdeeld in vijf traveën, en aan het front zijn twee torens gebouwd, midden op midden der muren 5.90 m. vierkant, en gescheiden door een portaal binnenwerks 3.70 m. op 9 m., de hoofdingang vormende.

Achter de kapellen in het priesterkoor zijn sacristiën aangebouwd.

Tusschen middenbeuk en zijbeuken staan acht kolommen, ieder met een middellijn van 0.80 m., waaraan zich de vier kruispijlers met een middellijn van 1.50 m. ieder aansluiten.

De vloer der kerk ligt 0.80 m. boven den beganen grond, die der galerijen boven de zijbeuken op 7 m. boven den kerkvloer.

Het zangkoor boven den ingang der kerk gelegen, is 10.50 m. diep over de geheele breedte van den middenbeuk.

De hoogte der kleine kolommen tot den bovenkant der kapiteelen, waar de bogen in de zijbeuken en in de kolomrijen aanvangen is 4 m., terwijl de hoogte tot den aanzet der ares-doubleaux of dwarsbogen over het middenschip 11.20 m. bedraagt.

De sluitsteenen van deze dwarsbogen en die der kruisgewelven over het middenschip liggen 16.20 m., de sluitsteen van het gewelf binnen de kruiskolommen, d. i. boven de kruising van hoofd- en dwarsbeuk ligt op 17.70 m. en die der gewelven van de kapellen op 14.20 m. boven den kerkvloer.

De nok van de overkapping over het middenschip ligt op 24.80 m. boven den kerkvloer; de zijbeuken zijn zoodanig overkapt, dat iedere traveé eene overkapping heeft met de nok loodrecht op de lengte-as der kerk.

Boven de kruising van midden- en dwarsbeuk is een Angelustoren geprojecteerd, waarvan de top der spits ligt op 16 m. boven den nok van het middenschip, alzoo 40.80 m. boven den kerkvloer.

De hoogte der beide torens in het front bedraagt van den kerkvloer gemeten tot den bovenkant van den vloer van den trans 27.50 m., en van daar tot de punt van het kruis op den torenspits 16.50 m. alzoo een totaalhoogte van 44 meters.

De kruisgewelven zullen evenals dit in den bestaanden kapel van het kleine klooster te Batavia het geval is, in hout worden uitgevoerd, waarbij echter voor de graadribben van ijzer moet worden gebruik gemaakt.

Het geheel kerkgebouw wordt in Romano Gothische stijl opgetrokken.

De President dankt spreker voor zijne mededeelingen, waarna, aangezien het lid J. Staal, wegens het late uur, zijne bijdrage wenscht uit te stellen, de vergadering wordt gesloten.

De President,
(w. g.) VAN BOSSE.
De Secretaris,
(w. g.) VAN ES.

VERGADERING OP DINSDAG 18 SEPTEMBER 1891, DES AVONDS TEN 9 URE, IN HET LOKAAL DER AFDEELING.

Aanwezig zijn de HH. M. J. van Bosse, president, J. Staal, vice-president, J. E. de Meijier, penningmeester, A. Mijer en E. M. Collard, bestuursleden, L. J. C. van Es, secretaris en de leden J. W. F. van Schaïk, D. H. Havelaar, A. Snethlage, W. H. Kloppenburg, A. Sijthoff, W. H. M. de Bruijn, J. H. Duppen, E. A. van Arcken, T. W. A. Clignett, A. A. van Heurn, S. J. G. van Overveldt, alsmede de gasten B. M. Gratama, Ch. M. Herckenrath en J. A. H. van Oosterzee.

De president opent de vergadering en verwelkomt de leden, waarna de notulen der vorige vergadering, na voorlezing door den secretaris, worden goedgekeurd.

Door den president wordt mededeeling gedaan dat zijn ingekomen:

1°. van Dr. J. P. van der Stok, directeur van het magnetisch en meteorologisch observatorium, de blijkens de notulen der vorige vergadering toegezegde verhandeling over de harmonische analyse der getijden, toegepast op de waarnemingen te Tjilatjap, vergezeld van eene geleide missive;

2°. eene verhandeling met begeleidend schrijven van het lid A. G. Lamminga, betreffende eenige proeven ter bepaling der vastheid van verschillende mortelsoorten;

3°. eene missive van den directeur der burgerlijke openbare

werken ter aanbieding voor het Tijdschrift eener memorie van toelichting op de plannen tot verbetering der bevloeiing en afwatering van de Solo-vallei, met een bijbehoorende kaart, door het lid J. L. Pierson opgemaakt.

De beide verhandelingen en de memorie zullen in het Tijdschrift worden opgenomen.

Verder wordt medegedeeld, dat naar aanleiding eener correspondentie met den raad van bestuur, ten behoeve van het Kon. Instituut van Ingenieurs in Nederland, alhier 730 exemplaren der onder 3° genoemde kaart zullen worden afgedrukt en toegezonden, terwijl een exemplaar der memorie voor opname in het Tijdschrift in Nederland reeds is verzonden.

Door den president wordt de aandacht der leden gevestigd op den ontvangst van een "Memorandum relative to the improvements of the Hoang-Ho or Yellow-river in North-China," bij J. G. W. Fynje van Salverda" en een "report of Captain P. G. van Schermbeek and A. Visser, on their inspection of the Yellou-river and its flooded districts in 1889," beide, ten behoeve der bibliotheek der afdeeling, door de Vereeniging ter bevordering van de uitvoering van werken in het buitenland door Nederlanders aangeboden.

Vervolgens deelt de president mede, dat de laatst ontvangen aflevering van het Nederlandsche Instituut-Tijdschrift door bizondere omstandigheden te laat is rondgezonden, maar dat door den secretaris maatregelen zijn getroffen om onmiddellijke doorzending na aankomst van het Tijdschrift uit Nederland door de postadministratie te verkrijgen.

De president geeft alnu het woord aan het lid J. Staal, die daarop eene verhandeling voordraagt en toelicht van het lid J. Radersma, over den invloed welke door de soort en de constructie van verschillende dakbedekkingen wordt uitgeoefend op de temperatuur *binnen* gebouwen in Indië.

Deze verhandeling — in dit Tijdschrift opgenomen — werd door genoemd lid gemaakt naar aanleiding van proeven, welke in 1890 op last van den chef van het wapen der genie te Batavia zijn genomen, om vertrouwbare gegevens omtrent dien invloed te verkrijgen, ten einde daarvan gebruik te maken ter beoordeeling van het meest geschikte dekkingsmateriaal voor veldbarakken.

Op één der vorige vergaderingen zou die verhandeling reeds door den schrijver worden voorgedragen, doch werd ze wegens gebrek aan tijd door meer belangrijke mededeelingen verdrongen, terwijl thans, nu ze het eerst aan de orde is gesteld, de schrijver niet meer ter plaatse is, waarom ze in zijne plaats door den spreker wordt behandeld.

In zijne toelichtingen wijst spreker er o.a. op, dat de beschreven gesloten omwanding der proefbarakken werd gekozen om den grootst mogelijken invloed van het dak te verkrijgen en dat natuurlijk in werkelijkheid bij dergelijke barakken eene voor tijdelijke bewoning meer practische soort en constructie van omwandingen worden toegepast.

Verder wordt de invloed, welke door bewoning op de temperatuur binnen de proefbarakken zou zijn uitgeoefend, nagegaan en door spreker betreurt, dat gegolfd gegalvaniseerd ijzer zoo algemeen in Indië wordt toegepast voor woongebouwen, waar het dak daarvoor niet doelmatig is geconstrueerd en waar gemakkelijker een met betrekking tot de temperatuur beter dekkingsmateriaal kon zijn toegepast; niettemin wordt gewaarschuwd tegen overdrijving.

Door een dakhelling van minstens 25°, eene luchtkap, een op voldoende afstand aangebracht dakbeschot of liever plafond met krachtige ventilatie der tusschen ruimte wordt de nadeelige invloed van het dakijzer belangrijk verminderd, terwijl ook orienteering en hoogte van het gebouw en de beplanting welke het omgeeft, krachtig kunnen mede werken om de temperatuur binnen lager te doen zijn.

Overdreven is o.a. het voorstel in het vorige jaar door een geneesheer gedaan, om bij alle officierswoningen te Weltevreden, waar ijzer als bedekking was gebruikt, dit door een ander materiaal te doen vervangen. Om die overdrijving aan te toonen, liet spreker gedurende eene week in 4 woningen met verschillende soort en constructie van dakbedekking temperatuur-waarnemingen doen door de bewoners zelve. En daarbij bleek het dat in eene woning gelegen in Tuin-du-Bus, welke geheel met ijzer onder geringe helling was ingedekt, steeds de laagste temperatuur des daags was waargenomen, lager dan in eene geheel met pannen gedekte woning aan het Waterlooplein.

Ten slotte gaat spreker den invloed na door de wanden uitgeoefend op de temperatuur binnen de gebouwen, wijst op het voordeel van rondgaande galerijen of marquises, welke de wanden voor rechtstreeksche zonnestralen beschutten, mits ze niet te breed zijn, en in de morgenuren het opwekkende ontsmettende zonlicht binnen laten en beschrijft de nadeelen van de halfsteensmuurtjes van de nieuwe woonhuizen te Batavia, zonder galerijen en met slechts weinig dakoverstek.

Naar aanleiding van het vorenstaande vraagt het lid D. H. Havelaar inlichting omtrent de wijze van aanbrengen der plafonds, en deelt mede, dat bij eenige gebouwen te Priok met gegalvaniseerd ijzer gedekt, van hetzelfde materiaal ook plafonds zijn aangebracht, echter op 0.45 m. beneden de muurplaat van het gebouw, waardoor een vrij dikke luchtlaag zich tusschen bedekking en plafond bevindt, hetgeen een goeden invloed tot het verkrijgen van een lageren temperatuur uitoefent.

Door het lid van Es wordt er de aandacht op gevestigd, dat volgens spreker uit de genomen proeven blijkt dat een luchtkap — eveneens goede ventilatie — niet van zoo grooten invloed zou zijn op de temperatuur in het gebouw, zelfs oorzaak is dat de luchtlaag onder het dak des te spoediger de temperatuur van de buitenlucht zal kunnen aannemen. Hierbij moet echter bedacht worden, dat de genomen proeven alleen uitkomsten geven voor de daguren. De goede gemeenschap der luchtlaag onder de kap met de buitenlucht zal juist het voordeel geven, dat bij afkoeling der buitenlucht vooral 's nachts de door uitstraling verhitte luchtlaag onder het dakopperplak kan wegstroomen of spoedig afkoelen, waardoor de temperatuur in het gebouw lager zal worden dan bij het ontbreken van goede ventilatie het geval zou zijn, zoodat z.i. een luchtkap, dan wel het aanbrengen van goede ventilatie tusschen de bedekking en het plafond wel is aan te bevelen.

Het lid J. Staal stemt dit toe en betreurt het dat aan zijn verlangen om de genomen proeven ook uit te strekken over de nachturen, geen gevolg is kunnen gegeven worden, als wanneer de goede invloed van ventilatie zeker zou gebleken zijn.

Daarna verkrijgt het lid T. W. A. Clignett het woord tot het geven van eene verklaring der samenstelling en werking eener IJ-lichtlamp, die in het vereenigingslokaal was opgesteld.

Deze lamp, eene gewijzigde Well'slamp, werd te Amsterdam in 1890 met de zilveren medaille bekroond. Ze bestaat uit een ijzeren reservoir, voorzien van een zuig- en perspomp, waarmede het door middel van een guttapercha-slang uit het vat ten deele met olie wordt gevuld en daarna de lucht boven den vloeistofspiegel in het reservoir wordt samengeperst, waardoor de olie in eene verticale buis, op het reservoir geplaatst, opstijgt.

Het boveneinde van de vertikale stijgbuis is onder een stompen hoek naar boven en daarna het verdere gedeelte nog S-vormig en daaraan evenwijdig, omgebogen.

Om dit S-vormige gedeelte wordt een plaatijzeren bus, gevuld met poetskatoen in petroleum gedrenkt, geschoven, en dit katoen aangestoken. Door de groote hitte hiervan gaat het S-vormige gedeelte der stijgbuis gloeien en wordt de zich daarin bevindende olie gasvormig. Het aldus gevormde gas kan aan den mond der buis worden aangestoken, en levert alzoo een zeer lichtgevende vlam. Het gloeien der S-vormige buis wordt na het opbranden van het poetskantoen door de hitte der vlam zelven onderhouden.

Het toestel is voorzien van een kleine manometer, de noodige in laat- en afsluitkranen, met een zeefvormig stuk tusschen beide in de stijgbuis geplaatst, welk laatste dient om onreinheden te verhinderen in de buis op te stijgen.

Na afloop der toelichting werd de kracht en de bruikbaarheid der lamp voor nachtelijken arbeid aangetoond door een aangestoken IJ-lichtlamp op het Waterlooplein vóór het vereenigingslokaal opgesteld, en aldaar door de leden in oogenschouw genomen. Hieromtrent kan worden aangeteekend: dat het licht een zoodanige sterkte had, dat aan den omtrek van een cirkel met de lamp als middelpunt en een straal van ruim 25 m., gewoon potloodschrift nog leesbaar was, terwijl in een kring van ongeveer 70 m. straal het terrein voldoende was verlicht.

De volledig gevulde lamp brandt 11 à 12 uren, het aansteken en de behandeling is zeer eenvoudig.

Het olie verbruik werd geconstateerd op ongeveer 4 liters per uur, zoodat de kosten der verlichting ongeveer *f* 0.40 per uur kunnen gesteld worden.

De toestellen branden echter ook uitmuntend met petroleum, zooals proeven te Batavia verricht, bewezen. Ze zijn daarvoor van een bizonderen kraan voorzien. De kosten van verbruik komen alsdan op ongeveer *f* 0.60 à *f* 0.65 per uur (1).

In het vergaderingslokaal teruggekeerd, wordt door het lid J. Staal de bespreking ingeleid over het gebruik van wildhout voor bouwwerken en van middelen tot voorkoming van een spoedig bederf van het hout, en nagenoeg het volgende gezegd.

Wildhout wordt genoemd al het hout, niet behoorende tot de djatiesoorten, doch onder dat wildhout zijn, vooral op *Borneo*, *Sumatra* en in de *Molukken*, soorten welke voor bouwwerken in goede eigenschappen met die van djatiehout gelijk staan, en in enkele gevallen boven dit te verkiezen zijn.

Door gebrek aan toezicht en zorgelooze velling en behandeling der boomen komt dit hout echter niet steeds tot zijn recht.

Op vele plaatsen zijn de goede houtsoorten in de nabijheid ook reeds verdwenen en niet meer bijgeplant.

Men is dan om de hooge transportkosten der goede soorten verplicht van inferieure houtsoorten gebruik te maken.

Door de stammen geruimen tijd vóór het gebruik te kappen, door het aanwenden van sublimaat, teer en verf tracht men zooveel mogelijk de duurzaamheid te vergrooten, doch dikwerf met weinig goed resultaat, omdat die middelen niet altijd doelmatig worden toegepast.

Het laten liggen der gekapte stammen in het bosch om ze uit te droogen, is soms eer nadeelig dan voordeelig. Goed ringen op stam is beter.

Goede ruime droogloodsen van tijdelijke materialen, waarin de bekapte balken, behoorlijk met tusschenruimten gestapeld, aan zon, regen en vocht onttrokken zijn, zijn zeer aan te bevelen. Uitloogen in stroomend water (met geheele indompeling) en daarna in loodsen laten droogen is nog beter.

Wordt onvolkomen gedroogd hout in het werk gebracht en spoedig geverfd of geteerd, dan zal het spoedig vervuren. Vooral is koolteer, die door niet deskundigen zoo gaarne en zoo ruim wordt gebruikt, steeds af te keuren voor wildhoutwerken boven den grond. Zweedsche teer is beter door mindere afsluiting, lichtere kleur en hoogere bederfwerende werking.

De teer dient echter steeds kokend te worden opgebracht, en het teren steeds te geschieden wanneer het hout uitwendig goed droog is.

Het beste zou echter zijn om indien de houtwerken te spoedig in het werk worden gebracht, ze vooreerst niet te verven of te teren, doch slechts, zoo mogelijk, met sublimaat of creosoot te behandelen.

Bij de geniewerken is herhaalde bestrijking met eene oplossing van 1 kg. sublimaat in 80 L. water voorgeschreven en wordt vaak indompeling in die oplossing toegepast. Ten einde het vocht eenigszins in het hout te doen dringen, dient dat echter ongeveer 10 dagen ingedompeld te zijn; die behandeling kost dus veel tijd.

Bestrijking is, als geen deskundig toezicht aanwezig is, weinig vertrouwbaar en moeilijk te controleeren, omdat het vocht kleurloos is.

Mogelijk ook is het dat eene sterke oplossing van dit krachtige middel bij inferieure houtsoorten de samenhang der houtvezels verbreekt en dus de weerstand van het hout vermindert.

In navolging van het carboniseeren, waarmede in Europa zulke gunstige resultaten worden verkregen (het verkolen van het oppervlak door een vlam van gas of koolteer-olie), worden dikwerf houtwerken, welke in den grond komen, verkoold. Bij de primitieve wijze waarop dit dikwerf geschiedt — nl. boven een vuur met weinig toezicht — heeft daarbij meer verbranding dan verkoling plaats en baat het procedé weinig.

Proeven werden door de genie genomen met het z. g. stelsel Liebau ter voorkoming van spoedig bederf van palen. Dit stelsel bestaat in het diep uitboren van de kern der paal aan haar ondereinde; het boorgat wordt aan de onderzijde gesloten door een houten stop en van boven door een zijdelings geboord gat, gevuld met eenig bederfwerend middel (houtteer, sublimaatoplossing, carbolineeren, zelfs petroleum). Deze proeven hebben nog te kort geduurd om eenig beslissend oordeel over het resultaat te kunnen vormen. In Europa zijn met dit middel echter o. a. bij telegraafpalen zeer gunstige resultaten verkregen.

Ook het *bestrijken* met carbolineum schijnt in menig geval aanbeveling te verdienen.

Dit veel geprezen middel (volgens de onderzoekingen eene zware teer-olie met eenig zinkzout — waarschijnlijk chloorzink — gemengd) werd bij de geniewerken toegepast, echter nog te kort geleden om over het bederfwerend vermogen uitspraak te doen.

Omdat de teer-olie steeds doorslaat door eene later aangebrachte verflaag, zoo zal het middel voornamelijk toepassing dienen te vinden bij houtwerken, welke niet geverfd worden.

Men brenge de olie aan zoo warm mogelijk en door 2 malen te bestrijken, liefst in de schaduw.

---

(1) De firma de Lange & Co. te Batavia, is agent voor de levering dezer lampen en levert deze geheel compleet met reservestukken voor *f* 350 — De vrij hooge prijs wordt ten deele veroorzaakt door de hooge (10 %) inkomende rechten. Ze levert daarbij speciale olie voor *f* 30.— per vat of ± *f* 0.10 per liter.

De prijs waarvoor het aan spreker werd verstrekt is *f* 0.30 per kg. Per 100 m². zijn bij tweemalen bestrijking 35 kg. noodig.

Naar aanleiding van genomen proeven vermeent spreker te moeten concludeeren, dat het carbolineum op den duur even weinig als de gewone bestrijkingsmiddelen tegen de witte mieren beschermt.

In verband met het vorige vertoont nu het lid D. H. Havelaar eenige stukken hout, die geruimen tijd zijn ingegraven geweest. Ze werden in Februari 1886 in één der ateliers te Priok op 0.30 m. onder den beganen grond ingegraven op plaatsen waar zich gewoonlijk witte mieren vertoonden, en behoorden tot de soorten: Dammerhout (Keij-eilanden), Baijam (idem), terwijl één stuk was gekijaniseerd vurenhout, destijds als monster ontvangen van J. D. van der Pot te Rotterdam.

De stukken hout waren in September 1891 opgegraven en hadden alzoo 5½ jaar in den grond gelegen.

De beide stukken indisch wildhout nu zijn wat lichter geworden, maar zijn nog in goeden staat en hoewel sporen aanwezig zijn, dat witte mieren getracht hadden er om heen gangen te maken, zoo waren de stukken toch niet verder door witte mieren aangetast.

Het stuk gekijaniseerd hout was licht als kurk geworden en had zonder uit elkander te vallen, toch zijn stevigheid en veerkracht verloren. Het was evenmin door witte mieren aangetast.

Verder releveert het lid Havelaar, dat somtijds wordt aangeraden versch verwerkt hout slechts aan ééne zijde te verven of te teeren, ten einde aan de niet bedekte kanten voor de verdamping der aanwezige plantensappen gelegenheid te geven.

Ook wordt door hem medegedeeld dat carbolineum te Priok met succes tot verdrijving van witte mieren is toegepast, alwaar deze insecten door de met Portland Cement ingevoegde naden der dikke steenen vloeren heen kwamen naar de in de pakhuizen aanwezige greene houten pakkisten. Het lid Collard en andere leden bevestigen het heilzame van het gebruik van dit middel tot verdrijving van witte mieren, terwijl de heer Ch. M. Herckenrath, op een vraag van den president welke middelen tegen houtbederf bij de Delispoorwegmaatschappij worden gebruikt, mededeelde, dat tegenwoordig aldaar djattihout wordt gebezigd, maar dat de planters het hout der tabaksloodsen veelal met carbolineum laten bestrijken.

Nadat het lid W. H. Kloppenburg er op gewezen heeft, dat ringen der boomen en deze op stam te laten sterven, zoodat alle sappen, boven de inkapping, door den boom zooveel mogelijk zijn verbruikt, zeker wel het meest afdoende middel is tot het verkrijgen van weinig aan bederf onderhevig hout, en nog enkele leden mededeelden op welke wijze het hout op de buiten-bezittingen, meestal wordt behandeld, wordt de discussie over het onderwerp gesloten.

De president vermeent daarop uit de gevoerde besprekingen te mogen concludeeren, dat de meening der aanwezigen is:

dat goede behandeling van het hout vóór en na het kappen (ringen, op stam laten sterven, spoedig vervoer uit het bosch, daarna loogen in stroomend water en goed droogen in tegen zon en sterke wind beschermende loodsen), de eenige waarborg is om hout te verkrijgen dat niet spoedig aan bederf onderhevig is;

dat waar de tijd en de gelegenheid ontbreken om al deze voorzorgsmaatregelen te nemen, alzoo hout moet worden gebruikt waarin de kiemen van bederf in grooten getale aanwezig zijn, het beter is dit hout in het werk gebracht vooreerst niet te verven of te teeren;

dat het bestrijken met bederfwerende stoffen op het inwendige van het hout vermoedelijk weinig invloed zal hebben, echter bij gebrek aan andere hulpmiddelen het nemen van proeven met dit bestrijken zeer wenschelijk zijn.

Niets meer aan de orde zijnde wordt daarop de vergadering gesloten.

De President,
(w. g.) VAN BOSSE.
De Secretaris,
(w. g.) VAN ES.

BUITENGEWONE VERGADERING OP 22 APRIL 1891, IN HET LOKAAL VAN DEN PLANTEN EN DIERENTUIN.

Door het bestuur daartoe uitgenoodigd, hield de Hoofd-Ingenieur J. W. IJzerman, eene voordracht over een tocht dwars door Sumatra ondernomen, ten einde de mogelijkheid van afvoer der Ombiliën steenkolen naar de Oostkust te onderzoeken.

Deze boeiende rede, toegelicht door kaarten en photografiën van het doorreisde terrein, werd door nagenoeg alle leden der afdeeling te Batavia en omstreken wonende, benevens door een groot aantal genoodigden met hunne dames, bijgewoond (1).

Bijlage A.

Opgave van boekwerken en periodieken, enz. door de Afdeeling sedert de laatste opgave (zie Tijdschrift 1889/90), ontvangen:

1°. Door de Afdeeling aangekocht:

Het weekblad: „De Ingenieur."

2°. Ten geschenke ontvangen van de Regeering:

a. Jaarboek van het mijnwezen 1890 1ste en 2de deel.

b. Reports of Geological explorations during 1888—89.

c. Studies in Biology for New Zealand Students. — No. 4.

d. Twenty fourth annual report on the Colonial museum Laboratory.

e. Catalogue of the Colonial museum Library.

3°. Ontvangen van Genootschappen, enz. waarmede de Afdeeling van edita wisselt:

Van het Bataviaasch Genootschap voor Kunsten en Wetenschappen:

a. Notulen van de Algemeene en Bestuursvergaderingen.
1890, Deel XXVIII afleveringen 3 en 4.
1891, Deel XXIX afleveringen 1.

b. Nederlandsch-Indisch Plakaatboek 1602—1811, door Mr. J. A. van der Chijs, 8ste deel 1765—1775.

c. Verzameling Lampongsche teksten van O. L. Helfrich.

d. Proeve van een Lampongsch Hollandsch woordenlijst van O. L. Helfrich.

4°. Van het Koninklijk Instituut van Taal-, Land- en Volkenkunde in Nederlandsch Indie:

a. Tijdschrift voor de Indische Taal-, Land- en Volkenkunde: Deel XXXIV, afleveringen 3, 4 en 5.

b. Sammlungen des Geologischen Reichsmuseums in Leiden.

c. Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde in Nederlandsch-Indie.

---

(1) Van deze voordracht wordt geen verslag opgenomen, aangezien het voornemen bestaat eene beschrijving der reis, afzonderlijk uittegeven.

Vijfde volgreeks, vijfde deel 1ste en 2de aflevering.
" " zesde deel 1ste en 2de "
d. De Badoej's door Dr. J. Jacobs en J. J. Meijer.

5°. Van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indie:
a. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indie.
Deel L, 3de en 4de aflevering.
Deel LI, 1ste aflevering.
b. Voordrachten Nos. 5, 6 en 7.

6°. Van de Vereeniging tot bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Nederlandsch Indie:
a. Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie.
Deel XXXI, 1ste en 2de afleveringen.

7°. Van de Polytechnische School te Delft.
Annales de l'école Polytechnique de Delft.
Jaargang 1890 en 1891, 1me en 2me livraison.

8°. Zes en dertigste Verslag van het bestuur van het Djati-Gesticht.

Bijlage **B**1.

Departement der Burgerlijke Openbare Werken.

BATAVIA, den 9 Juni 1891.

No. 7381/D.

Specificatie der bijlagen. RENVOOI.

Gesteld in handen van den Secretaris van de Afdeeling Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs ter kennisneming en met verzoek om terugzending.

De Directeur der Burgerlijke Openbare Werken,
Voor den Directeur:
De Secretaris,
DE BRUIJN.

Bijlage **B**II.

No. 72.

BANGKOK, 9 April 1891.

Spoorwegaanleg in Siam.

4 Bijlagen.

Aan
Zijne Excellentie
Mr. C. Pijnacker Hordijk,
Gouverneur Generaal van Nederlandsch-Indië
te Buitenzorg.

Excellentie,

In aansluiting aan mijn schrijven van 23 October ll. No. 181 heb ik de eer Uwe Excellentie hiernevens aan te bieden afschrift van eene aan den Minister van Buitenlandsche Zaken gericht schrijven ddo. 2 April ll. No. 67, betreffende Spoorwegaanleg in Siam, met 3 bijlagen.

Andermaal gelieve Uwe Excellentie de verzekering mijner eerbiedige hoogachting te willen aanvaarden.

F. J. DOMELA NIEUWENHUIS,
Wd. Consul der Nederlanden.

Bijlage 1. *Van het schrijven van het Consulaat te Bangkok dd. 9 April 1891 No. 72.*

Afschrift.

No. 67.

Spoorwegaanleg in Siam. BANGKOK, 2 April 1891.

3 bijlagen.

Aan
Zijne Excellentie Jonkheer C. Hartsen,
Minister van Buitenlandsche Zaken
te 's Gravenhage.

Hoogwelgeboren Heer,

Met verwijzing naar Uwe missive van 28 Januari ll. 2e Afdeeling No. 920/3 heb ik de eer Uwe Excellentie hiernevens aan te bieden een exemplaar van de Engelsche vertaling eener bekendmaking betreffende de Koratspoorwegwet, een exemplaar der bekendmaking betreffende het aanvragen van aandeelen in den Koratspoorweg en eene advertentie omtrent de aanbesteding van de werken voor deze spoorweglijn, voorkomende in de "Bangkok Times."

Zooals ik de eer had Uwe Excellentie in mijn schrijven van 22 October ll. No. 179 te berichten, bedraagt het kapitaal voor den bouw van dezen spoorweg 16 millioen tical of £ 1.600.000. Van de aandeelen groot 100 tical of £ 10 heeft de staat een groot deel, men zegt twee derden van het kapitaal, genomen en de overige worden aan het publiek aangeboden.

Gedurende 10 jaren waarborgt de staat 5 % rente, maar indien de spoorweg gedurende dat tijdperk meer dan 5 % dividend geeft en de aandeelhouders dit meerdere wenschen te ontvangen, zal de garantie ophouden.

Eerst op den 31 Maart 1941 zal de staat het recht hebben de aandeelen te onteigenen tegen eenen prijs overeenstemmend met de marktwaarde op het oogenblik van onteigening.

Naar mij verzekerd wordt zijn door Europeesche firma's geen aandeelen genomen, wel zijn onder de Siameezen een aantal geplaatst geworden.

De Minister van Financiën heeft te kennen gegeven, dat in het paleis een bedrag van 180.000 catties (een cattie heeft 80 ticals of £ 8), beschikbaar is voor den bouw der Koratlijn en daar het benoodigd kapitaal 200.000 catties bedraagt, zouden dan nog slechts 20.000 catties bijeengebracht behoeven te worden.

Op dit oogenblik zijn zeker de vooruitzichten voor den spoorwegbouw gunstig te noemen.

De voornaamste bepalingen omtrent de aanbesteding, voorkomende in de advertentie van het Koninklijk Spoorweg-Departement, zijn de volgende:

De inschrijvingen voor den bouw van de nu "Nagara Rajasema" gedoopte lijn, de levering van het spoorweg- en telegraafmaterieel en verdere benoodigdheden, moeten vóór den 15 Juni a.s. aan den heer Bethge, Directeur Generaal der Koninklijke Siameesche Staatsspoorwegen, gezonden worden. Aanbiedingen voor het werk moeten onder verzegeld couvert ingezonden worden en vergezeld gaan van eene chèque voor 10.000 tical of £ 1000 of van voldoende geldswaarden ten beloope van dat bedrag. De gedeponeerde bedragen zullen uiterlijk na 6 weken worden teruggegeven, indien de aanbiedingen niet worden aangenomen. Op den 1 September a.s. moet met het werk begonnen worden en de lijn moet voor het vervoer gereed zijn op den 1 Augustus 1891.

Wat de vooruitzichten voor de inschrijving betreft, zoo verdient vermelding, dat een vertegenwoordiger van een Duitsch syndicaat hier ter plaatse sedert geruimen tijd verblijf houdt, en het terrein heeft bestudeerd en dat het syndicaat van Sir Andrew Clarke, hetwelk de spoorweglijn voor de Siameesche Regeering heeft opgemeten, en ramingen voor den bouw heeft gemaakt, hier ook vertegenwoordigd is. Zoowel van Duitsche als van Engelsche zijde zal derhalve voor deze werken worden ingeschreven.

De Siameesche regeering zou voornemens zijn om zelve de lijn naar Korat te bouwen, indien aan hare ambtenaren de inschrijvingen te hoog mochten voorkomen.

Aan de "Borabah Railway Company Limited," waaromtrent ik Uwe Excellentie bericht heb in mijn bovenaangehaald schrijven, is het niet gelukt het vereischte kapitaal voor den bouw eener lijn van Bangkok naar Ban Mai bijeen te brengen, zoodat van deze onderneming niet meer gesproken wordt.

De Siameesche regeering heeft dezer dagen concessie verleend aan eenen Engelschman, Mr. Dunlop van Singapore, voor den aanleg eener Kedah-Singoralijn. Deze lijn zal waarschijnlijk de eerste zijn welke op Siameesch grondgebied voor het vervoer zal geopend worden en zal zeker veel bijdragen tot de ontwikkeling der aan Siam onderworpen Maleische staten op het schiereiland Malakka. Zij zal loopen van Singora naar Kota Star of Saiburee en van daar naar Kulem in de provincie Kedah. Bij het bezoek door den Koning van Siam in Juni ll. aan Kedah gebracht, werd het plan voor deze lijn reeds in beginsel door Zijne Majesteit goedgekeurd.

Singora is eene vrij belangrijke handelsplaats van waar uitvoer naar Bangkok, de Straits en zelfs China plaats heeft. Kota Star en Singora zijn door eenen vrij goeden rijweg, c.a. 76 mijlen lang, verbonden en ook tusschen eerstgenoemde plaats en Kulem bestaat een weg van ongeveer 60 mijlen. De landstreek, waardoor de lijn loopt, moet rijk zijn aan delfstoffen, vooral tin en steenkolen worden daar aangetroffen.

Voor Penang kan deze spoorweg van belang zijn, daar deze haven eene gemakkelijke verbinding verkrijgt met de Oostzijde van het schiereiland en vermoedelijk een groot deel van den uitvoer dezer staatjes over Penang zijnen weg zal nemen. Indien de Siameesche Regeering eenen geregelden maildienst tusschen Singora en Bangkok opent, zou de Europeesche mail Bangkok eenige dagen vroeger bereiken via Penang dan via Singapore.

Andermaal gelieve Uwe Excellentie de verzekering mijner eerbiedige hoogachting wel te willen aanvaarden.

(get.) F. J. DOMELA NIEUWENHUIS,
Wd. Consul der Nederlanden.

Voor eensluidend afschrift:
BANGKOK, 8 April 1891.
De Wd. Consul der Nederlanden,
(get.) F. J. DOMELA NIEUWENHUIS.

Bijlage **2**. *Van het schrijven van het Consulaat te Bangkok dd. 9 April 1891 No. 72.*

TRANSLATION

OF THE

GOVERNMENT NOTIFICATION CONCERNING

THE

Korat Railway Act.

Whereas His Majesty the King, in contemplating the different resources to further the advancement of Siam, has been graciously pleased to conclude that to construct a Railway-line connecting distant towns would be one of the most important advantages for the Country, as it will shorten the distances between towns situated far from one another, giving such towns an easy and quick communication and will facilitate the present difficult manner by which goods and merchandise are being transported;

And whereas consequently those who line in the neighbourhoods where a rich and fertile soil exist but where, owing to the want of easy means of disposing of produce, only a limited commerce is being carried on, will be led to give more attention to cultivation and eventually be themselves benefitted by the extensive development of trade and thereby augment the wealth of the kingdom;

And whereas the Railway will besides be of great advantage to the Goverment in enabling them with facility to keep and maintain the Country in peace and good order for the promotion of the comfort and happiness of the people;

For these reasons, His Majesty the King, with the advice of His Ministers, has been graciously pleased to order the construction of the first Railway-line from Bangkok to Korat and has also been pleased to direct the Royal Treasury to collect and hold available the surplus Revenue of the kingdom for payment of the Government shares in the said enterprise; the remaining shares to be offered for the benefit of those who are desirious to subscribe for them. This will also be the means of leading the public into the right way of profitably depositing their money and to this effect order has been issued to the Royal Treasury to distribute the said remaining shares to all those wishing to subscribe and also to provide a certain amount as a Reserve-fund to meet the money thus deposited. To this end, His Majesty the King, has been graciously pleased to decree the following Korat-Railway Act, which contains ten Articles as follows:

I. By command of His Majesty the King the Ministry of Public Works is hereby authorized to construct a broadguage Railway line from Bangkok to Bangpain, Ayuthia, Saraburi and Korat. The line shall be registered under the Siamese Law and jurisdiction. The capital for its construction shall not exceed two hundred thousand catties (£ 1.600.000), and the work is to be commenced not later than the 1st September 1891, and must be completed before 31st March 1896.

II. The Royal Treasury shall, for carrying on the said work, provide a sufficient amount of capital for its working expenses. The number of shares shall not exceed one hundred and sixty thousand, at the rate of one hundred ticals (£ 10) each. The

shares remaining in excess of those reserved for Government shall be distributed to those desiring to subscribe. On completion of ten years, viz. from the date of the first instalment to the end of the year 1901, should any subcribers fail to obtain or have obtained a dividend *less than five per cent*, the Royal Treasury, by command of His Majesty the King, is hereby instructed to stand guarantee for that amount and to pay it out of the Revenue, so that all shareholders shall receive five percent per annum for their money. If the profits of the investment during ten years exceeds 5 %, shareholders shall be entitled to receive the full amount, but the Royal Treasury shall then withdraw its guarantee. All shareholders, after the lapse of ten years, shall be entitled to receive the full profits, whatever they may amount to.

On the expiration of the time herein after fixed, should it be agreeable to His Majesty the King, the Royal Treasury shall have the right to buy up all the shares and the shareholders shall deliver them over in accordance with the provisions of this Act.

In the said Railway, if the costs of construction be less than the sum provided for, the Royal Treasury shall render a true account thereof and shall not take any advantage by which it might procure free shares for the Government.

III. Those desirous of obtaining shares will be required to enter into an agreement (which shall be in duplicate, one for each party) with the Royal Treasury, to buy the same; and whenever the Ministry of Public Works require funds to carry on the Work the Royal Treasury shall collect money proportionately from all the shareholders.

Bonds shall be issued and given to every shareholder on payment being made, either for every share or for ony number of shares received, as he may desire.

On completion of the line, should the costs for its construction be found less than the estimate, for example say $^1/_5$ less, then the shareholder who has subscribed for one hundred shares shall receive 75 share only, as the Royal Treasury will not have the privilege to issue more shares than the present fixed number.

Notice for the payment of shares shall be inserted in the newspapers and a copy sent to all shareholders, and after a lapse of fifteen days should any of them fail to pay the amount required, the Royal Treasury shall charge fifteen per cent, on the amount, and should they further fail to remit the said payment for one year, their share will be forfeited by the Royal Treasury and the remaining shares applied for by them, should there be any, the Royal Treasury may distribute amony the public.

IV. Shareholders are at liberty to sell, transfer or mortgage their shares as desired, and on their death they shall be the property of their heirs in accordance with the Law of the country. On transferring, the former owner shall return the bond or bonds to the Royal Treasury, declaring the facts of the same in writing, so that his or their names may be replaced by the names of the new owner or owners in the register to whom a new bond or bonds shall be issued. If the former owner or owners fail to declare in writing, either through death, derangement or other reasons, his or their intention to transfer his or their shares, the new holder or holders of such shares shall have to prove his right of possession according to the Law of the Country, before new bond or bonds can be issued to him or to them, and his or their names be entered in the Register.

In case of shareholders selling or having mortgaged or transferred their shares to a person or persons without having carried out the provisions by both parties decreed in this Act, the Royal Treasury shall consider the said bond or bonds as belouging to the former owner or owners with whom all communication shall be carried on.

V. An account of the said Company shall be forwarded to every shareholder and inserted in the newspapers every six months, besides which at the end of the (fiscal) year a further account of profit and loss shall be published in like manner for public inspection.

Every new Rule and Regulation in connection with the said Korat Railway shall be notified in the Newspapers by the Royal Treasury, and a copy sent to each shareholder.

If, in the opinion of a shareholder or shareholders, the Royal Treasury be considered to have committed any wrongful act in carrying on the said work, or doing so without satisfaction, or if they have any suggestion to make, they shall be at liberty to write to the Royal Treasury to make enquiries, and on seeing any infringement committed by the Royal Treasury of the provisions of the present Act, they shall be at liberty to seek legal remedy against the Royal Treasury.

To all complaints and enquiries made by a shareholder or shareholders, the Royal Treasury shall on investigation give full replies and explanations.

VI. The Royal Treasury shall have no right nor power to purchase the whole of the Korat Railway share before the lapse of fifty years, that is to say, before 31st March 1941, but they shall be at liberty to take up shares voluntarily sold by the owners thereof.

At any time after the completion of fifty years from this date, the Royal Treasury shall, with permission and pleasure of His Majesty the King, have the right to buy up, whether in parts or in whole the number of said shares issued to the public. When purchasing in parts it shall be determined by drawing lots and the owners thereof shall, when ordered, deliver up the same to the Royal Treasury, in default or on refusal to do so the dividends and profit of his or their shares shall thenceforth be the property of the Royal Treasury.

The Royal Treasury, in purchasing the said shares, shall give a just price, according to the market value prevailing.

VII. If it please His Majesty the King at any time to instruct the Ministry of Public Works to extend this line of the Korat Railway, they shall calculate and give estimate for its construction to the Royal Treasury and if in the opinion of the Ministry of Public Works it would be advantageous and profitable to consolidate the two capitals, the Royal Treasury shall submit the same to the option of the shareholders who shall give their votes, and the question shall be decided by the majority, which decision the Ministry of Public Works shall duly carry out. In any case the capital for the new construction shall be formed separately.

VIII. The Administration and superintendence of the workings, machineries and materials for the construction of the said Korat Railway shall be entirely under the Ministry of Public Works, who shall supervise the above to the best of their ability in the interests of the Company.

When the Minister of Public Works shall see fit to make any necessary alteration for working the line, he shall submit his suggestions to His Majesty the King in Council, who shall instruct the said Department to what extent the suggestions are to be carried out in the interests of all concerns.

IX. The Ministry of Public Works shall on commencement give to the Royal Treasury a monthly estimate necessary for working and building the said Railway, and the said Treasury shall regularly pay the said amount to the former. At the end of every six months (i. e. the end of March and September) the Ministry of Public Works shall make out an account of the receipts and expenditure, together with reports, and forward the same to the Royal Treasury who shall at the end of each year andit and countersign the said accounts for submission to His Majesty the King by the Ministry of Public Works.

The Ministry of Public Works, when having additions or alterations to make in constructing the said Railway, shall not fail to report the fact to the Royal Treasury who shall inform the shareholders of such intention.

The Ministry of Public Works shall, on being requested to do so, give satisfactory explanation to the Royal Treasury for necessary information to shareholders in accordance with the present Act.

X. Through whatever places the above Railway-line shall pass, or stations and other accessory are built, should such places be occupied by houses, or cultivated, then in all such cases the Ministry of Public Works shall pay a reasonable compensation to the owners thereof. On Lands of small value, such as small paddy fields, the compensation shall only cover the cost of removing the buildings thereon. The Ministry of Public Works shall not be bound to pay any compensation as profit to the owners of the above lands, and the owners shall be compelled to accept such compensation and quit the places within such time as shall be fixed by that Department.

On the commencement of the construction of the above mentioned Railway, lands measuring five sens from each side of line, if they remain unclaimed by any person, shall be considered as crown property. As to those persons who claim the right of ownership of such lands, their rights must be determined according to the Land-Laws as existing at the time being.

BANGKOK, 1st March 1891.

Bijlage **3**. *Van het schrijven van het Consulaat te Bangkok dd. 9 April 1891 No. 72.*

Notification

APPLICATION FOR SHARES

IN THE

Korat Railway.

Royal Finance Office.

BANGKOK, 5th March 1891.

Notice is hereby given that:

Wheres His Majesty the King having been graciously pleased to order the Public Works Department to begin constructing the Railway line from Bangkok to Korat, and at the same time having ordered the Royal Treasury to offer to the public the remaining shares in excess of those taken up by Government, according to the terms already stated in the Korat Railway Act decreed by His Majesty the King on the 1st day of March 1891;

Those desirons of securing shares are hereby requested to apply to the Royal Treasury Department at the Finance Office, situated within the Royal Palace walls, where the shares will be distributed according to precedence of application.

Krom Mun Naradhip Prabanbongse,

Vice-President to the Royal Treasury.

Bijlage **4**. *Van het schrijven van het Consulaat te Bangkok dd. 9 April 1891 No. 72.*

ROYAL SIAMESE STATE RAILWAYS.

Nagara Rajasema line.

Referring to notice given in October and November last, tenders are now invited for the construction of the Nagara Rajasema Railway (from Bangkok to Korat) 265.3 Km. in length.

1. The tenders will be in the form of a "Schedule of Rates" for each class of work required.

2. The work will be let out in one lot to a General Contractor, inclusive of the supply of permanent way and telegraph material, rolling stock, machinery and furniture, and the rates quoted in the Schedule must therefore include all expenditure necessary for the proper completion of the works.

3. Forms of Tender, schedule and printed specification and conditions of contract can be seen and information obtained daily (holidays excepted) between 11 A. M. and 5 P. M. in the Office of the Royal Railway Department at Sapatoom.

4. Printed copies of specifications of works and conditions of Contract can be sent on receipt of 40 Ticals to any address given.

5. Tenders should reach the undersigned at or before noon on the 15th June 1891. They must be presented in a sealed envelope (endorsed "Tenders for the construction of the Nagara Railway") together with the Schedule of Rates properly filled up, and must be accompanied by au earnest deposit of 10.000 = ten thousand Ticals (in a Bank cheque or Security).

6. Tenders presented after this date and hour, as well as tenders sent in without earnest money will not be taken into consideration.

7. The Royal Railway Administration does not bind itself to accept the lowest of any tender.

8. The earnest deposit will be returned (to those whose tenders are not accepted) as soon as possible and not later than after the expiry of six weeks after deposit has been made.

9. When a contractor, whose tender is accepted, withdraws his offer, he is liable to forfeit his earnest deposit.

10. At the time of signing the deed of contract a sum equivalent to five per cent of the value of the whole contract, calculated at the rates quoted by the contractor, is to be deposited by the latter with the R. R. D. as guarantee for the due and proper fulfilment.

11. The works are to be begun on the 1st Sept. 1891, and the Railway must be handed over to the R. R. D. completely

finished and ready for traffic on the 1st August 1896, after which Date the Contractor has to guarantee the good quality of the materials used by him and the solid and efficient construction of his works for one year, and to make good any deficiency that should have been found or any damage caused by inferior materials or bad workmanship during this period. It is optional with the contractor, under the conditions of the contract, to hand over at any earlier period, certain parts of the line.

BANGKOK, 1st April 1891.

By Order of the Minister of Public Works Royal Railway Department,

BETHGE.

Bijlage **B**III.

No. 113.

BANGKOK, 16 Mei 1891.

Aan
Zijne Excellentie
Mr. C. Pijnacker Hordijk,
Gouverneur-Generaal van Nederlandsch-Indië,
te Buitenzorg.

Excellentie,

Ten vervolge op mijn schrijven van 9 April ll. No. 72 heb ik de eer Uwe Excellentie te berichten, dat blijkens bekendmaking van het Spoorweg Departement het tijdstip voor de aanbesteding van den bouw der Bangkok-Korat Spoorweglijn nader zal bekend gemaakt worden.

De aanbesteding zal dus niet op 15 Juni e.k. gehouden worden.

Als reden voor dit uitstel geeft het Spoorweg Departement op, dat vele verzoeken van aannemers om uitstel der aanbesteding zijn ingekomen en het wenschelijk is den aannemers meer tijd te laten.

Andermaal gelieve Uwe Excellentie de verzekering mijner eerbiedige hoogachting te willen aanvaarden.

F. J. DOMELA NIEUWENHUIS,
Wd. Consul der Nederlanden.

Bijlage **C**I.

Departement
der
Burgerlijke Openbare Werken.

BATAVIA, den 11 Juli 1891.

No. 9085/D.

RENVOOI.

Specificatie der bijlagen.

Missive van den Waarnemend Consul der Nederlanden te Bangkok dd°. 6 Juni 1891 No. 132.

Gesteld in handen van den Secretaris van de afdeeling Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, ter kennisneming en met verzoek om terugzending.

De Directeur der Burgerlijke Openbare Werken,
Voor den Directeur:
De Wd. Secretaris,
N. L. MARTENS.

Bijlage **C**II.

Afschrift.

BANGKOK, 6 Juni 1891.

Aan
Zijne Excellentie
Mr. C. Pijnacker Hordijk,
Gouverneur-Generaal van Nederlandsch-Indië,
te Buitenzorg.

Excellentie,

Ten vervolge op mijn schrijven van 16 Mei ll. No. 113 heb ik de eer Uwe Excellentie te berichten, dat blijkens bekendmaking in de hier ter plaatse verschijnende nieuwsbladen, inschrijvingsbiljetten voor de aanbesteding van den bouw der Bangkok-Korat Spoorweglijn tot op den 15 October e.k. door den Directeur der Siameesche Staatsspoorwegen zullen worden in ontvangst genomen.

De aannemer moet het werk beginnen in Dec. 1891 en het afleveren binnen vijf jaren na den datum waarop het contract tusschen hem en de Siameesche Regeering wordt onderteekend.

Van deze gelegenheid maak ik gebruik om Uwe Excellentie de vernieuwde verzekering mijner eerbiedige hoogachting aan te bieden.

(w. g.) F. J. DOMELA NIEUWENHUIS,
Wd. Consul der Nederlanden.

Bijlage **D**I.

Departement
der
Burgerlijke Openbare Werken.

BATAVIA, 18 Augustus 1891.

No. 10704/D.

Bijlage: Een.

Aan
het Bestuur der Afdeeling
Nederlandsch-Indië van het Koninklijk
Instituut van Ingenieurs
te Batavia.

Ter opneming in het Tijdschrift van de Afdeeling Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, heb ik de eer aan Uw bestuur aan te bieden een rapport van den Ingenieur 1e klasse J. L. Pierson, over de irrigatie der Solo-vallei.

De Directeur der Burgerlijke Openbare Werken,
VAN BOSSE.

Bijlage **D**II.

MEMORIE VAN TOELICHTING

OP DE

plannen tot verbetering der bevloeiing en afwatering van de Solo-vallei.

Algemeene Beschrijving.

De Solo-vallei wordt begrensd:

ten Noorden door de heuvels, welke het Noordelijk kalkgebergte op Java vormen en zich in algemeen West-Oostelijke

richting uitstrekken langs de Noordkust door de residentiën Rembang en Soerabaja, onderbroken worden door het Westgat van Straat Madoera en zich voortzetten op het eiland Madoera; ten Oosten door Straat Madoera, en ten Zuiden door de heuvels, welke het Midden kalkgebergte op Java vormen.

De Zuidelijke en Noordelijke grenzen vereenigen zich in het Westelijk deel van de afdeeling Bodjonegoro.

De Solo-rivier breekt even beneden Ngawie door het Midden kalkgebergte, verlaat dat gebergte in het Westelijk deel van de afdeeling Bodjonegoro en stroomt voorts door de Solo-vallei in algemeen Oostelijke richting naar zee.

De gronden der Solo-vallei behooren tot de afdeelingen Bodjonegoro, Toeban, Sidaijoe, Lamongan en Grissee.

De helling der gronden is uit den aard der zaak in de richting naar de Solo-rivier en langs die rivier naar hare monding.

In die helling zijn echter afwijkingen.

Langs de Solo-rivier liggen de gronden, tengevolge van vroegere overstroomingen, hooger dan die op eenigen afstand van de rivier.

Mitsdien is er tusschen de rivier en de heuvels, welke de Solo-vallei begrenzen, eene terreinplooi of een zak, evenwijdig aan rivier en heuvels.

De afwatering van de gronden der Solo-vallei moet geschieden op de Solo-rivier of de zee.

Daar waar de hooge gronden langs de Solo-rivier de heuvels naderen, is de zooeven bedoelde zak gesloten en kunnen de gronden niet meer in Oostelijke richting afwateren op zee maar zijn voor hunne afwatering aangewezen op de rivier zelve.

Bij hooge standen in de rivier is derhalve die afwatering onmogelijk.

Het Oostelijk deel der Solo-vallei wordt telken jare door de Solo-rivier overstroomd en aangezien de afwateringsmiddelen dier overstroomde gronden op zee ten eenenmale onvoldoende zijn, zoo vallen die gronden eerst droog, wanneer de Solo-rivier voldoende is gevallen, dat is eerst in den Oostmoesson.

De laatst bedoelde gronden vormen de Bengawan-Djero; de eerste de rawa's in de afdeeling Toeban en in het district Pridjek van de afdeeling Sidaijoe.

Bestaande wijze van bevloeiing.

De wijze waarop de bevolking tracht de gronden in de Solo-vallei rijstgewas te doen voortbrengen, of juister gezegd, de wijze waarop het daartoe benoodigde water op de velden wordt gebracht, is als volgt:

Met uitzondering van de bronnen Dander, Ngoenoet, Soemengko en Pirang in de afdeeling Bodjonegoro, van de dammen Mengkoeris, Kerdjo, Telogohadjie en Tjawak in dezelfde afdeeling en van de bronnen Maibit, Rengel, Berong en Galang in de afdeeling Toeban, zijn alle gronden gelegen in de Solo-vallei voor hun bevloeiingswater aangewezen op het daarop vallende regenwater of op dat wat door de bevolking in wadoeks wordt bespaard.

De totale uitgestrektheid van het door bovengenoemde bronnen en dammen besproeide terrein bedraagt ± 3000 bouws, waarbij nog zij opgemerkt, dat de dammen in den Westmoesson slechts wisselvallig water geven en in den Oostmoesson genoegzaam niets.

Alle overige gronden der Solo-vallei in de afdeeling Bodjonegoro en Toeban zijn geheel van den regen afhankelijk.

In de afdeelingen Lamongan, Sidaijoe en Grissee en in een klein deel der afdeeling Toeban wordt op eene andere wijze in de behoefte aan water voor de rijstvelden voorzien.

Groote uitgestrektheden gronden worden tot wadoeks of reservoirs gebezigd.

Die reservoirs kunnen worden verdeeld in twee hoofdsoorten en wel naar aanleiding van de wijze waarop ze zijn aangelegd.

De eerste soort wordt gevormd door het afsluiten van eene vallei en zijn dus steeds gelegen in de heuvels of liever aan den rand daarvan.

Wanneer twee ruggen elkander betrekkelijk dicht naderen, nadat ze eerst over eenige lengte door eene vallei gescheiden naast elkander hebben voortgeloopen, dan heeft de bevolking die ruggen aan hun uiteinde door een dijk vereenigd en aldus eene kom gevormd.

Dit kom wordt nu gevuld door het hemelwater dat in die vallei valt en soms door een stroompje dat vroeger door de vallei liep.

De uitgestrektheid van die reservoirs of, zooals de bevolking ze noemt, „wadoeks," is zeer verschillend. De grootste evenwel zijn slechts ± 120 Hectares groot; ook hunne diepte of liever de hoogte van den opgedamden waterspiegel boven het terrein is zeer verschillend, gemiddeld niet meer dan een Meter, doch nergens meer dan 2.5 Meter.

Hieruit blijkt hoe gering de inhoud van zulk een reservoir is en hoe weinig bouws sawah daardoor van water kunnen worden voorzien.

De bedoeling met die wadoeks is dan ook meer in den Westmoesson bij telkens voorkomende, eenigzins aanhoudende droogte, tegemoet te komen in de behoefte aan water voor de met bibit beplante velden.

De diepte van den wadoek, die niet groot was bij den aanleg van den waterkeerenden dijk, vermindert bovendien nog jaarlijks door opslibbing. Het slib uit het water dat de wadoek vult bezinkt en hoogt den bodem op; van daar dat overal, nadat de wadoek eenigen tijd heeft bestaan, de bodem van den wadoek hooger ligt dan het oorspronkelijk terrein, ja, dat hier en daar hooge horizontale vlakten, die met hellingen van 1 op 1 overgaan in 2 of 3 Meter lager gelegen vlakten, als zoovele oude wadoeks zijn te beschouwen.

De tweede soort van reservoirs wordt gevormd door het vullen van lage plaatsen in de vlakte, zooals oude beddingen van de Solo-rivier en rawas.

Deze plaatsen worden dan door ringdijken, althans aan den laagsten kant, ingesloten en in den Westmousson gevuld. De vulling geschiedt door het water uit de Solo-rivier bij bandjirs te laten binnenloopen en de inlaatsluisjes bij val van het rivierwater te sluiten, of door eenige zijriviertjes gedurende eenige dagen in die door dijken ingesloten kommen te laten stroomen.

Het gelukt daardoor den waterspiegel in die kommen te brengen op 8 à 10 decimeter boven het naastbij gelegen terrein en deze waterschijf wordt later benut voor irrigatie.

Ook deze watermassa is echter hoogst onbeduidend in vergelijking met de behoefte.

De totaal oppervlakte van die reservoirs toch ten Zuiden der Solo-rivier bijvoorbeeld is 8495 bouws, zijnde 6031 Hectares.

Stel de te benutten waterschijf hoog 1 Meter, zijnde zeker een maximum, dan is de te gebruiken watermassa 60310000 M³; voor 1000 bouws nu is noodig per dag 86400 M³, zoodat, stellende de irrigatie noodig gedurende 100 dagen, met een reservoir groot 8493 bouws, slechts 7000 bouws geirrigeerd kunnen worden, — zijnde nog niet $^1/_3$ van de oppervlakte die dan water noodig heeft en nog niet $^1/_4$ van de geheele nog niet beplante oppervlakte.

Eindelijk is er nog eene derde soort van reservoirs, die steeds zeer klein zijn, alleen dienen tot drink- en badwater, bij vele dessa's zelfs in de vlakte liggen, geheel door den daarin direct vallenden regen gevuld worden en meer bepaald „telaga's" genoemd worden.

Op welk eene gebrekkige wijze die telaga's zelfs in de behoefte van drinkwater voorzien leerde de drooge Oostmoesson van 1878, toen onder andere op de hoofdplaats Lamongan de bevolking op rantsoen moest gesteld worden, terwijl in genoegzaam de geheele afdeeling het vee naar de 13 kilometer ver gelegen Solo-rivier moest gedreven worden om te drinken.

Aangezien deze telaga's niet voor irrigatie dienstig zijn, kunnen ze hier buiten beschouwing blijven.

Afwatering van de gronden.

Is de irrigatie van deze streek alzoo slechts zeer gebrekkig, nog erger is het gesteld met de afwatering daarvan.

Hierboven werd reeds aangetoond hoe ter weerszijden van de rivier rawa's ontstonden en met een enkel woord gesproken over de bestaande rawa's of lage gronden.

Eene meer geregelde beschouwing daarvan dient nu echter te volgen.

De landen langs de Solo-rivier wateren op die rivier af.

Bovendien ontvangen zij het water, dat van de heuvels komt, die de Solo-vallei insluiten.

De bodem van de Solo-rivier ligt ± 8 Meter beneden en de hoogste bandjir komt ongeveer 2 Meter boven het terrein.

Nu is het duidelijk, dat, zoolang de waterstand in de Solo-rivier blijft beneden de algemeene terreinhoogte, dat terrein zal kunnen afwateren, doch even duidelijk is het, dat, wanneer het water hooger rijst, vooreerst de afwatering gestremd is en bovendien overstrooming uit de Solo-rivier daarvan het gevolg moet of ten minste kan zijn, althans van die gronden, welke niet onmiddellijk op zee kunnen loozen.

Om die hooge waterstanden in de Solo-rivier uit het terrein te keeren is de rivier bedijkt.

De dijken beginnen aan den linkeroever daar waar de hooge oevers ophouden en gaan door in de residentie Rembang, en in de residentie Soerabaja tot aan de dessa Pasangrahan. Meer beneden is de linkeroever der rivier niet bedijkt.

Aan den rechteroever beginnen de eigenlijke dijken eerst bij Babat, op de grens der residentiën Rembang en Soerabaja, aangezien daarboven de dijken telkens onderbroken zijn door de open mondingen der affluenten van de Solo-rivier.

De rechteroever-dijk gaat onafgebroken door tot ± 1 kilometer voorbij Doekoen, bij de dessa Kepoh. Beneden Kepoh is ook de rechteroever der Solo-rivier onbedijkt.

De gezamenlijke lengte der dijkvakken is voor den linkeroever 53 kilometer en voor den rechteroever 94 kilometer.

Uitmondingen van affluenten aan den linkeroever-dijk worden gevonden:

Bij de dessa Kenongo op twee verschillende plaatsen, waar het water wordt doorgelaten van een betrekkelijk klein stroomgebied. Bij de dessa Kanor is in den dijk eene sluis, die water binnenlaat in eene als reservoir dienende oude rivierbedding of het overtollige hemelwater op de rivier loost. Bij de dessa Djelis, waar de kali Pemoeloes in de Solo-rivier komt. Bij de dessa Glongong, waar het water van de bronnen bij Bengel en Beron in de rivier loopt. Bij de dessa's Ketapang, Badoeng en Ngoelit bevinden zich in den dijk duikersluisjes, die met hetzelfde doel zijn aangelegd als de duiker bij de dessa Kanor. Beneden deze sluis zijn in den linkeroeverdijk niet meer dan deze coupures.

De waterkeering langs den rechteroever van de Solo-rivier is boven het beginpunt Babat der eigenlijke dijken op verschillende plaatsen doorbroken door de mondingen van eenige groote en kleine affluenten en wel bij de dessa's Soengaban, Djantok (kali Patjal), Sarakan, Bebet, kali Gede (kali Semanpir), Kedoeng (kali Kedoeng), Sarangan, Djoewet, Tjangakan, Pijak (kali Batoes) en Pijakwetan (kali Pijak).

Bij Kanor loopt de dijk meer nabij de rivier en is dan doorbroken bij de dessa's Grape, Bandjar, Nganloep, Barongang en Mlaten en houdt bij Modjowedie geheel op. Hier komt de kali Semarmendem in de Solo-rivier en de rechteroever dijk begint eerst weder beneden hare monding bij de dessa Babat. Hier komt de dijk op Soerabaja's grondgebied en loopt dan verder geheel onderbroken door 65 kilometer ver tot aan de hierboven genoemde dessa Kepoh.

Er bevinden zich echter verschillende sluisjes in de rivier, die geen van allen dienen tot waterloozing, doch alleen tot het binnenlaten van bandjirwater uit de Solo-rivier en de als reservoirs dienende rawahs.

Die sluisjes zijn bij Pelong, Bessoor, Srampat, Madoeran, Wringinanom, Legoh, Kalongan, Moengoeh en Klampis.

Ten slotte zij hier nog opgemerkt, dat in 1890 de rechteroeverdijk der Solo-rivier bij Babat vereenigd is met den voet der hooge gronden ten Zuiden van Babat door eenen in dat jaar nieuw aangelegden dijk langs den weg van Babat over Ngimbong naar Plosso en Djombang. Deze dijk werd aangelegd, nadat de behoefte daaraan maar al te zeer gebleken was door de rampvolle doorbraken in de Solo-dijk in Februari 1889.

De afwatering van de Solo-vallei geschiedt als volgt:

Aan den linkeroever wateren de gronden, gelegen bovenstrooms van de kali Klongong, direct af op de rivier.

Beneden de kali Klongong is de rivier bedijkt en daar geschiedt de afwatering dus evenwijdig aan de Solo-rivier van rawa in rawa.

De meest benedenwaarts gelegene dier rawa's is de rawa Djabong. Door die rawa loopt eene geul, de kali Djabong genoemd, en deze geul komt bij de dessa Pelangwot in de Solo-rivier. Door de kali Djabong stroomt dus weg het hemelwater gevallen in de geheele linkeroever-streek, beneden de kali Klongong.

Staat het water in de Solo-rivier bij Pelangwot hoog, dan kan die streek niet afwateren. Maar zelfs al is het water in de Solo-rivier laag, dan nog watert die streek niet voldoende af, vooreerst omdat de leidingen die het water moeten afvoeren niet naar behooren zijn uitgediept en schoon gehouden, en ten tweede omdat de afloop van het water belet wordt door een dijk, die het water keert.

Die dijk loopt dwars door de rawa Djabong, van af de hooge gronden ten Noorden daarvan, om de Zuid, aansluitende aan den linkeroever-dijk van de Solo-rivier.

Komt er te veel water af, dan breekt de dijk door, doch wordt dan dadelijk weer hersteld en houdt het water tot later gebruik op.

Een gevolg van dat werken met water is, dat in de onderwerpelijke streek gelegen zijn 4787 bouws rawa en 310 bouws sawah rawa (onder sawah rawa worden verstaan rawa gronden, die in den Oostmoesson droog vallen en dan door èbor (scheppen) uit de rawa geirrigeerd worden).

De gebrekkige afwatering door het niet schoonhouden van den toch reeds overmatig langen waterloop, doet telken jare overstroomen 6363 bouws sawa's en tegals.

Beneden de afwatering van de kali Djabong watert de geheele streek aan den linkeroever der Solo-rivier, welke streek dan nergens zeer breed meer is, direct af op de onbedijkte rivier, wordt door die rivier nu en dan overstroomd, en is alzoo geheel afhankelijk van den waterstand in de Solo-rivier.

Aan den rechterover van de rivier loozen de oeverlanden hun water door de talrijke affluenten onmiddelijk op de Solo-rivier tot aan den weg van Babat naar Djombang hierboven genoemd als Oostelijke grens.

Bij hooge rivierstanden wordt de afwatering opgehouden en veroorzaakt dan de overstrooming van ongeveer 197 bouws sawah gronden in het district Bowerno.

De gronden langs den rechteroever, voor zooverre zij deel uitmaken van de Residentie Soerabaja, geheel ingedijkt zijnde, kunnen niet afwateren direct op de Solo-rivier.

Bovendien ontvangen zij nog water, voortkomende uit de heuvels van Goenoeng Kendeng, hetgeen hun door de kalie's Moroplong, Kroeweel, Pelongan, Sawo, Kapas en Tambakbojo wordt toegevoerd.

Al deze wateren vereenigen zich in rawa's en vormen te zamen de kali Blawie, die bij de dessa Djatisari in de Solo-rivier valt.

De Solo-rivier is daar niet meer bedijkt, want de rechteroever dijk houdt reeds ± 4 kilometer stroomopwaarts op.

De totale massa water uit genoegzaam de geheele rechteroeverstreek langs de Solo-rivier komt dus te zamen in de laagst gelegen landen, welke den collectieven naam van Bengawan-djero dragen.

Staat nu het water in de Solo-rivier hoog, dan is de afwatering belet, terwijl het water uit de Solo-rivier over haren onbedijkten oever binnentreedt, en de geheele Bengawan-djero staat onder water.

Eerst wanneer lagere rivierstanden intreden, dat is in den Oostmoesson, komen deze gronden droog, doch ook hier wordt dan dikwijls het water zoo lang mogelijk opgehouden om nog door èbor te kunnen irrigeeren.

Behalve de 5495 bouws rawa in deze streek gelêgen worden nog jaarlijks overstroomd 21770 bouws sawah- en tegalgronden, voorzeker eene niet geringe oppervlakte.

In eenigszins gunstiger omstandigheden, wat hunne afwatering betreft, verkeeren de gronden van de afdeeling Grissee, die gelegen zijn in de onmiddellijke nabijheid ten Noorden en die ten Zuiden van den postweg Grissee en Lamongan. Deze gronden ontvangen bijna geen water van hooger gelegen streken en heuvels en kunnen hun water direct op zee loozen.

In dit geheele terrein is geen eigenlijke waterscheiding te vinden, maar de totale massa gevallen water wordt geloosd door de kali Tangie en de kali Manjar met hare affluenten.

Resultaten van de bestaande bewatering en afwatering.

Welke de resultaten waren van de aldus bestaande voorziening in de behoefte aan water voor de rijstvelden en afwatering der gronden in vorige jaren blijke uit de hiervolgende uittreksels uit een collectief schrijven van de Assistent-Residenten en Regenten van Sidajoe, Grissee en Lamongan dd. 17 Maart 1876 No. 469/28 en 15 Februari t. v. No. 268[a] en uit de missive van den Resident van Soerabaja dd. 29 October 1887 No. 11366/A te weten:

No. 469/28. Grissee, 17 Maart 1876.

Wij hebben de eer in overeenstemming en na uitvoerige bespreking met onze Regenten, wier collectief voorstel ter zake hiernevens gaat, UEdG. het volgende te berichten:

Ongeveer 24 jaren geleden (Maart 1852) werd een belangrijk hoogst nuttig plan in het direct belang, zoowel van het Gouvernement als van de bevolking onzer afdeelingen Grissee, Sidajoe en Lamongan ontworpen en opgenomen, het voorzien van een groot gedeelte der sawahs van genoemde afdeelingen van levend water, door eene aftapping uit de Solo-rivier.

Het plan bestond in het daarstellen van een irrigatiekanaal door aftapping uit de Solo-rivier, een aanvang nemende daar, waar de kali Gandongan in het Rembangsche in bovengenoemde rivier uitloopt, om bezuiden Babat in de afdeeling Sidajoe te komen, daarna Lamongan te doorsnijden, om eindelijk een weinig benoorden Grissee zich in zee te storten.

De opname en in kaart brenging van het ontwerp geschiedde door den Ingenieur Ledeboer en de kaart is thans onder berusting van den waterstaat te Soerabaja.

Sedert schijnt aan die zaak niets meer gedaan te zijn, hetzij dan dat onze voorgangers niet op het voorstel terugkwamen, omdat twijfel bestond aan voldoend nut, in verhouding tot kosten van uitvoering, hetzij dat afgewacht werd of de Regeering nieuwe opname zoude gelasten.

Na zulk geruim tijdsverloop is echter de onderstelling niet gewaagd, dat de zaak geheel in het vergeetboek is geraakt. Hoe dit zij, wij achten het, om het hoog belang der zaak, in elk geval onzen plicht op het vroegere plan terug te komen en de aandacht daarop op nieuw te vestigen.

Wat het nut en de gunstige resultaten van het werk betreft, zoo kunnen wij daaromtrent het volgende zeggen:

De geaardheid van die gronden onzer afdeelingen, die van het geprojecteerde kanaal profiteeren zouden, is over het algemeen zeer goed te noemen en men kan zeggen, dat zij slechts op levend water wachten om dubbele, wellicht drie dubbele productie te geven.

Herhaalde misgewassen, ontstaande uit ziekten, die meest haar oorzaak in gebrek aan water vinden, deden zich voor en komen jaarlijks terug.

Sawahs door levend water besproeid, worden in onze afdeeling weinig of niet gevonden en hoewel op de kaart van het project menige rivier geteekend voorkomt, zoo zijn deze slechts verzamelplaatsen van het regenwater of afvoerkanalen van de verschillende wadoeks of reservoirs; gedurende de maanden Juli tot en met November zijn zij droog.

Tweede gewas op sawahs komt betrekkelijk weinig voor en bestaat meestal slechts uit djagoeng, djarok en tabak, gewassen, die nog het beste tegen droogte bestand zijn: de grond wordt dan met het breekijzer bewerkt en de aanplant met putwater besproeid.

Bij het doorkomen van den regenmoesson en zoodra de grond week genoeg is, dat de ploeg gebruikt kan worden, haast de bevolking zich de padi aanplant zoo spoedig mogelijk in den grond te krijgen; de bewerking geschiedt om die reden overhaast, en zij laat, zoowel als de verzorging der aanplant veel te wenschen over.

Geheel afhangende van het onzekere der regens, is de padicultuur evenwel de voornaamste bron van bestaan voor de bevolking dezer streken en haar welvaart hangt grootendeels af van het meer of minder goedslagen der rijstcultuur (de welvarende

bezitters der vischvijvers langs het Grisseesche strand worden hiervan natuurlijker wijze uitgezonderd); telken jare wordt echter hier en daar gebrek aan water ondervonden en ontstaat daardoor in meer of mindere mate misgewas.

Nu zal het wel geen betoog behoeven, dat door den aanleg van een irrigatiekanaal met voldoende capaciteit, waardoor men het steeds in zijn magt heeft, zoowel het tijdstip als de hoeveelheid aan te voeren water naar behooren te regelen, de misgewassen grootendeels voorkomen zullen worden, de thans zoo geringe productie (voor veel velden op niet meer dan 12 picols netto geschat) en daardoor ook de landrente aanmerkelijk zal stijgen en alzoo bevolking en Gouvernement ten zeerste gebaat zullen worden.

Volgens bijgaanden staat zal de landrente laag geschat een jaarlijksche vermeerdering van *f* 150.837.54 kunnen geven voor de eerste jaren en later o. i. nog hooger kunnen stijgen.

Het indirect voordeel van het ophouden of vermindering der misgewassen is van zelve in dat cijfer opgesloten en, wegens het afwisselende van de jaarlijksche hoeveelheden mislukte velden niet afzonderlijk getaxeerd.

De aard der bouwgronden zal door besproeiing in qualiteit verbeteren en de bevolking zal meer geregeld tweede gewassen kunnen aanplanten, hetgeen thans uitzondering is en met moeite gepaard gaat.

Ofschoon nu de kosten van dergelijk werk belangrijk zijn, zoo zullen, behalve de stijging der landrente, de nieuwe bronnen van inkomsten, die daaruit voor het Gouvernement zullen voortvloeien, ruimschoots tegen die kosten opwegen en toename der bevolking (er zijn veel dessa's, waar thans elke landbouwer ± 46 bouws sawah bezit), vermeerdering van haar welvaart en bronnen van bestaan, toename van industrie, wellicht ook Europeesche, spoedig het gevolg daarvan zijn, terwijl thans de zoo geringe productie de bevolking dikwijls noodzaakt op verre afstaanden (bij de fabrieken onder Modjokerto en Sidoardjo) hun onderhoud in dagloon te zoeken.

Terloops zij opgemerkt, dat de leiding met haar capaciteit voor duizende bouws sawahs, ook het zijne kan bijdragen tot vermindering der jaarlijks terugkeerende bandjirs der Solo-rivier, die aan sawahs, vischvijvers en wegen, vooral onder Sidajoe en Grissee, veel nadeel doen.

Een nader deskundig onderzoek van het reeds vier en twintig jaren geleden geprojecteerde werk zal ongetwijfeld in de eerste plaats moeten geschieden. Wat verder de wijze van uitvoering betreft, zoo stellen wij voor, het werk door alle dessa's onzer drie afdeelingen, die allen, hetzij indirect, daarbij gebaat zullen zijn, te doen verrichten, tegen een dagloon van *f* 0.25 (een betaling per taak zal echter het wenschelijkste zijn).

Gedurende de uitvoering van het werk zelf zal de bevolking dan tevens daarin eene belangrijke ressource vinden, als middel om in haar onderhoud te voorzien door zich daarbij te werk te stellen.

Ten slotte zij opgemerkt, dat wanneer onverhoopt de in deze besproken misgewassen te een of anderen tijd, grootere afmetingen aannemen, en daarmede toevallig minder vraag naar arbeiders in den omtrek mogt samengaan, welligt gebrek of hongersnood (hetgeen de hemel verhoede)! daarvan het gevolg zoude kunnen zijn.

Dan zouden wij te laat er ons een verwijt van moeten maken niet tijdig op den toestand dezer zoo misdeelde streken gewezen te hebben. Door alzoo met beleefden aandrang en klem Uwe opmerkzaamheid te vestigen op het dringende eener voorziening in dien toestand en datgene trachten te provoceeren, wat een weldaad voor de bevolking mag genoemd worden, gelooven wij een duren pligt te vervullen en de aanleiding tot later zelfverwijt te kunnen ontgaan.

Met het oog op het bovenstaande hebben wij derhalve de eer UEdG. beleefdelijk in overweging te geven het Gouvernement de noodige voorstellen te willen doen tot wederopname en uitvoering van het bedoelde belangrijke irrigatie werk.

De assistent-residenten van Grissee,
Sidajoe en Lamongan,

(w. g.) TIDEMAN.

SMISSAERT.

VAN BERCKEL.

No. 268a.

SIDAJOE, den 15den Februari 1876.

Eerbiedig geven te kennen de ondergeteekenden:

Adipatie Arjo Soero Adiningrat, sedert 20 jaren regent van Sidajoe;

Raden Adipatie Arjosoerjo Winoto, sedert 20 jaren regent van Grissee; en

Raden Toemengoeng Kromodjojo dirono, sedert 10 jaren regent van Lamongan:

dat zij te zamen de irrigatie aangelegenheden rijpelijk hebben overwogen, doch nog niet tot zulk een resultaat zijn gekomen waarmede de landbouwers volkomen zouden kunnen worden geholpen.

Tot de dessa's, bezuiden de Solo-rivier, die rijst verbouwen, behooren ook 79 dessa's van het district Tembangan, 105 dessa's van het district Kedokan en 86 dessa's van het district Pridjek, totaal 270 dessa's. Van af de grens der afdeeling Bodjonegoro stroomafwaarts (Noordwaarts) tot aan de vrij-dessa Koeroe bedraagt de afstand ± 40 paal, met eene uitgestrektheid aan sawa en tegalvelden van 27432 bouws.

In het Grisseesche behooren daartoe ook de districten Kota met 45, Bengawandjero met 77 en Goenoeng Kendeng met 14 of totaal 136 dessa's, waarvan de afstand gerekend van de grens der afdeeling Lamongan 22 paal met eene uitgestrektheid aan sawah en tegalvelden van 12320 bouws.

In het Lamongansche behooren daartoe ook het district Tengahan met 216 dessa's en Goenoeng Kendeng met 22 dessa's of te zamen 238 dessas, waarvan de afstand gerekend van de grens der afdeeling Sidajoe bij de dessa Kedali stroomafwaarts (Noordwaarts) tot aan de grens der afdeeling Grissee, bij de dessa Pantjoer ± 20 paal bedraagt met eene uitgestrektheid aan sawa en tegalvelden van 12451 bouws of te zamen 61203 bouws die van irrigatiewater verstoken en slechts van den regen afhankelijk zijn, bovendien is er ook moeielijkheid in gelegen dat men de stroomingen in de Bengawan Solo niet vooraf bepalen kan.

Heeft dit nu juist in de maand Februari of Maart plaats, terwijl de sawahs reeds met padi beplant zijn, dan worden vele velden onder water gezet, terwijl het pas ontkiemde zaad vernield en dus verloren gaat.

Door ons sterk verlangen en vooral van de landbouwers worden dan de velden op nieuw beplant, niettegenstaande de moeielijkheid in het verkrijgen van zaadpadi die geschikt is om te worden overgeplant, terwijl het zaad, dat nog niet kan worden overgeplant, uitsterft. Bij aanplant van nieuw zaad wordt ook het ongerief ondervonden, dat nl., indien er geen al te groote overstroomingen uit de Bengawan onstaan en het op dien tijd niet veelvuldig regent, de padi minder goed ontkiemt en er misgewas ontstaat, daar deze afdeeling geen irrigatie water heeft voldoende voor de sawahs.

Van de sawahs en tegals die in dit geval verkeeren, hebben wij de gegevens voor 10 jaren samengevat in de ondervolgende opgaven als:

Te Sidajoe:

gedurende	1866	5640	bouws	tegalvelden.
"	1867	3192	"	"
"	1868	2647	"	"
"	1869	2082	"	"
"	1870	2055	"	"
"	1871	5304	"	"
"	1872	4372	"	"
"	1873	2824	"	"
"	1874	3537	"	"
"	1875	8676	"	"
te zamen.....		40329	"	"

Dengan hormat kita bertiga nama oendjoek bertaoe:

Adipatie Arjo Soero Adiningrat, soedah 20 taoen poenja lama, berdjalan pakerdjäan di kaboepaten Sidajoe;

Raden Adipatie Arjosoerjo Winoto, soedah 20 taoen poenja lama, berdjalan pakerdjaän di kaboepaten Grissee;

Raden Toemengoeng Kromodjojo dirono, soedah 10 taoen poenja lama berdjalan pakerdjaän di kaboepaten Lamongan;

sama berpikir dengan soenggoe soenggoe hati belon djoega dapet kamaoeanja, jang djadi dengan tamtoe tida ada kasoesahanja orang, jang sama kerdja tanem dessa jang sabelah kidoel Bengawan Solo termasoek djoega jang tiga district Tembangan 79 en Kedokan 105 dan Pridjek goenggoeng 270 dessa, dari Wangkit sama afdeeling Bodjonegoro milir sampei tanah merdika dessa Koero lebih koerang ampat poeloeh paal poenja djaoeh banjaknja sawa dengan tegal soedah djadi sekarang 27432 baoe.

Di Grissee dessa jang sabelah kidoel Bengawan Solo, termasoek djoega district Kota 45 en Bengawandjero 77 dan Goenoeng-Kending 14 goenggoeng 136 dessa, dari Wangkit sama afdeeling Lamongan 22 paal poenja djaoeh banjaknja sawah dengan tegal, soedah djadi sekarang 12320 baoe.

Di Lamongan dessa jang termasoek district Tengahan 216 dessa, Goenoeng Kending 22 goenggoeng 238 dessa, dari Wangkit sama afdeeling Sidajoe, dessa Kedali milir sampei Wangkit afdeeling Grissee dessa Pantjoer lebih koerang 20 paal poenja djaoeh banjaknja sawa dengan tegal soedah djadi sekarang 21451 baoe, goenggoeng samoewa 61203 baoe soesah dari perkara ajer, kerna samoewa tjoema dari ada oedjan sadja, lagi soesahnja dari toempahnja Bengawan Solo jang tida bolih tamtoekan, kaloe kabetoelan misih toempah di dalem boelan Februari atawa Maart djadi soedah ada tanem padi di sawah banjak tempat, jang terendem dengan jang misih roepa oeritan djoega djadi roesak en ilang, dari krasnja kemaoean kita prijaji (bersama djoega orang) jang poenja garapan tanem lagi di sawah itoe, dengan soesah dapetnja oeritan jang soedah bolih di tanem dan djoega oeritan jang beloem bolih di tjaboet djadi matinja, kerna slama soedah di djalanken oeritan baroe kombali lagi soesahnja kaloe waktoe toempahnja ajer Bengawan jang tida terlaloe kaloe oedjan poenja dateng tida panjang boelan dan arinja banjak keloewaran padi koerang baik, dan tida djadi, sebab ini afdeeling tida ada ajer oenoen atawa ajer idoep jang sampei per sawah sawah dengan ini bersama (kita atoerken staat dessa) sawah en tegal jang tida djadi dengan taksirnja atoerken tjoema 10 taoen poenja lama:

Di Sidajoe:

koetika	1866	5640	baoe	sawah tegal.
"	1867	3192	"	
"	1868	2647	"	
"	1869	2082	"	
"	1870	2055	"	
"	1871	5304	"	
"	1872	4372	"	
"	1873	2824	"	
"	1874	3537	"	
"	1875	8676	"	
goenggoeng		40329	"	

Over dat tijdvak was de gemiddelde opbrengst *f* 6 per bouw of te zamen *f* 241.974 die verloren gingen, waarvan het $^1/_5$ aan landrente of *f* 48394 niet invorderbaar was.

Te Grissee:

gedurende	1866	435	bouws	tegalgronden.
"	1867	3138	"	"
"	1868	166	"	"
"	1869	79	"	"
"	1870	124	"	"
"	1871	547$^1/_2$	"	"
"	1872	495	"	"
"	1873	171	"	"
"	1874	181	"	"
"	1875	3330$^1/_2$	"	"
te zamen.....		8667	"	"

Over dat tijdvak was de gemiddelde opbrengst *f* 5 per bouw of te zamen *f* 43.335 die verloren gingen, waarvan $^1/_5$ of *f* 8667 aan landrente niet invorderbaar was.

Te Lamongan:

gedurende	1866	2541	bouws	tegalvelden.
"	1867	4440$^1/_2$	"	"
"	1868	736$^1/_2$	"	"
"	1869	1046	"	"
"	1870	897	"	"
"	1871	1259$^1/_2$	"	"
"	1872	941$^1/_2$	"	"
"	1873	688	"	"
"	1874	660$^1/_2$	"	"
"	1875	3000	"	"
te zamen.....		16211	"	"

Over dat tijdvak bedroeg de gemiddelde opbrengst *f* 6 per bouw of te zamen *f* 97.266 die verloren gingen, waarvan het $^1/_5$ of *f* 19.453 aan landrente niet invorderbaar was.

Volgens bovenstaande opgaven is de aanplant over 65207 bouws tegalvelden niet geslaagd, waardoor *f* 382.575 voor de bevolking verloren gingen en er *f* 76.514 aan landrente niet kon worden opgebracht.

Het is daarom dat wij eerbiedig er op wijzen, dat de Regeering reeds vroeger van het plan zwanger ging, om een leiding te graven van af de afdeeling Bodjonegoro, ten zuiden der Solorivier, langs de afdeelingen Sidajoe en Lamongan tot aan Grissee, en dit op 9 Maart 1852 in kaart werd gebracht door den toenmaligen ingenieur 1e klasse A. A. W. Ledeboer.

Voorzeker was voor de in kaart brenging reeds goed overwogen de nuttige aanwending van het water voor de bevloeiing der sawahs en tegalvelden, terwijl de voor bovenbedoelde velden uit de leiding benoodigde hoeveelheid water reeds bepaald was. Ook wij zijn overtuigd van de mogelijkheid, dat er nut van zal kunnen worden verkregen.

Moge het ook de geedkeuring van den Resident weg dragen, dan is ons verzoek om het werk, zooals het in 1852 in kaart is gebracht worde voortgezet, daar we zeer gaarne zouden zien dat de landbouwers van die dessa's met toenemend gemak hunne velden kunnen bewerken, terwijl zij met vertrouwen de hoop mogen voeden, dat bij een geregelde bevloeiing de oogst vermeerderen zal.

Dan di dalem sebegitoe lama dia orang orang poenja kaoentoengan tenga tenga arga *f* 6 per baoe djadi *f* 241.974 perak, jang ilang en negri poenja kahasillan *f* 48.394 perak jang tida bisa masoek satoe per lima itoengan dari itoe.

Di Grissee:

koetika	1866	435	baoe	sawah tegal.
"	1867	3138	"	"
"	1868	166	"	"
"	1869	79	"	"
"	1870	124	"	"
"	1871	547$^1/_2$	"	"
"	1872	495	"	"
"	1873	171	"	"
"	1874	181	"	"
"	1875	3330$^1/_2$	"	"
goenggoeng		8667	"	"

Dan di dalem begitoe lama dia orang orang poenja kaoentoengan tenga tenga arga *f* 5 per baoe djadi *f* 43.335 perak, jang ilang en negri poenja kahasillan *f* 8667 perak jang tida bisa masoek satoe perlima itoengan.

Di Lamongan:

koetika	1866	2541	baoe	sawah tegal.
"	1867	4440$^1/_2$	"	"
"	1868	736$^1/_2$	"	"
"	1869	1046	"	"
"	1870	897	"	"
"	1871	1259$^1/_2$	"	"
"	1872	941$^1/_2$	"	"
"	1873	688	"	"
"	1874	660$^1/_2$	"	"
"	1875	3000	"	"
goenggoeng		16211	"	"

Dan di dalem begitoe lama dia orang poenja kaoentoengan tenga arga *f* 6 per baoe djadi *f* 97.266 perak, jang ilang en negri poenja kahasillan *f* 19.453 perak jang tida bisa masoek satoe perlima itoengan darie sitoe, goenggoeng samoewa 63,207 baoe sawah tegal tida djadi jang terseboet itoe en *f* 382.575 perak, orang poenja kaoentoengan jang ilang, dan *f* 76.514 perak asilnja negri jang tida bisa masoek Mangka itoe dengan hormat kita oendjoek sebab, soedah ada pikiran dari doeloe negri inget maoe bikin kali, moelai dari afdeeling Bodjonegoro di seblah kidoel bengawan Solo liwat di afdeeling Sidajoe dan di Lamongan sampei di Grissee serta soedah di kar jang di bikin kapada toewan Ingenieur 1e klasse A. A. W. Ledeboer tanggal 9 Maart kita 1852 tamtoe sabloemnja djadi itoe kar soedah di inget per baik pakeinja ajer per tanem tanem di sawah en tegal banjaknja soedah di oendjoek kali pergoena jang kira dapet dari itoe kali dan kita berpikir djoega sekarang djadi gantinja sawah terseboet atas itoe samoewa.

Mangka kaloe djadiken kandjeng toewan Resident poenja soeka dengan banjak permintaän kita baik di troesken kerdja sabagimana di kar 1852 itoe, kapingin terlaloe melijat dessa itoe tambah menambah orang orangnja poenja gampang dan ringan bolihnja kerdja tanah per tanem tanem jang dengan tetepati pengharipanja djalnan dari patinja ajer temtoe dengen brasannja djoega sebab djadi tambah kaloewaran bagimana sekarang die Sidajoe dari satoe baoe tjoema kloewar 8,12 jang paling banjak 16 pikoel padi.

Thans is de opbrengst der padi te Sidajoe slechts 8,12 of hoogstens 16 pikols; die te Grissee 8,10 of hoogstens 12 pikols en te Lamongan 8,12^5 of hoogstens 16 pikols per bouw.

Het is daarom te hopen dat de Regeering machtiging verleene, om zoo spoedig mogelijk de door ons bedoelde leiding te doen maken ter verkrijging der bovenbedoelde meerdere productie.

De productie in de afdeeling Sidajoe zal na 1, 2 à 3 jaren gelijkelijk 16 pikols per bouw kunnen bedragen en dus aan landrente *f* 219.456 's jaars opbrengen terwijl te Grissee over eene gelijke productie van 12 pikols per bouw *f* 73.920 en te Lamongan met eene gelijke productie van 16 pikols per bouw *f* 171.600 's jaars aan landrente zal kunnen afwerpen of te zamen *f* 464.954.

Daar de sawahs slechts voor den rijstbouw zijn, zullen, indien de bovenbedoelde toestand langer geduurd heeft, ook een maal 's jaars daar op tweede gewassen worden geplant, welke den grond niet te veel uitputten.

Denkelijk zal de productie te Sidajoe en Lamongan tot 18 à 20 pikols en die te Grissee tot 16 à 18 pikols gemiddeld per bouw op te voeren zijn.

Deze zaak zullen wij, zoo lang wij daartoe in staat zijn, behartigen als een van onze dienstwerkzaamheden, terwijl wij hopen dat de bevolking niet zal vergeten onder wiens bestuur het werk tot stand is gekomen.

(get.) Adipatie Arjo Soero Adiningrat.
Raden Adipatie Arjo Soerjo Winoto.
Raden Toemenggoeng Kromodjojo Dirono.

Di Grisse dari 1 baoe 8,10 jang paling banjak 12 pikoel padi.

Di Lamongan dari 1 baoe kaloewarnja 8,12^5 jang paling banjak 16 pikoel padi.

Mangka banjak harep negri poenja idzin dengan sabarapa bolih berdjalanken lantas kerdjanja itoe kali jang kita dapet djadi tambah djoega kaloewarnja padi jang terseboet di atas permoelai adanja soedah ada itoe kali dari satoe, doewa, tiga moesim bolih sampei djadi rata rata 16 pikoel padi per baoe, djadi negri poenja kahasillan dalem satoe tahoen *f* 219.456 perak.

Di Grissee bolih sampei djadi rata rata 12 pikoel padi per baoe, djadi negri poenja kahasillan dalem satoe taoen *f* 73.920 perak.

Di Lamongan bolih sampei djadi rata 16 pikoel padi per baoe, djadi negri poenja kahasillan dalem satoe taoen *f* 171.608 perak.

Goenggoeng samoewa moewanja *f* 464.954 perak.

Negri poenja kahasillan jang masoek dalem satoe taoen.

Dan kaloe soedah lebih lama sebab itoe sawah taneman tjoema per padi sadja, dalem satoe waktoe satoe kali dengan roepa polowidja-polowidja jang tida banjak ilangken gemoeknja.

Di Sidajoe harepan rasa rasa bolih djadi sampei rata rata 18 atawa 20 pikoel padi per baoe.

Di Grissee 16 atawa 18 pikoel padi per baoe.

Di Lamongan 18 atawa 20 pikoel padi per baoe waktoe misih segar dari kita djalani di bawah pakerdjaän negri, harepan lagi soepaja dia orang poenja ingetan tiada dengan loepanja tempo di kerdja dengan sijapa waktoenja jang negri misih djadikan kapala dia itoe dirinja.

Kita bertiga Boepati:

(get.) Adipatie Arjo Soero Adiningrat.
Raden Adipatie Arjo Soerjo Winoto.
Raden Toemenggoeng Kromodjojo Dirono.

No. 11366/A. SOERABAJA, den 29den October 1887.

Gesteldheid der Bengawandjero streek. Invloed daarvan op den landbouw.

Aan
den Directeur der Openbare Werken.

Tot het gebied der Bengawandjero streek, in dien engeren zin, worden gerekend te behooren al de dessa's der afdeelingen Sidajoe, Grissee en Lamongan, welke telkens jare, in den Westmoesson, ten gevolge van overstroomingen der Solo-rivier en van de uit het gebergte van Lamongan ontspringende rivieren, ten opzichte der beplanting harer velden in abnormalen toestand verkeeren; abnormaal in zoover dat de beplanting eerst dan kan plaats vinden, wanneer de oogst der velden buiten dat gebied reeds aangevangen, dan wel afgeloopen is.

Dat gebied nu heeft de volgende grenzen:

ten noorden: de Solo-rivier;

ten oosten: de kali Miring (eene der uitmondingen van de Solo-rivier) en de kali Manjar;

ten zuiden: de postweg van Grissee naar Babat;

ten westen: den binnenweg van de dessa Semlaran, noordwaarts naar de districtshoofdplaats Karanggeneng, in de afdeeling Sidajoe.

De aldus omgrensde Bengawandjero streek heeft bij benadering eene uitgestrektheid van ruim 40000 bouws en telt een 227-tal dessa's, waarvan 77 in de afdeeling Sidajoe, 47 in Grissee en 103 in Lamongan.

De geheele uitgestrektheid bouwgrond dezer dessa's bedraagt 21770 bouws, gezamenlijk landrenteplichtig tot een bedrag van *f* 94.665 's jaars.

De uit bijzonder vruchtbare kleigrond van alluviale formatie bestaande bodem verheft zich op zijn hoogste punten slechts 4 à 5 meter boven de oppervlakte der zee, en staat daarom, bij elken hoogen waterstand in de haar doorsnijdende rivieren, de Bengawandjero streek onmiddellijk aan overstroomingen bloot.

In de eerste plaats doet zich als zoodanig de Bengawan of Solo-rivier gelden, welke in de afdeeling Sidajoe tot aan de dessa Doekoen haren loop door dijken bedwongen ziet en bij hoogen waterstand niet alleen haar water langs haren zijtak de Blowirivier opstuwt en over de velden in Sidajoe en Lamongan uitstort, maar tevens in het Grisseesche wegens onvoldoende bedijking van den rechteroever vaak buiten hare oevers treedt om aldaar eveneens de velden gedurende eenige maanden onder water te zetten (1).

De aldus over de Bengawandjero streek uitgestorte watermassa wordt bovendien nog aanzienlijk vermeerderd door toevoer van bandjirwater uit het gebergte, ten zuiden der afdeeling Lamongan, van grootere en kleine stroomen, waarvan in het bijzonder vermelding verdienen de Gondang of Kroewoel Plalangan, Sawokapas en Tambakbajo.

Aldus door tal van invloeden, op enkele plaatsen zelfs tot eene diepte van 1.50 meter overstroomd, ontbreken aan de Bengawandjero streek de noodige afvoerwegen voor al dat water niet, maar aangezien deze alle middellijk of onmiddellijk op de Solorivier en haren zijtak, de Miring afwateren, zoo zal, zoolang in den bestaanden toestand geene verbetering wordt aangebracht, daarvan gedurende den Westmoesson ook weinig of geen heil kunnen worden verwacht, zij het ook, dat bedoelde afvoerwegen de vereischte capaciteit bezaten, wat thans geenszins het geval is, om het bandjirwater in voldoende mate aftevoeren.

Op deze wijze, niet vóór den aanvang of het midden van den Oostmoesson van het overtollige water ontlast, zou in de Bengawandjero, althans in hare laagste gedeelten, welke het laatst worden droog gelegd, de rijstkultuur niet wel mogelijk zijn, ware het niet, dat in de behoefte aan het voor den landbouw noodzakelijke water in jaren met eene normale weersgesteldheid van April of Mei tot October langs twee wegen werd voorzien, zij het ook op zeer onvoldoende en gebrekkige wijze:

1°. door het water van de in hoogere streken aangelegde wadoeks of regenwater-reservoirs naar de velden te leiden;

2°. door het water uit de Solo-rivier, dat met vloed in de Blawie wordt opgestuwd, in verschillende leidingen middels dammetjes staande te houden.

Hoe onvoldoende die hulpmiddelen zijn springt onmiddellijk in het oog bij de wetenschap, dat de gezamenlijke oppervlakte dier wadoeks ongeveer 800 bouws bedraagt en bij matige berekening één bouw wadoek gemiddeld slechts hoogstens $2^1/_2$ bouw sawah gedurende een paar maanden van het benoodigde water kan voorzien, terwijl slechts het langs de Blawie opgestuwde vloedwater den landbouw dienstig is. Dit vloedwater in de Tjorrong, Kentong Randoe en Manjar werd reeds eertijds, als zilthoudend en schadelijk voor den landbouw, steeds met zorg geweerd middels dammen, welke jaarlijks in den Oostmoesson werden gelegd en in den Westmoesson doorgestoken.

Nu de Miring ter plaatse waar zij zich met de Solo-rivier vereenigt, is afgedamd en daardoor weinig of geen zoetwater meer afvoert, zal het daarin opgestuwde, als bestaande geheel uit zeewater, eens zoo schadelijk voor den landbouw zijn en mitsdien ook met grootere zorg geweerd behooren te worden.

Het bovenstaande in korte trekken samenvattend blijkt alzoo, dat gedurende den ganschen Westmoesson, de overstrooming der Bengawandjero streek, inzonderheid in hare laagste dessa's, den landbouwer de uitoefening van zijn bedrijf onmogelijk maakt, terwijl daarentegen in het droge jaargetijde, ondanks de vruchtbaarheid van den bodem, de landbouw uithoofde van den ten eenen male ontoereikenden en bovendien onzekeren watertoevoer, aldaar slechts met eene uiterst geringe en wisselvallige kans op slagen kan worden gedreven.

Toestand van bevolking en veestapel en de wijze, waarop de landbouw wordt gedreven.

Waar een toestand, als de boven beschrevene, heerscht, kan het geene verwondering baren, dat slechts eene dun gezaaide bevolking de Bengawandjero streek bewoont.

Haar geheele zielental bedraagt slechts 62891, of nog geen 2 zielen op 1 bouw, voorwaar een ongekend laag cijfer voor den Oosthoek van Java.

En in welk eenen ellendigen toestand brengt die bevolking, in het bijzonder der laagst gelegen dessa's, dan nog een groot gedeelte van het jaar door, als het water in hare huizen tot eene hoogte van een paar voet is gestegen en maanden achtereen dat peil behoudt.

Reeds bij het invallen van den Westmoesson worden de noodige voorzorgsmaatregelen genomen. Zij die elders vertrouwde kennissen of bloedverwanten hebben, brengen er hun vee heen

(1) De Solo-rivier stort bij hoogwater van 400 tot 500 M³ water per seconde in de Bengawandjero.

De Ingenieur 1e klasse,
J. L. PIERSON.

ter bewaring en die ze niet hebben, brengen hun vee op hooger gelegen plekken in gemeenschappelijke kralen, waar heen hetvoer, bestaande uit gras, klimop en waterplanten, dagelijks een paar malen in prauwtjes of op vlotten wordt gebracht.

Wie kostbaarheden of huisraad bezit, die moeielijk voor de naderende overstroomingen beveiligd kunnen worden, zoekt eveneens elders daarvoor eene bewaarplaats.

Het pluimgedierte wordt tegen elken prijs van de hand gezet; de padi, indien althans de oogst in den afgeloopen Oostmoesson van dien aard is geweest, dat daarvan nog wat is overgehouden, wordt voor eigen behoefte gestampt en het overige óf verkocht óf bewaard in op hooge palen gebouwde loemboengs.

Zoodra het water in die mate begint te wassen, dat kinderen en het weinige nog overgebleven huisraad met gevaar worden bedreigd, plaats men, al naar mate van het peil, dat de overstroomingen plegen te bereiken, onder de balé balé stijlen van een paar voet hoogte of wordt deze drijvend gehouden op een bamboevlot, dat aan de stijlen van het huis bevestigd is.

Op zulk een balé balé bergt men zijne kleedingstukken, huisraad en keukengereedschap, rijst en andere levensmiddelen, als gedroogde of gezouten visch, waterschelpen en waterplanten, voorts het brandhout, dat reeds in den Oostmoesson verzameld en gedroogd is, kortom al datgene, wat in de gegeven omstandigheden in de behoeften van het huisgezin moet voorzien.

Op zulk een balé balé dan brengt het huisgezin niet zelden een paar maanden achtereen dag en nacht in de grootste ellende door; daarop eet en slaapt men, kookt en werkt de vrouw, spelen de kinderen, hebben geboorte en sterfgevallen plaats, terwijl zelfs menige dessa alsdan geen enkel droog plekje aanbiedt om er de lijken grafwaarts te brengen, zoodat deze tot dat doel naar elders moeten worden gevoerd.

Daar wegen en paden overstroomd zijn, bieden pisangvlotten de eenige middelen tot gemeenschap met de buitenwereld aan; daarmede begeeft zich de bevolking ter vischvangst, haar voornaamste middel van bestaan in die tijden; daarmede bezoekt zij den pasar en brengt haar visch, waterschelpen en kangkong, welke laatste als groente bij de rijst gegeten wordt, ter markt, om van de opbrengst daarvan rijst en andere levensbehoeften in te koopen. Brengt deze handel niet genoeg op en komt daardoor de nood aan den man, dan begeeft zich het hoofd van het huisgezin naar andere streken, ten einde met koeliediensten eenig geld te verdienen, waarvoor hij vaak dagen achtereen weg blijft, zijne vrouw en kinderen aan hun lot overlatend.

Is de rijstoogst in hooger gelegen streken begonnen, zoo verlaten niet zelden ook de vrouwen voor korteren of langeren tijd het huis, om bij den oogst behulpzaam te zijn en later het snijloon huiswaarts te brengen.

Aan zulk een ellende nu wordt de bevolking der Bengawandjero streek gedurende den Westmoesson jaar op jaar overgeleverd.

Met het invallen van den Oostmoesson, in de maanden April en Mei, wanneer het water begint te dalen, komt eerst eenige verbetering in dien toestand, welke gaandeweg toeneemt, naarmate de streek van het overtollige water ontlast wordt.

Dan ook is het tijdstip aangebroken, waarop de landbouwer een begin maakt met den aanleg zijner kweekbeddingen voor de padicultuur.

In de hoogst gelegen dessa's kan dit reeds in Maart geschieden, in de lagere streken eerst in April, Mei of Juni, al naar gelang van den stand van het water; veelal legt echter de bevolking der laatste dessa's met toestemming der rechthebbenden en tegen zekere belooning, hare kweekbeddingen op gronden van hooger liggende dessa's aan.

De daarvoor bestemde plaats wordt, in verband met den waterstand, met een dijkje van 1½ tot 3 voet hoogte omgeven en het water uit de besloten ruimte zoolang geschept, tot de grond voor bewerking geschikt is. Van den tijd der uitzaaiing of tot het tijdstip, dat de bibit voor overplanting geschikt is, ongeveer anderhalve maand, wordt er telkenmale, naar gelang van de behoefte, water uit de omliggende velden in die kweekbeddingen geschept, doch niet zelden gebeurt het, dat èn kweekbedding èn bibit door een plotseling opkomenden bandjir uit het gebergte vernield worden, wat in de jaren 1884 en 1885 dikwijls heeft plaats gehad.

Alsdan moeten opnieuw kweekbeddingen worden aangelegd, die na de uitzaaiing wel eens voor de tweede maal door dezelfde oorzaak worden vernield.

Ook is het niet zeldzaam, dat de bibit reeds oud is geworden, vóór nog de sawahvelden voldoende droog gelegd zijn om bewerkt en beplant te kunnen worden, zoodat ook dan weder de verrichte arbeid vergeefs is geweest.

De landbouwers der laagst gelegen dessa's, die de middelen niet bezitten om voor den aanleg van pepinières gronden van hooger gelegen dessa's te huren, nemen hunne toevlucht tot eene wijze van aanleg, die hoewel even merkwaardig als zonderling, in alle opzichten nog van te weinig bekendheid is om hier onvermeld te laten.

Zij is bekend onder den naam van ngrombangan en bestaat hierin, dat men het op het water drijvende kankoeng gewas omkeert, zoodat de wortels eene aaneengesloten massa vormen, welke dan met eene dunne laag aarde wordt bedekt, waarop padikorrels worden uitgezaaid.

De aldus aangelegde kweekbeddingen rijzen of dalen met het water mede en zijn zoodoende, zoowel voor overstroomingen als voor watergebrek behoed.

Zoodra het water op de velden tot minder dan een voet is gezakt, vangt de veldarbeid aan, maar inmiddels is het voor vele dessa's reeds Juli of Augustus geworden, en, was vroeger het water de groote vijand van den landbouwer, thans in het hartje van den Oostmoesson dreigt eene nieuwe ramp zijn bestaan te vernietigen, namelijk watergebrek.

Hierboven werd reeds gewezen op de bestaande hulpmiddelen, welke aan dat gevaar tegemoet moeten komen, als ook op de algeheele ontoereikendheid dier middelen. Tot eene juiste beoordeeling van de mate van arbeid voor de padicultuur van die streek vereischt, had daarbij nog met een enkel woord vermeld behooren te worden, dat zoowel het water, hetwelk uit de wadoeks daarheen wordt geleid, als het in de leidingen door middel van dammen opgehouden vloedwater uit de Solo-rivier, uit die leidingen op de velden wordt gebracht door middel van scheppers van gevlochten bamboe, waarvoor meer dan 200 uren arbeids per bouw noodig zijn.

Eene cultuurwijze, welke wel eens wordt toegepast in jaren, waarin de daling van het water buitengewoon laat plaats vindt en daardoor de voor de beplanting met tweede gewassen bestemde tegalgronden welke, zooals hierboven is aangeteekend, met hoog opgewerkte beddingen zijn aangelegd, dus weinig of geen vooruitzicht op een' oogst beloven, bestaat hierin, dat men deze beddingen ook met padi beplant.

Het zal wel geen betoog behoeven, dat een zoodanige aanplant slechts dan kan slagen, wanneer gedurende den tijd dat het rijstgewas water behoeft, de kruin dier beddingen beneden den waterspiegel blijft.

Aldus met groote vlijt en volharding en ten koste van ontzaggelijken arbeid bewerkt en beplant, moet het voor de bevolking eene harde teleurstelling wezen, wanneer hare padivelden dan nog niet slagen en dit gebeurt maar al te dikwijls wegens gebrek aan irrigatiewater, getuige de belangrijke afschrijvingen van landrente wegens misgewas, welke jaarlijks voor de Bengawandjero velden moeten worden verleend.

Gedurende de jaren 1882—1886 bedroegen die gemiddeld 's jaars voor Grissee 20 %, voor Sidajoe 28 % en voor Lamongan 34 % of in het geheel *f* 134.485.

Aannemende nu, dat die landrente een tiende gedeelte der waarde van het verloren gegane product vertegenwoordigt, zoo zou dus in die 5 jaren de bevolking, ten gevolge van misgewas alleen eene schade van ruim een millioen gulden hebben geleden, of gemiddeld ongeveer twee ton gouds 's jaars, ongerekend de duizenden en duizenden uren vergeefschen arbeid en de onkosten aan plantloon, grondhuur als anderszins weggeworpen.

Hoe geheel anders zou die toestand kunnen zijn!

Niet ver van de hoofdplaats Soerabaja gelegen, in het bezit van eenen bodem, waarop sedert onheugelijke tijden jaarlijks eene beduidende hoeveelheid slib, zoowel uit de Solo-rivier als van het gebergte van Lamongan zich heeft neergezet en daarom tot de vruchtbaarste mag gerekend worden, rijker dan menige streek aan geschikte water- en landwegen voor het transport van producten, zou de Bengawandjero streek eene voor Java ongeëvenaarde welvaart kunnen genieten, wanneer slechts de daaraan in den weg staande hinderpalen werden weggenomen.

De Resident van Soerabaja,
(w. g.) VAN DER WIJCK.

Tot zooverre de beschrijving van een belangrijk deel der Solovallei door met den toestand daarvan ten volle bekende personen.

Hoe die toestand thans is, moge blijken uit de rapporten daarover uit te brengen door de residenten der betrokken gewesten.

Mogelijkheid om in den bestaanden toestand verbetering te brengen.

Reeds tal van jaren geleden werden plannen gemaakt om in den ongunstigen toestand, waarin de bevolking der Solo-vallei verkeerde, verbetering aan te brengen, alle bestaande in voorstellen tot het aanleggen van kanalen, welke het nutteloos naar zee stroomende water der Solo-rivier op de van levend water verstoken velden zouden brengen.

Reeds den 9 Maart 1852 werd door den Ingenieur der 1e klasse A. A. W. Ledeboer ingediend een schetsontwerp voor den aanleg van irrigatie kanalen uit de Solo-rivier.

Het is dit plan, waarnaar de Regenten van Sidajoe, Grissee en Lamongan verwijzen in het hierboven aangehaald schrijven.

Vijf en twintig jaar lang geschiedde niets.

In 1877 kreeg de Ingenieur der 1e klasse J. Dijkstra, aan wiens tevens was opgedragen het doen van onderzoekingen naar den toestand, waarin de vaarwaters naar Soerabaja verkeerden, den last om de oude plannen van Ledeboer te onderzoeken en uit te werken, geheel of gedeeltelijk in verband met die werken, welke noodig zouden zijn ten behoeve van bovenbedoelde vaarwaters.

Nadat de Ingenieur Dijkstra was overgegaan bij den dienst der Staatsspoorwegen op Java, verviel de hem geworden opdracht aan steller dezes en werd een voorontwerp tot bevloeiing der Solo-rivier tot eene uitgestrektheid van ± 120,000 bouws door hem ingediend op den 31 October 1881.

Inmiddels was in onderzoek de mogelijkheid om de buiten de bovenbedoelde 120,000 bouws gelegen gronden der Solo-vallei te bevloeien uit verschillende daar doorheen stroomende affluenten der Solo-rivier.

Nadat in October 1881 het te voren genoemd voorontwerp was ingediend, werd voortgegaan met de detail opname van de volgens dat ontwerp bevloeibare gronden. Het voorontwerp werd inmiddels bij de Indische Regeering onderzocht en, tengevolge van dat onderzoek, bij Gouvernements besluit dd. 8 April 1885 de last gegeven om de opnemingen van de irrigatie der Solovallei te staken.

Nadat zooveel mogelijk was getracht om de verkregen resultaten en cijfers duurzaam te maken, werden derhalve daarop alle opnemingen gestaakt en de daarop betrekking hebbende bescheiden gedeponeerd.

Ruim 4 jaar later werd bij Gouvernements besluit dd. 11 September 1889 No. 7 gelast de gestaakte opnemingen opnieuw op te vatten en daarvoor aangewezen een personeel à la suite van het corps, bestaande uit 3 ingenieurs en 6 opzichters.

Bij beschikking van den Directeur der Burgerlijke Openbare Werken dd. 7 December 1889 No. 14339 D, werd de ondergeteekende aangewezen om als chef dier opnemingen op te treden.

Het overige personeel werd in den loop van 1890 successievelijk aangewezen en onmiddellijk met de noodige opnemingen begonnen.

Inmiddels was uit de bovenomschreven opnemingen van verschillende affluenten der Solo-rivier gebleken, dat geen dezer rivieren in aanmerking kon komen voor eene bevloeiing van rijstgronden, aangezien zij juist in den tijd dat, wegens gebrek aan regen, die velden het meest behoefte aan water hadden, ook gedurende dagen achtereen geen water afvoerden.

Naar aanleiding hiervan werd bij den aanvang der bij Gouvernements besluit dd. 25 September 1889 No. 7 gelaste opnemingen al dadelijk uitgezien naar de mogelijkheid ook de buiten de door het voorontwerp als bevloeibaar aangemerkte gronden in de Solo-vallei daarbij te bevloeien.

Stand der verrichte opnemingen en omschrijving der uittevoeren werken.

Thans zijn de opnemingen zoover gevorderd, dat het volgende vaststaat:

De gunstigste plaats voor eene prise d'eau van een uit de Solo-rivier te beginnen irrigatie-kanaal is die, waar die rivier het kalkgebergte verlaat, en de eigenlijke Solo-vallei binnentreedt.

Wanneer daar in de Solo-rivier wordt gebouwd een vaste stuwdam, welke het water opstuwt tot ongeveer 8 meter boven den gewonen laagwaterstand tijdens den Oostmoesson, dan zullen de door die opstuwing veroorzaakte hoogere standen in de Solorivier bovenstrooms van de stuw in het bergachtige, genoegzaam geheel onbewoonde terrein weinig of geene schade veroorzaken, iets wat overal elders, meer benedenwaarts stuwende, wèl het geval zou zijn.

Eene beweegbare stuw te bouwen in eene rivier, waarvan gedurende tal van maanden geen droppel water onbenut mag blijven, doch welke bij hoogwater tot 2900 M^3 per secunde water afvoert, verdient geene aanbeveling, als zijnde daaraan vele, zoo niet onoverkomelijke, dan toch zeer groote technische bezwaren verbonden.

Een kanaal, water ontleenende aan de op boven omschreven plaats opgestuwde Solo-rivier, kan levend water brengen op de

velden, gelegen in de afdeelingen Bodjonegoro, Toeban, Sidajoe, Lamongan, Grissee en Soerabaja, aangegeven op de bijgevoegde schetskaart op 1:250000 met rood getint en mitsdien de geheele Solo-vallei bevlociende, zelfs het water brengen in de eveneens geheel van water ontbloote vallei der kali Tangie en op de velden langs den linkeroever der Soerabaja rivier tot dicht bij de hoofdplaats Soerabaja.

De uitgestrektheid der alzoo bevloeibaar geworden velden is te stellen op ruim 223000 bouws, waarvan in de Residentie Rembang gelegen zijn 71600 bouws en in de Residentie Soerabaja ruim 151800 bouws.

Deze uitgestrektheden zijn bepaald, nadat uit de verrichte waterpassingen de grenzen der mogelijke bevloeiing waren gebleken, en door opmeting op de detailbladen der topographische kaarten, nadat door nieuw plaats gehad hebbende triangulatien gebleken was, dat deze kaarten nauwkeurig waren.

Dessa's, wegen en rivieren zijn uit den aard der zaak niet in de berekening opgenomen.

Uit de een tiental jaren geleden verrichte waterpassingen over het beneden Bodjonegoro gelegen deel der Solo-vallei in verband met de thans gedane blijkt, dat overal op de Solo-rivier eene opstuwing van ongeveer 8 meter boven laagwater, overeenkomende met 1,60 à 1,70 Meter beneden den hoogst bekenden waterstand, de meest rationeele is om de velden der Solo-vallei te bevloeien, omdat dan de grootste uitgestrektheid met de minste kosten geirrigeerd kan worden.

Men kan aannemen, dat voor de bovengenoemde 223000 bouws bevloeibare velden noodig is een debiet van ± 223 M³ per seconde (rekenende alzoo op 1 Liter water per seconde per bouw). De sedert tal van jaren op de Solo-rivier verrichte waarnemingen toonen aan, dat gedurende den Westmoesson over dit debiet kan worden beschikt. Niet rekenende op den regenval zal dus voldoende water beschikbaar zijn tot algeheele bevloeiing der Solo-vallei.

Het minimum debiet der Solo-rivier gedurende eenige maanden van den Oostmoesson is ongeveer 20 M³ per seconde (op zich zelve alzoo voldoende om water te geven voor den aanplant van 120 suikerfabrieken, elk voor 500 bouws riet) en alleszins voldoende voor de cultuur van tweede gewassen, als djagoeng, katjang en tabak, waarvoor vooral blijkens de ondervinding verkregen in de irrigatieafdeeling kali Kening slechts eene uiterst geringe hoeveelheid water benoodigd is.

De aanleg van irrigatie kanalen zal ook in den Oostmoesson de bevolking van drinkwater, waaraan thans dikwijls behoefte bestaat, voorzien.

De wijze waarop het water in de hoofdleiding over het terrein moet worden gevoerd is met roode lijnen aangegeven op de bijgevoegde kaarten. Deze roode lijnen, kanalen voorstellende, zijn daarop kunnen worden aangegeven naar aanleiding van de resultaten met de terrein waterpassingen verkregen.

Deze kanalen zullen zijn:

1e. Een algemeen hoofdkanaal, beginnende bij de plaats van opstuwing en onverdeeld doorloopende tot aan het punt A.

2e. Daar verdeelt zich het hoofdkanaal in 2 armen, waarvan eene de Solo-rivier passeert ter bevloeiing van de langs den linkeroever dier rivier gelegen velden en de andere bezuiden de Solo-rivier blijft.

3e. Het de Solo-rivier gepasseerde kanaal verdeelt zich bij B (Rengel) weder in 2 armen, die de in de afdeeling Toeban en een gedeelte der afdeeling Soerabaja gelegen bevloeibare velden omvatten en bewateren.

3e. Beide kanalen loopen door tot ongeveer bij de districtshoofdplaats Wringinanom.

4e. De rechterarm van het hoofdkanaal (zie 2e.) loopt onverdeeld door tot aan C en verdeelt zich daar weder in 2 armen, waarvan de Noordelijkste loopt langs den rechteroever der Solo-rivier en de Zuidelijkste langs den voet der heuvels.

5e. Bij de districtshoofdplaats Wringinanom komt uit den sub 4 beschreven Noordelijken arm weder een nieuwen arm, die de Solo-rivier passeert, tot bevloeiing dient van den langs den linkeroever der rivier gelegen bevloeibare velden van de afdeeling Sidajoe en tot aan de hoofdplaats Sidajoe wordt doorgevoerd.

6e. Het sub 5e. beschreven kanaal heeft bij D weder eene kleine arm tot bevloeiing der gronden rondom Boengah.

7e. De sub 4e. beschreven Zuidelijke arm loopt door tot bij E en verdeelt zich daar weder in 2 deelen, zooals op de kaart is aangegeven, waarvan één arm tot in de kotta Grissee.

8e. Het sub 4e. beschreven Noordelijk kanaal en het sub 7e. beschrevene, loopende naar de kotta Grissee, hebben te zamen nog 4 afleidingen langs de daarbij gelegen hoogere gronden. Uit al deze hoofdkanalen komen op de daartoe door het terrein aangegeven plaatsen de secondaire leidingen.

Tot verbetering der afwatering van de Solo-vallei moeten verschillende werken worden uitgevoerd. Die in de afdeeling Bodjonegoro zullen moeten bestaan in het herstellen van den door de bevolking sedert tal van jaren gealtereerden afvoer langs de affluenten der Solo-rivier.

Tot het van water ontlasten der Solo-vallei aan den rechteroever der rivier (de Bengawandjero maakt daarvan het laagst gelegen deel uit) zal een rationeel, tevens radicaal middel moeten worden toegepast, dat is, de Solo-rivier zal uit die streek moeten worden weggenomen.

Daarmede komt een der voornaamste, zoo niet de eenige, oorzaak der onheilvolle overstroomingen te vervallen en zal de Bengawandjero haar overtollig water op zee kunnen loozen.

Ten einde de Solo-rivier uit de Bengawandjero te houden, zullen de heuvels van het Noordelijk kalkgebergte moeten worden doorgegraven en mitsdien de monding der Solo-rivier naar de Java-zee worden gebracht. De plaats waar die doorgraving moet geschieden wordt van zelf bepaald door den zoo kort mogelijken afstand der rivier van de Java-zee, in verband met de hoogte en breedte der door te graven heuvelkling en wordt gevonden ter plaatse, op bijgevoegde schetskaart met eene dubbele blauwe stippellijn aangegeven, naar de aan de Java-zee gelegen dessa Sidajoe lawas.

Met deze omlegging van de geheele beneden Solo-rivier wordt tevens nog een ander, niet minder belangrijk doel bereikt.

Vele technici toch beschouwen de tot stand gekomen verlegging van de monding der Solo-rivier in de richting Oedjong-Pangka wel als een door den drang der omstandigheden noodig geworden tijdelijk hulpmiddel tot behoud van het vaarwater in het Westgat van Soerabaja, doch geenszins als een afdoend middel ten einde dat behoud te verzekeren. Zij blijven eene verwijdering van de Solo-monding tot op grooteren afstand van den ingang van het Westervaarwater noodig achten.

Met de bovenomschreven doorgraving der heuvels in de richting Sidajoe lawas nu wordt dat doel tevens geheel op afdoende wijze bereikt en de nieuwe Solo-monding op ± 50 kilometers hemelsbreedte van den ingang van het Westervaarwater gebracht.

Is deze doorgraving tot stand gekomen dan kunnen de rechteroever-landen der beneden Solo-rivier, in casu de Bengawan-

djero, afwateren op de afgesloten Solo-rivier en zullen hunne natuurlijke afvoerleidingen, sedert tal van jaren in wanorde gebracht door de in den droogen tijd zelfs naar drinkwater smachtende bevolking, slechts hersteld en hier en daar verbeterd behoeven te worden.

De langs den linkeroever der Solo-rivier gelegen landen in de afdeeling Toeban en in een deel der afdeeling Sidajoe, ten Westen van de bovenomschreven doorgraving der heuvels in de richting Sidajoe lawas, liggen hoog genoeg om in den Oostmoesson geheel op de Solo-rivier af te wateren en zullen in den Westmoesson hun water kunnen loozen onder de doorgraving door op de oude, dan afgesloten, Solo-rivier, d.i. op zee.

De ten Oosten der doorgraving gelegen landen aan den linkeroever wateren dan ook van zelve op de Solo-rivier af.

Hierbij wordt aangeteekend, dat het hierboven sub 5e beschreven kanaal gevoerd kan worden over den bij Wringin anom te leggen dam in de oude Solo-rivier.

Een gevolg van de opstuwing der Solo-rivier aan het Westelijk einde der Solo-vallei en van de afsluiting der beneden Solo-rivier bij de bovenomschreven doorgraving, zal zijn het belemmeren van de scheepvaart op die rivier, welke scheepvaart, althans tot aan de grens der residentiën Rembang en Soerabaja hoogst belangrijk is.

In dit euvel is echter zeer gemakkelijk te voorzien en wel door de hierboven, sub 1e en 4e, en den bij C beginnenden Noordelijken arm tot aan Wringinanom geschikt te maken voor scheepvaart en met schutsluizen te verbinden met de Solo-rivier boven de stuw en beneden de afsluiting. De beide kanalen zullen zoowel capaciteit moeten hebben voor de bevloeiing, dat de scheepvaart daarop steeds zal kunnen geschieden en men heeft alzoo slechts de weinige in die kanalen te bouwen kunstwerken als schutsluizen in te richten om het beoogde doel geheel te bereiken.

Aangezien in den Oostmoesson de scheepvaart op de Solo-rivier boven Babat door de lage waterstanden groote moeielijkheden ondervindt, zoo wordt door het zooeven omschreven middel de scheepvaart-gelegenheid niet alleen hersteld, maar zelfs belangrijk verbeterd.

Wat betreft de verdere details der noodig geachte werken, zoo veroorloof ik mij te verwijzen naar de daarop betrekking hebbende detailontwerpen.

Vermoedelijke kosten der boven omschreven werken.

De kosten, verbonden aan de aldus in algemeenen zin beschreven werken, kunnen globaal gesteld worden op 18 millioen, zijnde ruim *f* 80 per bouw bevloeid terrein.

Dit cijfer, hoewel globaal genoemd, mag toch als betrekkelijk nauwkeurig worden aangenomen. Immers uit de gedetailleerde raming, gevoegd bij het in October 1881 ingediende ontwerp voor eene gedeeltelijke bevloeiing der Solo-vallei, bleek, dat de enkele bevloeiing van 120,000 bouws zou kosten ± *f* 60 per bouw, echter zonder verbetering der afwatering.

De in de afdeeling Toeban uitgevoerde irrigatiewerken in de vlakte der kali Kening hebben gekost *f* 86 per bouw voor de bevloeiing en verbetering der afwatering.

Aangezien de uitgestrektheid der daarmede bevloeide velden slechts was even 3800 bouws en tot verbetering der afwatering ook dus eene zijrivier der kali Kening geheel moest worden verlegd, terwijl het als een algemeene regel mag worden aangenomen, dat bij bevloeiing en verbetering der afwatering van groote uitgestrektheden de kosten per bouw steeds geringer zijn dan bij kleinere uitgestrektheden (de Solo-vallei is ruim 58 maal zoo groot als de vlakte der kali Kening), zoo mag het bovengenoemde cijfer van ruim *f* 80 per bouw als nauwkeurig worden aangemerkt en behoeft niet globaal te worden genoemd.

De stand der opnemingen is thans zoodanig, dat, behalve hetgeen hierboven reeds is medegedeeld als daarmede reeds verkregen, over eenige maanden gereed zullen zijn een detail ontwerp voor de doorgraving der heuvels in de richting Sidajoe Lawas en een detailontwerp voor den aanleg van de stuw in de rivier en der inlaatsluis voor het bevloeiingskanaal daarbij met dat kanaal over de eerste kilometers.

Deze werken, uit den aard der zaak den meesten tijd vorderende voor hunne uitvoering, zullen dan ook het eerst aangevangen moeten worden, wil men de zekerheid hebben, dat het geheele werk zoo spoedig mogelijk voltooid zij.

De hiervoor geraamde cijfers zullen zijn ongeveer 6½ millioen gulden, waarbij op de meest ongunstige gevallen, wat betreft de prijzen van materieel en materialen, is gerekend.

Daarvan kunnen in het eerste jaar van uitvoering, mits dat een vol jaar is, ongeveer 3 millioen besteed worden, in hoofdzaak voor de aanschaffing van het daarvoor benoodigde materieel.

Bodjonegoro, 16 Mei 1891.

De chef der werken en opnemingen
aan de Solo-rivier,

J. L. Pierson.

Bijlage E.

Aan
R. Turnicki Esqre.
Directeur van Openbare Werken
te Tokio.

RAPPORT omtrent een nieuw ontwerp tot het voorkomen van verwoestingen door overstrooming langs de Yodogawa in Kiotofu en Osakafu.

Voorloopig ontwerp.

Bij mijn schrijven van 18 April 1887 diende ik een ontwerp in om de haven van Temposan en den afvoer van hoog water langs de beneden Yodogawa te verbeteren. Dat was uit den aard der zaak een ontwerp ter verbetering zoowel van de haven als van de rivier.

Het hoofddoel van de *rivier verbetering* was:

1°. Om het water van de Yodogawa bij hooge standen van de stad Osaka en van den kant van de haven van Temposan af te houden.

2°. Om de maximum hoeveelheid water, die langs de hoofdrivier stroomt, veilig van daar naar zee te leiden.

Het gevolg van deze rivierverbetering zou geweest zijn:

1°. Dat de mond van de Ajigawa (de haven van Temposan) verbeterd zou kunnen worden, zooals in het hierboven genoemd havenplan was voorgesteld.

2°. Dat het uitdiepen van de stads-kanalen met goed gevolg kon plaats hebben.

Dit alles is onmogelijk, zoolang de rivier, die bij hooge waterstanden groote hoeveelheden zand medevoert, den ouden weg naar zee toe volgt (1).

3°. Dat het water van de Yodogawa niet langer in de Neagawa zou oploopen en de waterloozing langs dezen stroom zeer verbeterd zou worden.

4°. Dat zulke belangrijke overstroomingen langs de beneden Yodogawa (van Hirakata af stroomafwaarts), zooals in Juli 1885 plaats hadden, niet meer zouden voorkomen.

5°. Dat de rampen, veroorzaakt door overstroomingen langs de hoofdrivier boven Hirakata en zelfs hooger op in Kioto fu, zeer verminderd zouden worden, zoodra de hoeveelheid water, door het vermogen van de hoofdrivier bepaald, meer geleidelijk en langs den kortsten weg naar zee kon afstroomen.

Hierop komt in korte trekken het ontwerp neer, dat ik, drie jaar geleden, voor de verbetering van de Yodogawa bij hoogwater, opmaakte, maar om verschillende redenen werd met de uitvoering daarvan niet begonnen.

Waarschijnlijke aanmerkingen op het voorloopig ontwerp.

Voor zoover ik kon nagaan werd het ontwerp van 1887 over het algemeen bij de bevolking van Osaka fu als niet aannemelijk beschouwd.

Zonder twijfel gevoelt wel ieder de groote en dringende noodzakelijkheid om een ruimen afvoerweg aan het hoogwater te verschaffen, maar er zijn slechts weinige personen, die onmiddelijk belang bij de zaak hebben.

Hetzelfde doet zich voor bij de havenverbetering. Er is mij geen stad op de wereld bekend, die met zooveel scheepvaart toch tevens zoo slecht voorzien is van haveninrichtingen als Osaka.

De landelijke bevolking en grondeigenaren, die bevrijd zouden worden van de gevaren, waar zij nu bij hoogwater aan blootstaan, zouden zeker bereid gevonden worden tot de kosten eener rivierverbetering bij te dragen, wat echter niet te verwachten is van de bevolking, die van de Yodogawa afwoont. De geheele landelijke bevolking schijnt het gemis aan haveninrichtingen niet sterk te gevoelen, ten minste niet in die mate om tot verbeteringen bij te dragen. Van de bevolking van de stad Osaka zouden er waarschijnlijk velen onder de kooplieden zijn, die zouden bijdragen, indien namelijk de havenwerken afgescheiden en onafhankelijk van de rivierwerken konden worden uitgevoerd.

Een en ander vormen de finantieele bezwaren tegen een gekombineerd ontwerp voor rivier- en havenverbetering als werd voorgesteld.

Eenige andere aanmerkingen van plaatselijken aard zijn de volgenden:

dat door den toevoer van stroomend water uit de hoofdrivier en uit de Nagatsagawa naar Temposan (1) af te sluiten, de boeren beneden de stad en de fabrieken te en boven Demlo benadeeld zouden worden.

dat door het maken van een nieuwen afvoerweg voor hoogwater de scheepvaart van de stad door de delta niet meer plaats zou kunnen hebben en het vervoer van meststof zeer bemoeilijkt zou worden (2).

Een ander bezwaar, het belangrijkste van allen, betreft het vermogen van de nieuwe rivier, die het hoogwater moet afvoeren.

De voorgestelde nieuwe afvoerwegen voor het hoogwater beneden Eguchi zouden een totaal vermogen verkrijgen van 140,000 kubieke voeten per secunde (3970 M^3), terwijl door de ambtenaren van Osaka fu was waargenomen, dat de hoeveelheid water door de Yodogawa tijdens den buitengewonen hoogwaterstand van verleden jaar Augustus afgevoerd, aanmerkelijk meer bedroeg.

Op pag. 51 van mijn voorloopig rapport dd. 18 April 1887 werd aangeteekend:

„In het riviervak beneden Sada, dat min of meer regel-
„matig is, berekende ik het afvoervermogen van de hoofd-
„rivier bij een waterstand, zooals die van Juli 1884 op
„140,000 kub. voet per sec. (3970 M^3)."

Deze hoeveelheid beschouwde ik als de *maximum* afvoer langs de *hoofdrivier* van Hashemoto tot het begin van de delta (Eguchi).

Zelfs dit overtreft het vermogen van de hoofdrivier, tenzij de grootste vernauwingen, zooals het nauwe vaarwater bij Osaka, verruimd worden op de wijze, als in het gedrukte ontwerp is aangegeven.

De ambtenaren van Osaka fu hadden gelijk met te beweren, dat de maximum afvoer van de Yodogawa grooter is dan boven is opgegeven. Dit was mij echter zeer goed bekend, want op pag. 53 van het zelfde rapport staat:

„De maximum hoeveelheid per secunde gelijktijdig afge-
„voerd door de drie voornaamste zijrivieren in Kiotofu
„bedraagt zeker meer, maar door zorgvuldig de plaatsen
„nategaan, waar het water veilig een wijl opgestuwd kan
„worden, zooals in de oude bedding van de Oika, acht ik
„het voldoende de rivier van af Hashimoto tot aan zee een
„vermogen te geven om 140,000 kub. voet p. s. (3970 M^3)
„af te kunnen voeren."

Voor deze hoeveelheid vereischte de hoofdrivier tusschen Eguchi en Nagara slechts verbeteringen en de bocht van Moriguchi en een kleine verruiming van het profil te Samba; langs de Kansahigawa kan het grootste deel van de bestaande rivier gevolgd worden.

Om in een afvoer te voorzien grooter dan 140,000 kub. p. s. (3970 M^3) kon een coupure van de Moriguchi bocht niet vermeden worden, daarenboven zouden meer uitgebreide werken benedenwaarts van deze bocht noodig zijn en de hoofdrivier zou van Eguchi af tot Hashemoto op verscheidene plaatsen groote verbeteringen vereischen. Dit alles beschouwde ik finantieel onmogelijk, toen ik het ontwerp-rapport 3 jaren geleden opmaakte.

Dit was de reden, waarom ik mij bepaalde bij het voorgestelde rivierontwerp, waarin bij belangrijken toevoer van water gerekend werd op het ophouden van groote massa's water in de lage vlakten en moerassen van Kioto fu.

Daarenboven moet hier in herinnering gebracht worden, dat

(1) Hierboven werd reeds opgemerkt, dat Osaka zoodanig aan de delta van de Yodogawa gelegen is, dat havenverbeteringen voldoende voor haar tegenwoordigen en toekomstigen handel niet ondernomen kunnen worden, zonder de verbinding met de rivier te veranderen. Door alleen één van de riviermonden te normaliseeren en uit te diepen, zou de toename der diepte gering en niet duurzaam zijn. De groote hoeveelheid zand, bij wassende rivier door den stroom medegevoerd, zou de nieuwe haven doen verzanden, evenals nu met de bestaande waterwegen plaats heeft. Binnen weinige jaren zou zich een nieuwe baar vóór de aangelegde werken vormen. Een verbeterde of diepere haven in open gemeenschap met de Yodogawa gelaten, zou een grooter hoeveelheid van het met zand bezwangerde hoogwater tot zich trekken, dan nu voorbij Temposan stroomt.

(1) Zonder deze afsluiting zou het volslagen nutteloos zijn de Ajigawa te normaliseeren en te verdiepen.

(2) Hierin kan voorzien worden door den aanleg van zijkanalen met weinig kostbare houten sluizen.

het ontwerp van April 1887 alleen voor Osaka fu was opgemaakt, en dat de uitvoering daarvan zonder eenig nadeel voor Kioto fu kon plaats hebben; integendeel, wanneer de afvoer beneden Eguchi vermeerderd zou zijn van 112,500 tot op 140,000 kub. v. p. s. (van 3170 op 3970 M^3), en de hoofdrivier stroomopwaarts tot Hashimoto opdat vermogen verbeterd, zou het opgestuwde hoogwater in de nabijheid van Yodo spoediger wegstroomen, dan in de tegenwoordige omstandigheden plaats vindt.

Het kan echter niet ontkend worden, dat deze laatste tegenwerping van Osaka fu zeer gegrond is, en ik geef ten volle toe, dat het veel beter zou zijn voor Osaka fu en Kioto fu beiden, de Yodogawa, met het oog op den afvoer van hoogwater, over een grooter lengte te verbeteren, dan in het voorloopig ontwerp werd voorgesteld.

Het Osaka havenvraagstuk afgescheiden beschouwd van het riviervraagstuk.

Den 5 Maart verzocht de Gouverneur van Osaka fu mij bij zich te komen en vraagde mij, na mij de groote moeilijkheden te hebben blootgelegd, die verbonden zijn aan het verkrijgen van de middelen voor de uitvoering der voorgestelde verbetering van de Osaka haven en der rivier tegelijkertijd, of het niet mogelijk zou zijn de vraagstukken onafhankelijk van elkander te behandelen.

De stad Osaka, zoo deelde hij mij mede, gevoelt op het oogenblik in hooge mate het gemis eener bruikbare haven en zou gaarne een ontwerp tot verbetering daarvan in overweging nemen, onder voorwaarde, dat er geen belangrijke rivierwerken aan verbonden zouden zijn.

Mijn antwoord luidde, dat ik een op zich zelf staand havenontwerp niet onmogelijk achtte, maar dat het veel kostbaarder en geheel verschillend zou zijn van dat van April 1887, hetwelk (voor zoover het havenvraagstuk betrof) alleen ten doel had den mond van de Ajikawa te normaliseeren en een dok daarbinnen te graven.

Ik wees er hierboven op en herhaal nogmaals, dat:

"Een verbeterde of diepere haven en open gemeenschap "met de Yodogawa een grooter hoeveelheid van het met "zand bezwangerde hoogwater tot zich zou trekken, dan nu "voorbij Temposan stroomt."

In het voorloopig ontwerp werd de Yodogawa afgeleid van de haven van Temposan en het was geheel onmogelijk dit te doen zonder een anderen weg voor deze rivier te maken; dien tengevolge was het noodig het riviervraagstuk in het zelfde plan op te nemen.

Een andere oplossing, die ik mogelijk acht (1) zou zijn om een geheel nieuwe haven buiten Temposan aanteleggen met de monding zoo diep in zee (tot op een diepte van 4 vadem — 7,5 M^r — of zelfs meer) en zóó gelegen, dat het zand door de Yodogawa afgevoerd, die niet zou bereiken en dat de lichtere bestanddeelen (slib), bij hoogwater zoover mede gevoerd, door de getijstroomen langs de kust verhinderd zouden worden om zich bij of naast den mond neer te zetten.

Van dit beginsel uitgaande maakte ik voor Osaka fu een schetsontwerp op (dd. 10 Maart 1890) waarvan een afschrift aan dit rapport is toegevoegd.

Om zulk een havenplan behoorlijk te kunnen uitwerken zouden nieuwe opmetingen noodig zijn.

(1) Om daarvan geheel zeker te zijn, moeten echter eenige nieuwe opmetingen gedaan worden.

Voor het oogenblik is het voldoende te hebben aangetoond, dat het mogelijk is, het havenvraagstuk afzonderlijk te behandelen en omgekeerd het riviervraagstuk zonder de havenverbetering.

De rivier, die het eerst behandeld moet worden.

Zoodra het bovenstaande, namelijk, dat het mogelijk was met de uitvoering van de havenverbetering, wanneer ook, afzonderlijk te beginnen, in Osaka bekend was, kreeg ik een opdracht van het Bureau van Binnenlandsche zaken om mij naar de Yodogawa te begeven, en deze rivier opnieuw te bestudeeren en aan de plaatselijke ambtenaren aanwijzigingen te geven tot het doen der vereischte opnamen voor een ontwerp ter voorkoming der zoo gevreesde overstroomingen, waardoor de vlakten van Osaka fu en Kioto fu iederen regenmoesson geteisterd worden.

Hieraan werd door mij in verloopen maand Mei gevolg gegeven.

De groote verwoesting langs de Yodogawa, na de stortregens van Augustus verleden jaar, heeft opnieuw bewezen aan welke gevaren een uitgebreide bevolking voortdurend is blootgesteld en hoe die ieder jaar zullen toenemen.

Bij die gelegenheid was de verwoesting het grootst in Kioto fu; door een reeks doorbraken op verschillende plaatsen in de dijken werden al de lage vlakten beneden Kioto overstroomd en groote hoeveelheden water, door de Katsuragawa afgevoerd, liepen de Ujigawa op en in de moerassen boven Yodo tot bijna aan den voet van het Aji gebergte.

Deze overstrooming duurde verscheidene dagen, vernielde belangrijke oogsten en verwoestte menig veld door de massa's zand en steenen, die er langs de dijkbreuken opgeworpen werden.

Het moet de bevolking van Osaka en die van de vlakten boven de stad duidelijk gebleken zijn, dat het gevaar, hetwelk haar in Augustus verleden jaar bedreigde, inderdaad zeer groot was, te meer daar de Yodogawa dijken in het geheel niet sterk zijn en voor het grootste deel uit een zandige grondsoort bestaan en dus bij hoogen waterstand in de rivier sterk doorkwellen. Maar zeer gelukkig voor de bevolking van Osaka fu waren de dijken in Kioto fu nog slechter en zwakker en alleen daaraan is het toe te schrijven, dat zij, hoewel ternauwernood, aan het zelfde of misschien aan een nog grooter onheil ontsnapte, als dat in 1885 ondervonden.

In mijn voorloopig rapport is het volgende medegedeeld omtrent de overstrooming van 1885:

Pag. 45. "De ontzaglijke verwoesting door deze overstrooming "van 1885 veroorzaakt, moet, zooals geloofd wordt, "minder toegeschreven worden aan buitengewone re- "gens, dan wel aan het doorbreken der dijken op een "plaats juist boven de groote vlakte van Kawachi."

Pag. 48. "Men beweert, dat zulk een groote overstrooming in "Osaka in geen honderd jaar is voorgekomen. Zoo "iets kan, de treurige gevolgen in aanmerking genomen, "mogelijk zijn.

"Ik vernam ook uit overleveringen, dat zulke buiten- "gewone zware regens tijdens het tegenwoordig le- "vende geslacht niet zijn voorgekomen; naar aanleiding "hiervan stelt de bevolking zich zelve, zooals ik vrees, "gerust met de gedachte, dat zulke gevaren niet te "duchten zijn vóór de volgende eeuw, te meer daar "de dijken aan beide zijden van de rivier sedert ver- "hoogd en versterkt zijn geworden."

Hoe dit versterken van dijken door Osaka fu heeft plaats gehad is op pagina 120 medegedeeld:

„Het maken van nieuwe dijken of het verhoogen van „oude, zooals ik het op verscheidene plaatsen heb „gezien, o. a. verleden jaar, boven en beneden Hi- „rakarta (dit was na de overstrooming), eenvoudig „door het ruw opwerken van een hoop aarde, is niet „alleen gewaagd (1), maar door de daaropvolgende „inklinking wordt het onderhoud later altijd kostbaar."

Pag. 49. „De regenval van 1885 was niet zoo buitengewoon „groot (zooals uit de archieven blijkt); de gevaren bij „hoog waterstanden van de Yodogawa zijn in de latere „jaren zeer toegenomen, niet alleen tengevolge van „het verminderen der opstuwing van hoogwater in „Kioto fu (pag. 39 en 40), maar nog meer door het „belemmeren van den afvoer door de benedentakken, „zooals in mijn waarschuwingsbrief, aan het Bureau „van Openbare Werken, geschreven vóór de over- „strooming van 1885, nader werd aangetoond. De- „zelfde rampen kunnen bij zware regens op ieder „tijdstip nog eens plaats hebben."

De zeer gevaarlijke overstrooming van verleden jaar had slechts twee jaar en vier maanden plaats, nadat het bovenstaande aan het Bureau van Binnenlandsche zaken geschreven was.

Niemand kan, wanneer niets gedaan wordt, vooruitzeggen, wat in de toekomst gebeuren zal; reeds de eerste de beste typhoon kan soortgelijke onheilen veroorzaken.

Het bovenstaande moge voldoende zijn om aan te toonen, in welke mate de gevaren bij hoogwaterstanden van de Yodogawa zijn toegenomen en ik ben het volkomen eens met hen, die de normaliseering van de rivier zelfs meer noodig achten dan het maken van een haven van Temposan.

Dat de autoriteiten van de beide Fu's dezelfde meening zijn toegedaan en zij zich volkomen bewust zijn van het ernstige van de zaak, blijkt duidelijk uit het feit, dat zij reeds eenigen tijd geleden bij de respektievelijke Fu-besturen de fondsen hebben aangevraagd om de noodige opnamen te kunnen doen voor een nieuw ontwerp, waardoor de geheele rivier beteugeld kan worden.

Vreemd genoeg stemde de „Fukuai" tegen dit voorstel. De reden daarvan lag, zooals ik vermeen, hierin, dat de leden een bevolking vertegenwoordigen, die ver van de rivier afwoont en dus er niet voor te vinden is iets te doen voor de andere bevolking, welke er aan blootstaat door overstroomingen van de Yodogawa alles te verliezen, tenzij zij er op de een of andere wijze door bevoordeeld zou worden.

Vroeg of laat zullen er toch maatregelen genomen moeten worden om het hoogwater gelegenheid te geven naar zee aftevloeien. Het zou zeker te betreuren zijn, indien een andere groote verwoesting noodig is om de bevolking er toe te bewegen handelend op te treden.

Langs de Yodogawa uitgevoerde werken.

Wie niet bekend is met de geschiedenis van de Yodogawa zal zich afvragen, hoe een rivier toch in zulk een bedenkelijken en gevaarlijken toestand kan komen en waarom deze gevaren bij hoogwater steeds kunnen toenemen, niettegenstaande gedurende de laatste twaalf en meer jaren een groot kapitaal aan hare verbetering besteed is.

Het antwoord hierop luidt, dat het ontwerp, dat ik jaren geleden voor het Centraal Bestuur opmaakte en hetwelk nu nagenoeg uitgevoerd is, alleen het normaliseeren van het laag waterbed van de hoofdrivier ten doel had, m. a. w., dat het moest dienen een regelmatig en bevaarbaar vaarwater te vormen in plaats van den toen bestaanden, onregelmatigen en zich voortdurend verleggenden waterweg, die door talrijke ondiepten en zandbanken doorsneden was.

Een zekere som gelds werd jaarlijks voor dit doel door het centraal bestuur toegestaan.

Met het oog op den toenmaligen toestand van de rivier met haar onregelmatige bedding, slechte dijken en de vele van plantengroei ontblootte en afgeschoven berghellingen bij de bronnen, werden bizondere maatregelen getroffen om de oorzaken van belemmerden afvoer weg te nemen; de normaliseering van het laagwaterbed heeft altijd zoodanig plaats gehad, dat waar mogelijk de gevaren bij hoogwaterstanden verminderd werden.

Gewoonlijk zijn de volgende wijzen van verbetering gevolgd geworden:

1°. *Beschermen van ondermijnde oevers.*

Op het tijdstip, dat met de uitvoering begonnen werd, ongeveer 15 jaar geleden, bevond ik, dat de oevers der hooge voorlanden door den stroom op een groot aantal plaatsen werden aangevallen en bezig waren in te storten. Al die gedeelten werden het eerst onder handen genomen; sommige van deze oevers werden dadelijk op duurzame wijze, andere tijdelijk met kleine kribben versterkt overeenkomstig de fondsen, die op dat tijdstip waren toegestaan.

Bizondere voorzorgen werden genomen om deze ondermijnde oevers het eerst te beschermen, omdat ik opmerkte, dat door de aardmassa's, die ten gevolge daarvan in beweging werden gebracht, het bed van de rivier lager op, voornamelijk in de stroomgeulen, sterk verhoogde en aldus den afvoer van het hoogwater bemoeilijkte.

2°. *Herstellen van de ondermijnde rivierdijken.*

Er was bepaald, dat de werken, die van regeeringswege zouden worden uitgevoerd, zich zouden bepalen tot de normaliseering bij laagwater en dat het onderhoud van de dijken, enz., bij de lokale autoriteiten moest blijven berusten. Niettegenstaande dit, zijn op verscheidene plaatsen waar de rivierdijken gevaarlijk werden aangevallen en waarvan sommigen concaaf waren afgeslagen en een groote waterdiepte vlak bij den oever vertoonden, sterke voetingen langs de dijken aangebracht of de stroom daarvan afgewend.

3°. *Afsluiten van zijtakken.*

Het afsluiten of laten verzanden van nuttelooze takken geschiedde gelijkmatig en in verhouding tot de toename van het vermogen van de hoofdrivier.

4°. *Zandaanvulling.*

Het voor het opvullen van de rijswerken vereischte zand werd uit zandbanken in het midden der rivier verkregen.

5°. *Aan de benedenrivier werd niets verricht.*

In de benedenrivieren werden geen kribben of andere dergelijke werken onder mijn leiding aangelegd.

Indertijd uitgenoodigd zijnde het ontwerp voor de normaliseering van de hoofdrivier tot beneden de stad Osaka uit te strekken, was door mij daaraan voldaan geworden (zie mijn rapport dd. 30 October 1876), maar in mijn ontwerp was natuurlijk gerekend op het vereischte baggerwerk om een extra verhooging van het bed ten gevolge van de werken te voorkomen. Dit werd echter te kostbaar gevonden en het ontwerp om die reden nooit uitgevoerd.

(1) Met gras begroeid schijnen zij sterk, maar zijn in werkelijkheid zeer zwak en gevaarlijk voor de bevolking, die er achter woont.

6°. *Verhindering van kunstmatige verhooging van de rivierbedding.*

Alle voorzorgen werden genomen om de eigenaren der buitendijks gelegen landen te beletten struiken of boomen (die altijd als slibvangers optreden) te planten of om iets te doen waardoor de rivierbedding zou kunnen rijzen.

Het is te betreuren, dat deze voorzorgsmaatregelen alleen konden worden toegepast voor zoover de normaliseeringswerken zich uitstrekten; de kunstmatige verhooging van den rivierbodem langs de deltatakken en zijrivieren in Kioto fu heeft, naar ik vrees, steeds blijven voortduren (1).

Om dit te voorkomen en den landbouwers te beletten het kwaad te stichten zijn de gewone wetten onvoldoende en de talrijke bevolking, die achter de dijken woont, schijnt blind te zijn voor de gevaren, waaraan zij op deze wijze wordt blootgesteld.

7°. *Tegengaan van den toevoer van zand uit het gebergte.*

Van den beginne af hield ik vol, dat het normaliseeren van de Yodogawa te vergeefs zou zijn, indien niet tegelijkertijd maatregelen genomen werden om den grooten toevoer van zand uit het gebergte te verminderen. De Regeering stond daarom jaarlijks voor dit doel een zekere som toe om een nieuwen plantengroei op de door regens verwoestte en afgeschoven berghellingen in het leven te roepen.

Voor het aldus in het gebergte besteedde geld werd een nuttig werk verricht. Ter zelfder tijd werden maatregelen genomen om de bevolking te beletten den bestaanden plantengroei uit te roeien. Er moet hier aan herinnerd worden, dat, wanneer met ontginningen werd begonnen, de hoeveelheden zand, die van verschillende zijden werden toegevoerd, snel toenamen.

Het gevolg van deze werken is zonder twijfel geweest, dat de toevoer van zand nu *afneemt*, in stede van *snel toetenemen*.

Dit heeft niet anders dan de overstroomingen kunnen doen verminderen, die anders nog veelvuldiger zouden zijn en meer verwoestingen zouden aanrichten, dan nu het geval is.

Veel valt er nog aan de bronnen van de rivier te verbeteren, voornamelijk dienen preventieve en krachtige maatregelen genomen te worden om de ontwikkeling van den plantengroei op kale gedeelten te bevorderen. Daar waar het gewoonlijk zoo genoemde kommunaal grondbezit bestaat ziet het er het slechtst uit.

Maar maatregelen of voorschriften zijn doorgaans van weinig nut, wanneer er geen personeel is, dat op de nakoming toeziet.

Politie zonder reglementen zou nutteloos zijn, en politievoorschriften zonder een politiemacht dwaasheid. Ik moet daarom weer verwijzen naar „de wachters," waarvan in mijn rapport over de Yoshinogawa (Sikoku) dd. 20 September 1884, pag. 37 en 38 gewag gemaakt is.

Het kappen van boomen en van geheele bosschen in het gebergte heeft altijd op onverantwoordelijke wijze plaats gehad, niet het kleinste boompje heeft men laten staan.

De eigenaars te overreden alleen de zware boomen om te kappen en de kleine te laten staan is reeds meermalen, maar te vergeefs, beproefd, niettegenstaande het duidelijk genoeg is, dat zoo iets slechts in hun eigen voordeel kon zijn.

Nu en dan vernam ik, dat het opperbestuur zich bezig houdt met wetten te ontwerpen om het vellen van bosschen, door de eigenaars, aan een kontrole te onderwerpen en dit te beperken, ten einde deze toe te passen, daar waar het noodig mocht zijn. (Bij voorbeeld op plaatsen als het granietgebergte van de Yodogawa).

Dit zou gelijk staan met het oude recht van de Daimios te herstellen, bestaande in het zoogenaamde „Kamadomé."

Men kan aan de rechtsgeleerden de vraag stellen een wettelijke definitie te geven van het woord „eigendomsrecht."

Voor zoover ik er over kan oordeelen, sluit het niet in zich, het recht om zijn eigendom te verwoesten of te vernielen, indien een anders eigendom ten gevolge daarvan schade ondervindt of verwoest wordt.

Iemand kan misschien het recht hebben zijn huis in brand te steken alleen om van den vuurgloed te genieten, maar indien hij zoo iets deed, als hij buren had, zou de politie onmiddelijk met hem afrekenen.

De volgende vragen kunnen gesteld worden:

Veroorzaakt het op zulk een onachtzame wijze vellen van bosschen schade aan het eigendom van anderen?

Heeft dit rampzalige overstroomingen in het natte jaargetijde en lage waterstanden in het droge ten gevolge?

Drogen de vlakten daardoor uit, zoodat er in het droge jaargetijde geen water is om te bevloeien?

Doet het den rivierbodem rijzen en zijn de treurige gevolgen daarvan niet menigvuldig en ernstig?

Het is buiten twijfel dat hetgeen door *weinigen* in het gebergte gedaan wordt, groote schade berokkent aan de *velen*, die in de vlakten wonen, ofschoon het zeer goed mogelijk is, dat de laatsten er geen begrip van hebben en het is mijn meening, dat er geen bizondere wetten vereischt worden om de menschen te beletten anderen te benadeelen.

Wat hierboven gezegd is, is niet alleen van toepassing op het vellen van bosschen, maar ook op andere werken in het gebergte, als het aanleggen van wegen, mijnwerken, enz. Ik zou dus meenen, dat geen enkele bizondere wet vereischt wordt, om de boeren te beletten het hoogwaterbed van een rivier te belemmeren, wanneer het duidelijk is, dat daardoor talrijke dorpen in gevaar worden gebracht.

Ik herhaal echter, dat het zijn nut kan hebben, de meening van rechtsgeleerden te kennen omtrent het vraagstuk, *„rechten van eigenaren,"* zoowel van privaat als van kommunaal grondbezit nabij rivierbronnen en in beddingen.

Het nieuwe ontwerp.

Het ontwerp, dat de beide Fu's mij verzocht hebben op te maken, is zeer omvangrijk, vereischt veel studie en de uitvoering er van zal noodzakelijk kostbaar worden.

De Yodogawa moet zoodanig genormaliseerd worden, dat bij het bezwijken van de dijken het hoogwater belet zal worden in de vlakten van Osaka fu en Kioto fu te stroomen.

Wolkbreuken uitgezonderd — waartegen geen voorzorgen genomen kunnen worden — zou het uiterste geval, wat mogelijk is, zich bij een typhoon voordoen, wanneer de beide zijrivieren, de Kidaugawa en de Katsuragawa, haar maximum hoeveelheid gelijktijdig afvoerden en op hetzelfde tijdstip de Ujigawa tengevolge van een vorige typhoon reeds meer belast was.

De hoofdrivier in Osaka fu.

Het komt mij voor dat het niet noodig is, de hoofdrivier een vermogen te geven geschikt tot afvoer van de geheele hoeveel-

(1) Hoe en in welke mate de bodem van de Kansakigawa kunstmatig verhoogd is door de landbouwers tengevolge van het afdammen der zijrivieren voor de irrigatie en door Osaka fu tengevolge van de coupure boven Suita, wordt beschreven in het rapport van Mei 1887. Op pag. 85 werd omtrent de laagwaterstanden medegedeeld: „Bij laagsten waterstand in de rivier en bij laagsten ebstand, kan men hier bijna zonder zijn voeten nat te maken door de rivier loopen.

heid water, die dan naar Hashimoto zou stroomen. De tegenwoordige toestand, om een gedeelte van het hoogwater in de moerassen van Tushini op te houden, kan blijven voortduren, echter slechts in die mate als er nu tijdens middelmatige hoogwaterstanden in wordt geborgen.

Voor zoover ik op het oogenblik kan nagaan, geloof ik, dat de geheele streek veilig zou zijn, indien aan de hoofdrivier een vermogen kon gegeven worden om den maximum toevoer van de Kidsogawa en Katsuragawa te zamen snel naar zee af te voeren. De hoeveelheid water, die dan in korten tijd opgeborgen zou moeten worden, zou slechts Ujigawa water zijn. De laatste zijrivier, waarvan de watertoevoer door het groote Biwameer geregeld wordt, is nooit zeer sterk gezwollen en voert nooit tegelijkertijd met de overige zijrivieren haar maximum waterhoeveelheid af.

Uit metingen, door de opzichters van Osaka fu gedaan, is gebleken, dat bij de groote hoogwaterstanden van Augustus verleden jaar de afvoer van de zijrivieren naar de hoofdrivier in Osaka fu was als volgt:

Van de Kidsugawa	139,430	kub.	voet	p. s.	(3946 M^3).
" " Katsura	76,590	"	"	"	(2167 M^3).
" " Kamo	6,265	"	"	"	(177 M^3).
" " Uji	35,000	"	"	"	(990 M^3).
te zamen	257,285	kub.	voet	p. s.	(7280 M^3).

Volgens opgaven bedroeg de hoeveelheid water, die op de ongunstigste oogenblikken langs Haskimoto stroomde, meer dan 180,000 k. v. p. s. (5095 M^3), in ieder geval heel wat meer dan de hoofdrivier kon bevatten.

Een groot gedeelte echter van deze watermassa vloeide door doorbraken op niet minder dan zes plaatsen, drie aan iederen oever, weg. Zeer gelukkig had dit alles boven Horakata plaats, zoodat alleen de kleinere vlakten overstroomd werden.

Op het oogenblik is het vermogen van de hoofdrivier van Haskimoto tot Eguchi niet groot genoeg om de hoeveelheid water, waarmede de Kidsugawa toen alleen belast was, geregeld af te voeren en beneden Eguchi tot aan zee toe is er nauwelijks ruimte genoeg voor de halve hoeveelheid, die langs de Kidsugawa en Katsuragawa te zamen afkomt.

De metingen zijn ruw gedaan en het komt mij voor, dat eenige reduktie moet worden aangebracht als gevolg van de onregelmatigheden in de gemeten riviervakken. Ook vond ik verscheidene bewijzen, bizonder in Tamba, dat deze overstrooming van 19 Augustus verleden jaar in verband stond met de groote overstrooming, die op dien dag verder zuidelijker in Yamato en Kesheir plaats vond (1) en dat daarom de waterafvoer langs de zijrivieren van de Yodogawa en Kioto fu zoo buitengewoon hoog was, zoodat geen voorzorgen behoeven genomen te worden tot afvoer van hoeveelheden gelijk aan de opgegevene of aan die, welke op dat oogenblik werkelijk afstroomden (2).

Ik liet instructies achter om opnieuw, maar nauwkeuriger, den afvoer bij hoogwater langs de Kidsugawa en de Katsuragawa aantegeven en te meten.

Voor het oogenblik geloof ik, dat de Yodogawa van Haskimoto tot aan zee toe genormaliseerd moet worden voor een afvoer van niet minder dan 200,000 k. v. p. s. (5660 M^3).

Dit zal zeker buitengewone rivierverbeteringen van de hoofdrivier tot aan Eguchi vereischen benevens een groot werk om een afvoerweg door de delta te maken.

Wat er boven Eguchi te doen valt zal veel afhangen van het vermogen van den nieuwen afvoerweg, die eerst benedenwaarts gemaakt moet worden.

Hoe *korter* de afvoerweg van het hoogwater door de delta tot aan zee gemaakt wordt, des te *geringer* zullen de moeilijkheden en de kosten zijn om de hoofdrivier te verbeteren.

Een algemeene verbreeding van de hoofdrivier zou op vele moeilijkheden stuiten, omdat de bestaande dijken aan iedere zijde met huizen en boerderijen bedekt zijn (3). Het verleggen van dijken langs de hoofdrivier moet daarom zooveel mogelijk vermeden worden en alleen bij nauwe riviervakken geschieden. Om toch te maken, dat deze beperkte breedte voldoende is voor het vereischte vermogen, moeten het verval en de snelheid van het water bij hoogwater vermeerderd worden, hetgeen alleen kan geschieden door de hoofdrivier in een rechte lijn van Eguchi tot aan zee door te trekken.

De bovenstaande beschouwingen brachten er mij toe opnemingen te laten doen voor een nieuwe rivier door de delta, uitgaande van Daido (bij Eguchi) en van daar af in een bijna rechte lijn naar den Dembo — mond loopende.

Het nieuwe ontwerp zal dus bevatten de coupure van de Moriguchi — bocht en de verplaatsing van den linkerdijk te Kema.

De moeilijkheden verbonden aan het verbreeden van de Nagatsugawa en het wegruimen van de dorpen op haar oevers, zullen vermeden worden door deze rivier niet verder voor afvoer van hoogwater te gebruiken dan alleen over het gedeelte, waar de snijding van de nieuwe rivier met de oude plaats heeft.

Instede van de beide spoorwegbruggen, die nu over dezen tak liggen, moeten er twee nieuwe en langere gebouwd worden.

De Kansakigawa schijnt mij dus onnoodig voor den afvoer van het hooge water van de Yodogawa en het is dan ook mijn voornemen haar aan den bovenmond af te sluiten. Hier kunnen sluizen gemaakt worden om irrigatiewater uit de hoofdrivier te tappen. Het afsluiten van de Kansakigawa zal de

---

(1) Zie mijn rapport van 18 November verleden jaar over de afschuivingen en rampen van Augustus 1889 in Kishiu en Yanoto.

(2) Uit hetgeen ik vernam en opmerkte, toen ik onlangs in Tamba was, komt het mij zeer waarschijnlijk voor, dat de zware regen van Augustus verleden jaar, die in de nabijheid van Kameoka viel, op enkele oogenblikken ten minste, het voorkomen van een wolkbreuk droeg; d. w. z. dat de regen toen niet in druppels, maar in stroomen neerviel.

In dat gedeelte van Tamba kwamen ook afschuivingen voor; al de reservoirs voor de irrigatiën braken door en iedere bergstroom voerde op golven gelijkende watermassa's af naar de Oigawa, het grootste deel der dijken en tal van bruggen en huizen vernielende en de velden verwoestende.

Het is echter zeker, dat lager op de zelfde rivier (hier genaamd Katsuragawa) de afvoer niet zoo aanzienlijk was en wel tengevolge der geringe breedte van de rivier die in kronkelende richting door het rotsachtige gebergte tusschen Tamba en de Kioto vlakte stroomt. De water massa's worden boven opgehouden, en de afvoer in de zoogenaamde kloof geregeld en daarna over de vlakten van en beneden Kameoka verspreid. Zonder zulk een regeling, zou de waterafvoer op de ongunstigste oogenblikken meer bedragen hebben dan tweemaal de te Katsura opgemeten hoeveelheid, maar de toevoer van water zou niet half zoo lang hebben geduurd.

Deze groote watertoevoer, aldus geregeld door de nauwe kloof, maakte, dat de afvoer langs de Katsuragawa in werkelijkheid niet veel grooter was, dan die gedurende de overstrooming van 1885, toen het water van de Oiguwa aan het Yamamoto — veer boven de kloof tot 24 voet (7,3 M^1) boven laagwater rees, terwijl in Augustus verleden jaar het water op hetzelfde punt 3 voet (0,9 M^1) hooger was en gedurende een uur op die hoogte bleef.

(3) Tengevolge van de veelvuldige overstroomingen en den sleehten waterafvoer van de lage vlakten, hebben de meeste menschen, die langs de rivier wonen, voornamelijk die aan den rechteroever, hun huizen op de dijken gebouwd.

verbetering van de Aigawa en de afwatering van het Shima-Shimo distrikt vergemakkelijken en de Ikadagawa zal dan geen afleiding vereischen, zooals in het voorloopig ontwerp werd voorgesteld.

Met de zijrivieren, die zich rechtstreeks in de hoofdrivier storten, zooals de Amanogawa, de Akutagawa en de Obatagawa, waarin het water bij hoogen stand van de Yodagawa opgestuwd wordt, zal rekening gehouden moeten worden; zij zullen allen òf een verbetering der uitmonding, òf een verlegging vorderen. De ongunstigste toestand doet zich voor bij de Akutagawa, omdat bij hoogen waterstand van de hoofdrivier, zooals dikwijls plaats heeft, het water in deze zijrivier oploopt en er gevaar bestaat voor een dijkbreuk aan den rechter of Karasaki oever en alsdan de watermassa van de Yodogawa de vlakten tot aan zee toe onder water zou zetten.

Verdere bizonderheden van het nieuwe ontwerp voor de verbetering van de rivier in Osaka kunnen niet verstrekt worden, zoolang geen opmetingen gedaan zijn. Wat ik echter verder kan opmerken is, dat het ontwerp op zulk een wijze opgemaakt moet worden, dat *scheepvaart* noch *irrigatie* bemoeilijkt of benadeeld, maar zoo mogelijk verbeterd worden. Nog meer moet er op de *„afwatering"* gelet worden, daar die op vele plaatsen nog zeer onvolkomen is.

Ook moet de aanvoer der zandmassa's door de Yodogawa, tengevolge waarvan de kanalen en rivieren van de stad Osaka voortdurend verondiepen, tegengegaan of op de een of andere wijze verminderd worden. Dit zal echter blijken zeer moeilijk te zijn, indien de rivieren, die dit zand naar de stad brengen, niet afgesloten worden, zooals in het voorloopig ontwerp is voorgesteld.

Kidsugawa (Kioto fu).

Het ongunstigste kenmerk van de Kidsugawa is, dat haar zandbodem voortdurend sterk rijst.

Na hetgeen in de bronnen uitgevoerd werd, is het bedrag van de rijzing zeker verminderd, maar behalve de bescherming en uitbreiding der plantengroei in het gebergte moeten andere en meer direkte maatregelen, om de verhooging van de bedding in het vervolg te verminderen, aangewend worden. Het nieuwe ontwerp zal daarom de middelen moeten aangeven om spoedig de groote zandmassa's, die voortdurend door bergstroomen als de Tudagawa en de Autanigawa worden afgevoerd, te beletten in deze rivier te komen. Dit kan alleen verkregen worden door van zekere gedeelten der vlakten aan deze hoog gelegen bergstroomen grenzende, bezink reservoirs voor het zand te maken, zoodat *alleen het water* in de rivier kan stroomen (1). Voor het doen van de noodige opmetingen is last gegeven.

Ik acht het verder noodig scherp toetezien op de eigenaren der in het hoogwaterbed gelegen landen, zoodat zij in het vervolg belet worden iets te doen, waardoor de toestand van de rivier verergeren kan.

(1) Het is meer dan 15 jaren geleden, dat ik dit voorstelde in een rapport dd. October 1874 over rivierverbeteringen in Osaka. Dit rapport bevat verder een ontwerp om de kale en zandige berghellingen met een netwerk van rijststroo te bedekken, zoodanig daarop aangebracht, dat het regenwater gedwongen wordt zigzaggewijze naar beneden te stroomen en aldus de snelheid en het vermogen verliest om nieuwe aanplantingen, binnen de mazen aangelegd, te vernielen. Deze mazen zijn op een helling diagonaals gewijze gemeten 7 bij 12 voet (2,13 × 3,66 M¹) of grooter of kleiner naarmate de helling van het terrein. Soortgelijke netten zijn sedert eveneens nabij de bronnen van andere rivieren veel gebezigd.

Katsuragawa.

Het hoogwaterbed van de Katsuragawa is van af Katsura benedenwaarts tot haar mond te Yodo zóó versperd door hooge met boomen en bamboe bedekte voorlanden, verkeerd aangelegde dijken, enz., dat niet de halve hoeveelheid water, die verleden jaar bij den hoogsten waterstand afgevoerd werd, geregeld een weg naar de hoofdrivier gevonden zou hebben, zelfs wanneer deze laatste in een toestand geweest zou zijn om die hoeveelheid op te nemen.

Ik ben er van overtuigd, dat het te vergeefs zou zijn de beneden Katsuragawa te verbeteren en dat een nieuwe rivier gegraven moet worden.

De nieuwe rivier kan ergens tusschen Katsura en den mond van de Kamogawa haar oorsprong nemen, geleid worden door de moerassen boven Yamasaki en zich ergens in Osaka fu, misschien op eenigen afstand beneden de Minasegawa, in de hoofdrivier storten.

De rivier boven Katsura zal ontlast worden, zoodra benedenwaarts ruimte gemaakt is voor den afvoer van het hoogwater; verbeteringen bovenwaarts zullen dan, behalve het hier en daar verwijderen van boomen en struikgewas en het versterken van concave en ondermijnde oevers, minder noodig worden.

Kamogawa.

Moeilijkheden met den afvoer van het hoogwater van de Kamogawa zullen zich niet meer voordoen, wanneer de Katsuragawa uit den weg is.

Ujigawa.

Behalve het versterken van den dijk beneden Uji vind ik het onnoodig eenige werken langs de Ujigawa in dit ontwerp op te nemen.

Opmerkingen over de uitvoering.

Met de verbetering van de hoofdrivier moet natuurlijk van beneden af begonnen worden. Geen vergrooting van het hoogwaterprofil kan boven Eguchi toegelaten worden, alvorens een afvoerweg van daar tot aan zee gemaakt is.

De werken in Kioto fu echter behoeven niet uitgesteld te worden tot die in Osaka fu gereed zijn. Daar ik op het oogenblik niet in het bezit ben van de voor dit ontwerp noodige terreinkaarten is het moeilijk nu met zekerheid iets vasttestellen, maar ik geloof, dat het mogelijk is thans met de werken te beginnen en Kioto fu direkt te ontlasten van het gevaar bij hoogwater, indien tegelijkertijd met de uitvoering eenige van de moeilijkst afwaterende landen, zij het slechts tijdelijk, tot opname van het water worden opengesteld.

Het verleggen van de Katsuragawa kan tegelijkertijd met de werken in de delta plaats hebben, mits men er voor zorg draagt, dat de nieuwe rivier in open gemeenschap gelaten wordt met de lage vlakten en moerassen aan haar linker zijde, Toba er onder begrepen.

Bij iederen belangrijken hoogwaterstand van de Katsuragawa wordt de vlakte van Toba tot een hoog peil overstroomd tengevolge van een reeks doorbraken aan de bovenstrooms gelegen zijde. Het kan nooit veel kwaad doen als wordt toegelaten dat water van beneden af, d. i. uit de nieuwe rivier terugstroomt en de waterspiegel zou verscheidene voeten lager blijven.

Met het doen ophouden van den zandtoevoer door bergstroo-

men als de Tadagawa en de Antanigawa kan niet te vroeg begonnen worden.

Groote noodzakelijkheid van een uitgewerkt en vastgesteld plan voor afvoer van hoog water.

Ik behoef verder niet te bewijzen, dat de rivierwerken dringend noodzakelijk zijn. Een ontwerp daarvoor, dat praktisch is en de goedkeuring zal verwerven van de betrokken partijen, kan niet te spoedig worden opgemaakt.

Zelfs al zal het bij gebrek aan fondsen of om andere redenen onmogelijk zijn met de uitvoering van dit groote werk overal tegelijkertijd te beginnen, zoo is het niettemin voor de autoriteiten van de beide Fu's van groot gemak een ontwerp te hebben om daarnaar te handelen.

Iedere plaatselijke verbetering, die anders wellicht van geen nut zou zijn, kan in overeenstemming daarmede worden uitgevoerd en bij gewone herstellingen, is het zeer wenschelijk te weten welke van de dijken al of niet verwijderd of verlegd zouden moeten worden. Alle belangrijke dijken, die volgens het ontwerp niet verplaatst behoeven te worden, kunnen duurzaam versterkt worden.

Ik kan natuurlijk geen plan als boven omschreven uitwerken zonder in het bezit te zijn van de vereischte opmetingen en deze moeten zoo spoedig mogelijk gedaan worden.

Tokio, 26 Juni 1890.

(w. g.) Johs. de Rijke,
Ingenieur bij Binnenlandsche Zaken.

DE YAMATOGAWA IN OSAKA FU.

Aan
K. Turuichi Esqre.
Direkteur van Openbare Werken
te Tôkio.

Terwijl ik verleden maand bezig was met het onderzoek van de Yodogawa, ontving ik een opdracht van den Direkteur, den heer Nakamura, om ook de Yamatogawa in Osaka fu te bestudeeren.

Ik vernam van de plaatselijke besturen, dat de Yamatogawa ook hare eigen gevaren heeft en dat, wanneer maatregelen genomen werden om de Yodogawa te verbeteren, de bevolking van het Yamatogawa distrikt, ingeval ze eveneens last hadden van hoogwaterstanden, natuurlijk soortgelijke verbeteringen zou eischen.

De eenige betrekking, die op het oogenblik tusschen deze twee rivieren bestaat, is deze, dat de beneden gedeelten van beiden in het zelfde Fu liggen. In het begin van de 18de eeuw bestond er een nauwer verband tusschen de Yodogawa en de Yamatogawa; in werkelijkheid was de laatste niets anders dan een zijrivier van de eerste, de samenvloeiing greep even boven het kasteel van Osaka plaats. Sporen van de oude rivier zijn nog te vinden langs een irrigatieleiding, nog genoemd Furee Yamatogawa.

Zeer waarschijnlijk werd de bijrivier te Sakai recht naar zee afgeleid (1) omdat voor het water, dat te zelfder tijd uit beide richtingen naar Osaka stroomde, bij hooge standen niet langer ruimte overbleef ten gevolge der bezonken stoffen en der uitgebreide landaanwinningen in de Yodogawa delta (1).

(1) Een soortgelijke werk is nu noodig geworden voor de hoofdrivier zelve.

Dat groote werk, hetwelk het graven van een nieuwe rivier, ongeveer 3,5 ri (137550 M[1]) lang, noodig maakte, werd nu 188 jaren geleden uitgevoerd.

Voor zoover ik kon nagaan, was het op een geschikte en praktische wijze uitgevoerd. Ik geloof zeker, dat het vermogen van deze nieuwe rivier ruim voldoende was voor den toen bestaanden toestand, maar de ingenieurs uit die dagen voorzagen niet, dat de toestand van de Yamatogawa bovenwaarts na verloop van tijd zou veranderen.

Zij voorzagen het volgende niet of wel ze konden niet voorzien:

1°. Dat de afvoer van hoogwater zooveel grooter zou worden en dat de rivier in droge jaargetijden zou opdrogen, doordat de bergen over zulk een groote uitgestrektheid werden ontwoud. Zij voorzagen of verwachtten niet, dat waar de bergen zoo nabij dicht bevolkte vlakten liggen als in Yamato en Kawachi, de schoonheden van de natuur alleen worden of zouden worden in stand gehouden in de nabijheid van tempels en heiligdommen.

2°. Dat aan de landbouwers langs de verschillende bijrivieren zou worden toegestaan om, met het doel het regenwater spoediger te doen wegstroomen, de wegen af te sluiten, waarlangs terugstroomend water vloeide en waarin het gedurende den hoogwaterafvoer werd opgehouden.

Op vele plaatsen werden de bandijken verlegd en na het graven van de nieuwe rivier aan elkander aangesloten.

3°. Dat het rotsachtige bed in de kloof van Kamese verdiept zou worden.

4°. Dat bij gewone waterstanden water uit de rivier getapt zou worden, zoodat geen water overbleef om het zand tot in zee af te voeren.

Bijgevolg werd, toen de nieuwe rivier gegraven werd, in het bovengenoemde voor 't meerendeel niet voorzien en het gevolg daarvan is geweest, dat haar bed zóó is gerezen en hiermede op een gevaarlijke wijze voortgaat.

Het zal een ieder wel duidelijk zijn, dat een rivier als de Yamatogawa, die door dichtbevolkte streken stroomt, onder streng en voortdurend toezicht moet staan en dat de handelingen van de bevolking in hooge mate gekontroleerd behooren te worden.

Grootte der verhooging van den rivierbodem in Osaka fu.

De verhooging van den rivierbodem van Kashwara tot aan zee is overal duidelijk merkbaar.

Sommigen beweren, dat het zandbed meer dan een Ken (1,8 M[1]) gerezen is vergeleken bij een twintig jaren geleden, anderen, dat het 2 ken (3,6 M[1]) hooger ligt dan oorspronkelijk.

Ik kon geen vaste punten vinden om daaruit het bedrag van de werkelijke rijzing gedurende een bepaalde tijdruimte te kunnen opmaken en daarom adviseerde ik aan de Osaka fu-ambtenaren een aantal dwarsprofillen over de rivier te nemen om den vorm van het rivierbed en der oevers en de terreinshoogte aan iedere zijde te leeren kennen. Uit oude gegevens zal men waarschijnlijk den oorspronkelijken vorm kunnen vaststellen en door beide profillen met elkander te vergelijken zal het verschil de juiste verhooging van den rivierbodem, sedert de coupure gemaakt werd, aangeven.

Dat de rijzing van het rivierbed een bron van gevaar oplevert, waardoor zelfs de stad Osaka bedreigd kan worden, is duidelijk genoeg, te meer daar de rivierzwellingen ten gevolge van den slechten toestand, waarin de berghellingen verkeeren, sterk toenemen.

Voornamelijk ziet de bergketen aan de westzijde van de Naravlakte er zeer slecht uit en voor zoover ik weet, werd nooit iets gedaan om de bronnen van de rivier, hier of waar ook, te verbeteren of verdere verwoesting door zorgelooze houthakkers te voorkomen.

Op het oogenblik echter zijn de gevaren in den regentijd niet zoo ernstig om onmiddelijk tot ongerustheid aanleiding te geven en zijn deze zelfs gering vergeleken bij die van de Yodogawa. Ik hoorde van geen zware overstroomingen, die in de laatste jaren langs de beneden Yamatogawa zouden zijn voorgekomen.

De rijzing van den rivierbodem geeft mij echter reden om voor de toekomst bezorgd te zijn. Het verhoogen van de dijken, naarmate de rivierbodem rijst, heeft ook zijn grenzen en de gevolgen van een doorbraak in een hoog opgezette dijk zijn altijd zeer ernstig.

Vereischte verbeteringen.

1°. Verbeteringen en preventieve maatregelen in de bronnen van de rivier.

2°. Het herstel van de oude banddijken, waar het met goeden uitslag mogelijk is.

3°. Bescherming van ondermijnde oevers, waar groote hoeveelheden grond door de ondermijning in beweging worden gebracht. Dit moet niet alleen plaats hebben over een paar ri's (1 ri = 3930 M[1]) boven Kamese, waar ik den toestand het slechtst bevond, maar over het algemeen langs al de zijrivieren en ook langs de nieuwe rivier, die door den heuvelrug boven Sumiijoski gegraven is.

4°. Om de veiligheid van de uitgestrekte vlakte tusschen de rivier en Osaka, en der stad zelve te verzekeren, moet de rechterdijk te Kashiwara en over eenigen afstand daar beneden, verder op deugdzame wijze verstrekt worden met klei instede van met zand. Dit moet dadelijk geschieden; men moet er zich wel voor wachten het verhoogen of uitbreiden van de dijken aan den tegenovergestelden oever toe te laten.

Jaarlijks moet een zeker bedrag besteed worden aan de verbetering van de Yamatogawa, wat des te meer noodig is, nu deze rivier gedurende zooveel jaren verwaarloosd is geworden.

De monding.

Aan den mond steekt de hoog verheven zandbodem een eind in zee en banken van zand strekken zich over eenigen afstand uit.

De in zee bezonken massa's, die een soort kaap vormen, zijn van lieverlede binnen het bereik van de getijstroomen langs de kust gekomen. Daarom is de verlenging zeewaarts van het rivierbed in deze eeuw zoo gering geweest. Meer dan het vierde gedeelte van de afgevoerde massa's is door de getijstroomen langs de kust meegevoerd geworden. De massa's, die noordwaarts verplaatst worden, hebben de monden van de Yodogawa verzand en gaan daarmede voort; die zich zuidwaarts bewegen, hebben de haven van Sakai bedorven en maken het onmogelijk daar een ingang voor zeeschepen te onderhouden.

Het zou zeer wenschelijk zijn zoo mogelijk de verplaatsing van zand noordwaarts te doen ophouden en dit te meer, daar vroeg of laat de haven van Osaka verbeterd zal moeten worden.

De noordwaartsche beweging kan gestuit worden, ten minste voor een zeker aantal jaren (1), maar misschien niet zonder de haven van Sakai verder meer te schaden. Deze haven ligt echter reeds zóó ongunstig en de toegang wordt zóó door banken bemoeilijkt, dat het niet de moeite waard is haar te behouden, te meer omdat de handel van Osaka van veel grooter beteekenis is. Daarom aarzel ik niet de verlegging der monding en het zuidwaarts leiden van de zandmassa's aan te bevelen.

Voor deze verlegging wordt een bizonder ontwerp vereischt.

Zonder twijfel zal zij ten goede komen aan de Yamatogawa zelve; de rivier wordt korter, bijgevolg het verval grooter en de neerzetting in de lagere gedeelten minder.

Irrigatie.

Een andere belangrijke kwestie is nog aan de Yamatogawa in Osaka fu verbonden, namelijk de irrigatie van de vlakte op den rechteroever, die zeer onvolkomen plaats heeft, wegens het gebrek aan water in droge jaargetijden.

Er is reeds verklaard geworden, hoe deze rivier gelijk zooveel anderen in zoo'n uitersten toestand is geraakt. Het verzuim om de plantengroei om de bronnen te behouden heeft tengevolge gehad, dat de afvoer van het regenwater niet meer, zooals het behoorde, in het gebergte geregeld wordt en dit in het natte jaargetijde in meer en meer verwoestende stroomen afloopt. In het droge jaargetijde gebeurt het dikwijls, dat de geheele voorraad verbruikt wordt voor de bevloeiing van de Naravlakte, zoodat geen water overblijft voor de uitgebreide rijst- en katoenvelden in Osaka fu.

Er zullen jaren noodig zijn om de rivier te verbeteren en dit te verhelpen.

Het eenigste middel, wat overblijft om meer water uit de Yamatogawa te verkrijgen, zou bestaan in het bouwen van groote reservoirs, waarin ik geen bezwaar zie, maar om deze een voldoend vermogen te geven en voor het doel geschikt te maken, worden kostbare werken vereischt.

Daarenboven zou voor hun onderhoud jaarlijksch baggeren noodig zijn.

Tokio, 28 Juni 1890.

(w. g.) Johs. de Rijke.

Ingenieur van Binnenlandsche Zaken.

(1) Ondertusschen kan de afvoer van zand verminderd worden.

DE YAMATOGAWA IN OSAKA FU.

(VERVOLG).

De verdieping van den rivierbodem te Kamese en hare gevolgen voor Osaka fu.

De rotsachtige bodem van de Yamatogawa te Kamese werd in 1873 6 voet (1,8 M[1]) verdiept.

Het doel, wat men zich daarmede voorstelde, moet de verlaging van den waterspiegel bij hooge standen geweest zijn om zoodoende de afwatering van de hooger gelegen vlakten te verbeteren.

De waterstanden tot hoog stroomopwaarts werden daardoor werkelijk belangrijk verlaagd.

Zoo iets kan slechts ten goede gekomen zijn aan hen die het werk ondernamen of steunden, namelijk aan de bevolking van de Naravlakte.

Geheel verschillend was de uitwerking op de rivier en vlakten beneden Kamese en voor de bevolking van Osaka fu, te meer daar geen voorzorgen waren genomen om beschadiging te voorkomen die het gevolg der verdieping zouden zijn.

De gevolgen voor Osaka fu bestonden hierin, dat door de verlaging van den rotsbodem het rivierbed tot op grooten afstand bovenwaarts begon uit te schuren en een gedeelte van de aldus in beweging gebrachte stof niet de zee bereikte, maar in de rivier van af Kashiwara bezonk.

Nog nadeeliger dan het vorig vermelde was het op verscheidene plaatsen instorten van de rivieroevers, tengevolge der verlaging van den bodem in Naraken, waardoor andere massa's in beweging werden gebracht en zich lagerop weder neerzetten.

Van toen af dagteekent de snelle verhooging van den rivierbodem in Osaka fu.

Niet alleen heeft de doorsnijding der rotsen den snelleren afvoer van het hoogwater tengevolge gehad, maar ook van het water, dat in het droge jaargetijde zoo noodig is voor bevloeiingen.

De bevolking van Kawachi, aan den rechteroever van de rivier, schijnt nu de genoemde gevolgen te hebben opgemerkt, want zij eischt, dat de rotsbodem tot zijn vroegere hoogte zal worden hersteld. Zoo iets kan ik om de volgende redenen niet goedkeuren:

a. Het zou al van zeer weinig effekt zijn op de nadeelen, die reeds zijn toegebracht.

b. Het zou een hevigen tegenstand ontmoeten bij de bevolking van de Naraken, omdat het gevolg van de coupure zeer gunstig moet geweest zijn voor de afwatering der vlakten boven de kloof zoodat de landen daar in waarde gestegen zijn en de landbouwers, die van dezen verbeterden toestand bijna drie geslachten lang genoten hebben, door een verandering zeer benadeeld zouden worden.

c. Het zou een vrij moeilijk en kostbaar werk zijn om een dam dwars door de rivier te Kamese te bouwen.

Het kan echter niet ontkend worden, dat iets door de bevolking boven Kamese moet gedaan worden in vergoeding voor de schade aan de lager wonende bevolking veroorzaakt. Het billijkst zou zijn de bevolking van Naraka te verplichten binnen haar eigen grenzen een zeker bedrag te besteden om verdere ondermijning der dijken en oevers, door de verlaging van den rivierbodem veroorzaakt, tegen te gaan.

Tokio, 28 Juni 1890.

(w. g.) Johs. de Rijke,
Ingenieur bij Binnenlandsche Zaken.

Bijlage E II.

RAPPORT omtrent het onderzoek der werken langs de Tamagawa in Kanagawa Ken.

Ingevolge een verzoek van Kanagawa Ken (Prefectuur) aan het Ministerie van Binnenlandsche Zaken, ontving ik de opdracht de Tamagawa (rivier) te bezoeken, aldaar de gemaakte werken en ook de plaatsen waar men voornemens was verdere rivierverbeteringen te maken te gaan zien.

Ik vertrok daarheen den 2den dezer, vergezeld van den heer Noguchi districts ingenieur, en eenige andere ambtenaren.

Tweemalen moest ik wegens hevige regens terugkeeren, maar kwam den 14den dezer maand met het onderzoek, dat voor deze rivier mijn eerste was, gereed.

Volgens de bestaande kaarten heeft de hoofdstroom der Tamagawa, van af de hoogste bronnen in Yamanashi Ken, eene lengte van ongeveer 30 ri (118 K.M.), en het stroomgebied der geheele rivier eene oppervlakte van 78 1/2 vierk. ri (1210 K. M².), waarvan het grootste gedeelte bergachtig is. De hoogste bergen zijn meer dan 2000 meters boven de zee verheven.

De plaatsen waarheen de heer Noguchi mij geleidde zijn gelegen langs de hoofdrivier van den voet der bergen, van Hamura (Ha-dorp) tot aan den mond, over eene lengte van 14 ri, en langs den zijtak genaamd Asagawa, van af de stad Hachioji stroomafwaarts. Over deze geheele lengte der rivier, behalve in het getij gedeelte waar zand wordt gevonden, loopt de stroom met een groot verval langs kronkelende geulen door een wild grindbed.

Op verschillende punten werd mijn advies gevraagd omtrent de richting en constructie van rijswerken, en ook omtrent de beste manier tot herstel van doorgebroken dijken en van wegvallende oevers.

De rijswerken reeds hier en daar gemaakt toonen de bedrevenheid der werklieden, maar ditzelfde kan geenzins gezegd worden van de dijken.

Even als dit het geval is met bijna alle andere Japansche rivieren stroomende door dichtbevolkte streken, is de Tamagawa in een toestand welke niet anders dan slecht genoemd kan worden, en het is maar al te duidelijk dat deze gaandeweg nog erger wordt. Ongetwijfeld is de oorzaak daarvan het ontbreken van eenigen voorzorgmaatregel tot het behoud der vegetatie in het berggebied.

Al zoo dikwijls heb ik in rapporten omtrent andere stroomen op ditzelfde euvel gewezen, doch naar 't schijnt zonder veel gevolg.

De bronnen van de Tamagawa werden niet door mij bezocht, daar mij dit niet gevraagd was, maar het rivierbed beneden Hamura en te Hachioji ziende, was het mij duidelijk genoeg dat landbouwers, houthakkers, houtskoolbranders, aanleggers van wegen (1) en anderen, allen te werk gaan naar eigen goeddunken — d. i. zonder de minste consideratie voor de rivier beneden hen — en hoogstwaarschijnlijk zonder eenig toezicht; en dat diegenen die daar direct belang bij hebben, nam. de landbouwende bevolking in de valleijen en vlakten beneden, nu nog — in dit 24ste jaar van Meiji (2) — onverschillig en blind zijn voor het zoo in 't oogloopende feit, dat hun land bedreigd wordt met massas materiaal door de bergbewoners in beweging gezet.

Lettende op den vooruitgang in andere opzichten, is het waarlijk een ongehoord en treurig feit, in dezen verlichten tijd te moeten constateeren dat niemand zelfs de minste aandacht schijnt te hebben voor iets van zoo veel belang voor het geheele land.

Dit is vooral het geval bij de Tamagawa, een rivier uitloopende in de Tokio baai en stroomende tusschen de meest ontwikkelde centra's van bevolking van Japan, nam. Tokio en Yokohama, resp. met 1,378,132 en 122,143 inwoners. Het is zelfs meer dan waarschijnlijk dat deze twee houtverbruikende en snel aangroeijende steden oorzaak zijn dat de Tamagawa en andere nabij gelegen rivieren in een toestand zijn geraakt zooveel slechter dan die was minder dan een halve eeuw geleden.

De massas steenen, grind en zand gedeponeerd in de rivier, van af den voet der bergen te Omé (16 ri van den mond) naar de monding, hebben van het bed een wildernis gemaakt waardoor de stroom zijn weg baant langs geulen welke steeds van rich-

(1) Maar al te dikwijls moest ik opmerken dat de ergste verwoesters zijn de aanleggers van bergwegen.

(2) Eeuw des lichts.

ting veranderen en zich kronkelen om uitgestrekte en steeds aangroeijende banken (1).

Door de "dôsha" (2) banken, die in hoogte en uitgestrektheid steeds toenemen, wordt de stroom bij bandjirs hoe langer hoe meer dwars op de dijken en oevers gericht, en hierdoor is het te verklaren dat de werken tot bescherming van de oevers aangelegd thans zooveel sterken worden aangevallen dan in vroeger tijd.

Streken eenige jaren geleden nog verheven boven de hoogste rivierstanden, worden nu af en toe bij vloeden overstroomd en op sommige plaatsen met zand en steenen bedekt en daardoor verwoest.

Het spreekt van zelf dat daar waar het bed der rivier rijst, ook de waterstanden rijzen, maar dit is niet de eenige oorzaak dat de vloeden hooger worden. Naarmate de bosschen nabij de bronnen, waardoor het regenwater wordt opgehouden en verdeeld, zijn omgekapt, zonder herplanting, *vermeerdert* de hoeveelheid water welke *op eens* afkomt gedurende en kort na hevige regens, en in verband hiermede worden de vloeden meer en meer verwoestend. De regenval dezelfde zijnde als in vroegere tijden, zoo is een ander euvel ontstaan uit de verwaarloozing der bronnen, namelijk dat de hoeveelheid water in drooge tijden door de rivier afgevoerd *vermindert*, hetgeen zeer nadeelig is voor de vlakten stroomafwaarts gelegen, die veel water voor irrigatie in de drooge tijden noodig hebben.

De tegenwoordige afvoer bij gewoon lage rivier wordt op niet meer geschat dan de helft van die ten tijde dat het Tamakanaal twee eeuwen geleden werd gemaakt (3). Daar met dit kanaal een groot deel der Tokio hoogvlakte geirrigeerd wordt, en bovendien de stad Tokio van drinkwater wordt voorzien, zoo volgt hieruit dat ook de inwoners van Tokio Fu, zoowel als die van Kanagawa Ken, een groot belang hebben bij den toestand van de Tamagawa bergen, en dit te meer omdat de tegenwoordige watervermindering wijst op verdere verdrooging in de toekomst.

Het Comité, benoemd voor de verbetering der watervoorziening van deze groote stad, zal wel met deze vermindering van water bekend zijn en ongetwijfeld zijn er maatregelen in overweging. Ik heb echter nog niets gehoord van eenig plan om daarin te voorzien.

Niet alleen is de rivier allerwege gestremd door materiaal afgevoerd van de bergen, maar ook door andere groote massas er direct invallende van steile heuvels en hooge oevers door den stroom ondermijnd geworden. Volstrekt niets is er gedaan om het afkalven van steilten langs de rivier te doen ophouden, hoewel dit gemakkelijk zou zijn geweest, en nog is, op de wijze als door mij hier en daar werd aangewezen.

De ondermijnde oevers vond ik op enkele plaatsen beschermd met paalwerken, en somtijds met kribben, maar het bleek duidelijk dat dit gedaan was met het eenige doel om een strook bouwland te redden, namelijk de oppervlakte van zulk een strook en niet het ligchaam. De hoogste oevers, en dus met betrekking tot de rivier de belangrijkste, zijn in 't geheel niet verdedigd daar waar het bovenvlak niet bebouwd is.

Deze wijze van oeververdediging heb ik dikwijls elders opgemerkt, maar is geheel en al verkeerd te achten. Het gaat niet aan op staatskosten oeverlanden te verdedigen, alleen ten bate van deze of genen eigenaar — soms een lid der Kenassembly —, maar wel omdat zoo'n strook duizende cub. meters "dosho" bevat, welke massa, door den stroom, losgespoeld, zich stroomafwaarts neerzet en de loop der rivier belemmert. Daarom behooren altijd de hoogste oevers, indien deze uit los materiaal bestaan en ondermijnd geraken, het eerst voorzien te worden, zelfs al heeft het land niet de minste waarde.

De bedijking.

De Tamagawa onderzoekende kreeg ik den indruk dat de oever bewoners, en zelfs de lokale autoriteiten (chefs de Canton, etc.) en de Ingenieurs, nog niet inzagen dat de slechte toestand der rivier en de wilde staat van het rivierbed gevolgen waren van de massa's "dosha" afgevoerd en er in neêrgezet. Allen schenen de geleden schade, zooals die door de vloeden verleden zomer veroorzaakt werd, toe te schrijven aan de onregelmatige wijze waarop de dijken zijn aangelegd.

Dat de bestaande dijken slecht gemaakt zijn is volkomen waar; meestal bestaan ze slechts uit een lossen hoop "dosha" genomen uit het rivierbed; maar men dacht algemeen dat de onregelmatige richting der dijken, en hun te groote onderlinge afstand, de voornaamste oorzaken waren van al de onheilen.

Van dit denkbeeld uitgaande waren opmetingen verricht en van verschillende vakken kaarten gemaakt, en daarop evenwijdige regelmatig vloeiende lijnen getrokken. Deze lijnen stelden de toekomstige bedijking voor en, naarmate fondsen voor dit doel beschikbaar waren, was men voornemens elk jaar eene zekere lengte nieuwe dijken te maken. De onderlinge afstand van die dijken was in elk vak bepaald volgens de waarschijnlijke maximum waterafvoer bij hooge vloeden.

Omtrent den onderlingen afstand, en waarschijnlijk ook omtrent de richting van de normaal oeverlijnen was eenig verschil van opinie ontstaan zoodat, in plaats van de oorspronkelijke roode, een nieuw stel blauwe lijnen werd getrokken en aangenomen.

Het schijnt evenwel dat later ook de goede richting dezer laatsten betwijfeld werd, en, zooals ik begreep, was dit de oorzaak dat ik geroepen werd om een onderzoek in te stellen. Waarschijnlijk was het ook de onzekerheid omtrent de deugdelijkheid der methode van verbetering eener rivier, die niet enkel water afvoert.

Reeds op den eersten dag van mijn onderzoek heb ik den Ingenieur Noguchi uitgelegd hoe er geen sprake kon zijn van het aannemen noch van de roode lijnen, noch van de blauwe, noch van eenig ander stelsel van normaal oeverlijnen; dat deze methode, om een wild en rijzend grindbed te gaan vernauwen en te beperken tusschen nieuwe dijken, al zou dit ook geschieden volgens regelmatige lijnen die er op een kaart wetenschappelijk

---

(1) Ongeveer 300.000 cub. meters wordt er per jaar uit de beneden gedeelten der rivier gebruikt voor de wegen in naburige districten en voor de straten van Tokio en Yokohama. Het is nauwelijks zichtbaar waar deze massa is weggehaald.

(2) "Dôsha" is steenachtig materiaal vermengd met zand en grond.

(3) Dit moge een weinig zijn misgeschat maar dat het regenwater minder en minder wordt opgehouden in de bergen, en de stroom in drooge tijden hoe langer hoe geringer wordt, is maar al te duidelijk. Volgens eene officieele opgave van Tokio Fu werd op 21 Febr. 1888, toen de Tamagawa buitengewoon laag was, de stroom gemeten te Hamura, juist boven de prise d'eau van het kanaal (watergebied daarboven 516 K. M^2.) en vond men slechts een afvoer van 182 cub. voet (5°° cub. M.) water per seconde. Dit is slechts het 2/5 van de hoeveelheid hier uit de rivier getapt in gewone tijden. In een droog saizoen is dus het geheele irrigatie systeem langs de rivier beneden Hamura buiten werking door gebrek aan water, hetgeen groote verliezen aan de rijstbouwers veroorzaakt.

Het Tamakanaal van Hamura tot Yotsuya (een voorstad van Tokio waar het houten pijpenstelsel □ der stadswaterleiding aanvangt) is lang 42^7 K. M. De hoogte van het water bij gewone standen is te Hamura 125 M. en te Yotsuya bijna 34 M. boven de zee.

uitzien, nimmer zou blijken te voldoen, ten minste niet zoo lang de massa materiaal van de bovenstreken afgevoerd niet vermindert in plaats van te vermeerderen; en dat niet alleen aanzienlijke sommen doelloos besteed zouden worden, en de jaarlijksche onderhoudskosten verhoogd, maar zelfs dat zulk een regelmatige bedijking meerdere schade en moeite zou veroorzaken.

Onderstel eens dat nabij of boven Fuchiu waarvan het rivierbed thans zeer breed en onregelmatig bedijkt is, een riviervak geregulariseerd werd door aanleg van twee nieuwe dijken (of een oude en een nieuwe), als aangegeven is op het Ken plan. Met hooge vloeden zou dan de stroom, aldus beperkt, een veel grooter vermogen hebben om materiaal dat aan dit vak van boven wordt toegevoerd, af- en door te voeren en het resultaat zou zijn dat tweemaal meer „dosha" zich zou neerzetten in het vak er benedenop volgende. Ook dit vak beperkende zou het dáárop volgende zooveel meer bezwaard worden, en zoo verder.

Aldus het stelsel uitbreidende tot beneden Futago, waar de rivier over een paar ri-lengte bepaald is tusschen natuurlijke steenachtige hooge oevers (hier en daar tuf) en zij een groot verval heeft, zoo zou zeer veel van de massa, aldus naar beneden gespuid, zich hier neerzetten; maar de massa's nu reeds verzameld en die zich neerzettende in de wijde vakken der rivier hooger op, zouden het getij gedeelte bereiken, aldaar het vaarwater bederven en het H. W. veel hooger doen rijzen.

Stroomopwaarts is slechts een betrekkelijk nauwe vallei aan overstrooming blootgesteld, terwijl beneden aan weerszijden uitgestrekte vlakten gelegen zijn, waar de schade bij overstrooming zeker meer dan tienmaal grooter zou wezen.

Zelfs in den tegenwoordigen toestand der (beneden) rivier is het maar al te duidelijk merkbaar dat de hoogste vloedstanden aan den Kawasaki Spoorwegbrug reeds veel hooger zijn dan ten tijde dat deze brug is gebouwd hetgeen nog geen 20 jaar geleden is. Men toonde mij een merk aangevende den hoogsten stand gedurende den vloed van verleden zomer. Dit merk is slechts 3 voet beneden den onderkant der brug, terwijl op dat tijdstip een gedeelte van den stroom boven de brug werd afgeleid, waardoor de Kawasakivlakte overstroomd werd. Het spreekt van zelf dat zonder die inundatie het water veel hooger zou zijn gerezen. Indien dit merk juist is zal men zeker verplicht zijn om de brug en den spoorweg een voet of zes te verhoogen.

Na de laatste overstrooming te Kawasaki (spoorweg station halfweg Tokio en Yokohama) zijn de dijken aan beide kanten der rivier verhoogd, maar ik moet opmerken dat dit werk op de meest zorgelooze wijze is uitgevoerd; in de vernieuwde dijken waren vakken waarvan de taluds geheel afgeschoven waren alleen door het regenwater dat er opviel! Waterkeerende dijken als deze verzwarende moet men dit aan de binnenzijde doen en het bezoodde buitenbeloop onaangeroerd laten. Alleen indien er goede klei gebruikt wordt kan een nieuw buitentalud sterker worden dan het oude.

Tegen de methode, welke reeds aangenomen en gevolgd was, nam, om het rivierbed te regulariseeren en te beperken met een stel nieuwe dijken, bestaat nog een ander bezwaar als boven aangegeven, namelijk dat nieuwe dijken — altijd zwakker dan oude die gezet zijn — meer kosten aan onderhoud en aan verdediging tegen den stroom. Door en over het grindbed aangelegd zijnde, dikwijls met een laagte of oude geul er achter aan den binnenkant (1), is het waarschijnlijk dat ze eerst sterk zullen lekken en daarna breken, zelfs nog vóór een hevigen vloed den hoogsten stand bereikt. De oude dijken daarentegen leunen meestal tegen oevers min of meer verheven boven het grindbed, en zijn daardoor veel gemakkelijker te behouden en te herstellen.

Ingeval van dijkbreuken is de verwoesting altijd grooter naarmate de binnentaluds hooger zijn.

Men vindt in Japan talrijke bergstroomen van denzelfden aard als de Tamagawa, en in nog veel slechter toestand dan deze. Het gevaar bestaat dat men op verschillende andere plaatsen bezig is een zelfde soort normaaloeverlijnen vast te stellen, en dergelijke dijken, of steenen leidammen, te maken, eveneens zonder rekening te houden met de steeds toenemende massa's materiaal door de stroomen afgevoerd. In elk van die gevallen is het te vreezen dat de reeds zoo zorgelijke toestand en de overstroomingen erger worden in de benedengedeelten der rivieren, juist waar de bedreigde valleijen en vlakten zooveel uitgestrekter zijn. Reeds heb ik hierop gewezen in een rapport, dato 15 October 1890, waarin de bergstroomen van Nagano Ken zijn behandeld. Indien een afdruk van dit rapport aan de verschillende Ken ware gezonden, dan zou de uitvoering van zulk een dijkplan in de Tamagawa stellig niet zijn begonnen.

Uit al het bovenstaande volgt geenzins dat ik er tegen zou zijn dijken aan te leggen waar dit noodzakelijk is om land te beschermen, zooals bijv. te Naganuma, in een bocht van den Asatak en evenmin in het wijde vak nabij Fuchiu (± 1/2 ri wijd), waar uitgestrekte velden, vroeger verheven boven de hoogste rivierstanden en bebouwd, nu woest liggen en met zand en steenen bedekt worden door de hooge vloeden. Verder zag ik plaatsen waar het maken van nieuwe dijken onvermijdelijk is om toenemende „hoofd-stroomgeulen" af te weren, dat is om te beletten dat de stroom buiten het bed afloopt.

In al zulke gevallen is het ook raadzaam de nieuwe dijken eene regelmatige richting te geven, en, waar ze in den vorm van schermen worden aangelegd, behooren ze te eindigen met de kruin afloopend onder een helling niet steiler dan 20:1, en niet steil zooals gewoonlijk (1).

Men moet echter niet vergeten dat uitbreiding der bedijkingen (langs zulke rivieren hooger op) in den regel slechts eene *lokale* verbetering kan zijn, en dat voor zoover het effect heeft op de rivier in 't algemeen, dit effect eer nadeelig dan voordeelig is.

Gansch anders is dit met de bescherming van ondermijnde oevers, waar massa's materiaal in beweging worden gezet; dit te doen ophouden is steeds eene verbetering voor de geheele rivier en in het belang van elke streek gelegen tusschen zulk een oever en de zee.

De kribwerken.

Door het maken van kribben en andere rijswerken (2) is

(1) In dezen staat zag ik reeds nieuwe dijken opgeworpen van „dosha" dat niet de minste zamenhang heeft.

(1) Het coulissen-systeem, al is dit ook oud Japansch, is daarom nog volstrekt niet te verwerpen, integendeel, dikwijls heb ik rivieren gezien waarin de gevaren beneden veel grooter zijn geworden alleen door het maken van zulken schermdijken in plaats van doorgaande.

Zoo zijn er meer dingen met de revolutie veranderd of afgeschaft en waarvan de gevolgen allertreurigst zijn; bijv. de beperkende bepalingen door de Daimiyo's van verschillende provincien toegepast op de ontwouding in de bergen. De wederinvoering daarvan is nu zeer moeijelijk geworden overal waar de bosschen niet aan den staat behooren.

(2) Rijswerken waren totaal onbekend in Japan tot 1874 toen de Ingenieur G. A. Escher en ik daarmee begonnen in de Osakarivier. Denkelijk worden er tegenwoordig meer zinkstukken en dergelijke gemaakt in de rivieren van Japan dan in Holland zelf.

reeds veel in deze rivier gedaan om den stroom, wanneer die gezwollen is, af te weren van oevers en dijken.

Ten gevolge van den wilden en bewegelijken toestand van het rivierbed, heeft elke plaats welke ik zag een verschillend voorkomen en vereischte speciale beoordeeling en aanwijzingen, moeijelijk om hier te herhalen zonder toevoeging van opmetingen.

Daar echter voor de algemeene verbetering der Tamagawa in de eerste plaats noodig zijn preventieve en restaureerende maatregelen in de oorsprongen, en in de tweede plaats kribwerken in het rivierbed, kan het nuttig zijn hier nog eens eenige der opmerkingen, met betrekking tot de laatste op het terrein gemaakt, te herhalen.

Over 't algemeen vond ik de rijswerken te hoog aangelegd; vooral de uiteinden van elke krib en de buitenranden van parallelwerken moeten worden ingegraven in het grindbed tot eene diepte beneden de laagste waterstanden, zoodat de stroom er steeds over strijkt en zoo min mogelijk er tegen.

Voor uiteinden en buitenranden, welke direct in contact komen met den stroom, moet het beste en hardste rijshout gebruikt worden, daarenboven die randen te binden met oud telegraafdraad, op de wijze als aangewezen.

Laagten en diepten, of oude geulen, tusschen de landeinden van kribben, moeten worden aangevuld met "dosha" van de tegen overliggende bank.

Deze aanwijzingen volgende zullen de kosten van aanleg wel vermeerderen, vooral door de diepere ingravingen zullen de rijswerken duurder worden, maar het onderhoud wordt daardoor tot een minimum teruggebracht en de totale kosten minder.

Zooals dit altijd het geval is in rivierbedden gestremd door zulke aangroeijende massas materiaal als bij de Tamagawa, zijn er tal van plaatsen waar de geul een scherpe bocht vormt met een dijk of oever aan de holle zijde, terwijl een hooge en steeds aangroeïende bank zich daartegenover bevindt. De gewone manier om zulk een oever tegen den stroom te verdedigen is met een reeks korte kribben, waarvan de uiteinden in een min of meer regelmatig gebogen lijn liggen.

In sommige gevallen is een' andere manier niet wel doenlijk, maar men moet niet vergeten, dat het geheele kribwerk in zulke scherpe bochten en ook min of meer de dijken zelf, blootgesteld blijven aan de woede van den stroom bij hooge vloeden, en dat het onderhoud kostbaar blijft. Daarom make men zulke korte werken alleen waar het ondoenlijk blijkt de geul van den oever af te verleggen, d. i. een nieuwe geul te graven (tot een zekere breedte en diepte) en de oude af te dammen (1).

De ruimten tusschen de dammen, welke een deel uitmaken van het langere kribstelsel, moeten worden opgevuld met materiaal uit de nieuwe geul en niet, zoo als men reeds deed, daarlangs een rug opwerpen van het materiaal der vergraving, want zulk een rug blijft den stroom in de oude richting werpen en kan de dammen vernielen. Een bezwaar tegen deze werkwijze zijn de kosten om een massa materiaal over een afstand te vervoeren. Zeer zeker is het transport duur op de wijze zooals nu gevolgd wordt, d. i. op schouder met de "mokko"; het zou veel goedkooper kunnen door de massa per wagen te vervoeren over een straal van planken.

De wijze om den stroom in een' gewenschte richting te dwingen, zoo als ik dit zag doen door het leggen van "jakago" (1) aan het boveneind van een nieuwe geul, is goed te keuren, alleen zij opgemerkt dat bij het wassen der rivier een sterke stroom over zulk een dam valt in de richting der oude geul; daarom moeten de kribben, welke dammen vormen, daar juist beneden zeer sterk zijn, en de ruimten er tusschen met meer zorg opgevuld worden.

Op sommige plaatsen loopt de laagwatergeul toevallig in een gewenschte richting, ver van dijken en oevers. In zulk een bewegelijk grindbed, met hier en daar versnellingen, als die der Tamagawa, blijft de kans bestaan dat vroeger of later zulk een geul, of de hoofdgeul, indien er meerdere zijn, zich naar rechts of links verlegt, en gevolgelijk stroomaanval brengt naar dijken en oevers, nu onbeschermd doch veilig. Gewoonlijk is het duidelijk te zien naar welke zijde de stroom neigt, en dit wetende is het geraden in tijds maatregelen te nemen en te beletten dat de geul zich te ver verlegd. Deze maatregelen bestaan in het vastleggen der grindbank, tot op een' zekeren afstand van den bedreigden oever, door middel van eenige dwarswerken van rijshout, ingegraven en op een zekeren afstand van elkander gelegen. In laagten en vloedbanen hebben deze werken den vorm van een gewone krib, en waar de bank hooger is zal een betuind rooster van 5, soms 3, wiepenbreedte voldoende wezen. De uiteinden moeten vallen in een lijn eenigzins concaaf, voldoende om den stroom er langs te houden. Zoodra later de geul die lijn nadert en de uiteinden der werken in contact komen met den stroom, make men daar een ⊤ als kribkop bewerkt, waardoor een verder opschuiven van den stroom voor goed belet wordt.

Men zal ondervinden dat deze manier heel wat minder kost dan de werken die noodig zouden zijn nadat men gewacht zou hebben tot dat zulk een geul een dijk of oever bereikt en deze ondermijnt.

Reeds is gezegd dat de Tamagawa, vooral boven Futago, het best verbeterd kan worden door middel van een kribbenstelsel; voor dit stelsel is regelmatigheid, wat de richting betreft, noodig, en moeten normalen op de kaarten getrokken de uiteinden der kribben aangeven. (Eén lijn aan den schaarkant is voldoende). Het is dan van weinig belang of de dijken, waar de kribben van uitloopen, al dan niet regelmatig in richting zijn.

Ten einde zulk een kribbenstelsel met het beste gevolg en zoo voordeelig mogelijk toe te passen, acht ik het raadzaam om minstens een der ambtenaren, nu bij die rivier werkzaam en het best bekend met hare eigenaardigheden, permanent te benoemen voor de Tamagawa van af den voet der bergen tot aan den mond; zijn voornaamste werk zal zijn de zich steeds verleggende geulen in 't oog te houden. Zeer dikwijls komt het voor, dat met enkele honderden yen, in tijds besteed om een gevaar af te wenden, eene uitgaaf van zoo veel duizenden vermeden wordt.

Behalve door de aanstelling van een of meer rivieropzichters (guards), geheel vertrouwbaar en daarom wel betaalde ambtena-

(1) Dit heeft geene betrekking op de lagere of getijgedeelten der rivier, alleen voor de vakken waar stroomversnellingen zijn, langs geulen door het grindbed kronkelende.

(1) "Jakago" (Ja = slang, kago = korf) zijn lange wiepvormige korven van gespleten bamboe gevlochten, en worden na plaatsing ingevuld met rolsteenen, in de nabijheid gevonden. Ze hebben een omtrek van ongeveer 1.50 M. en een lengte van 9 M. en soms minder. Langs bergstroomen worden nog vele kribben gemaakt van opeengestapelde "jakago", en deze zouden zeer goed voldoen were het niet dat de bamboe zoo spoedig verweert. Uitstekend werk is onlangs gemaakt met "jakago" gevlochten van gewoon oud telegraafdraad. Elke korf, 9 M. lang, heeft gekost 7 yen (*f* 14.—) zonder de steenvulling, d. i. 5 yen voor 250 ℔ draad en 2 yen voor 't vlechten. Het vlechtwerk was driedradig en de grootste diagonaalwijdte der mazen was 0.15 M. Zulke korven komen mij ook zeer geschikt voor tot bescherming der hoofden van bruggen over wilde bergstroomen.

ren (1), moet er gezorgd worden voor een zeker fonds, ten einde in geval van nood, hetzij vóór of na een hoogen vloed hiervan te kunnen gebruiken. Zulk een fonds bevat de honderden om de duizenden te sparen, het moet afzonderlijk gehouden worden van het geld jaarlijks toegestaan voor werken uitgevoerd op de gewone manier volgens een plan en begrooting. In geval van nood is er veelal geen tijd voor het maken, in- en rondzenden van plannen en begrootingen, op de wijze als dit gewoonlijk gedaan wordt. De natuur wacht op niemand.

Kribwerken in het getij gedeelte beneden Kawasaki.

Ongeveer vijf jaar geleden zijn er een aantal rijzen kribben gemaakt langs de riviergeul beneden Kawasaki, waar het getij nog vrij krachtig werkt. (Getijverschil in de baai aan den mond ongeveer 6 voet met giertijen).

Al de kribben zijn aan de schaarkanten der geul (waar diepten zijn van 6 tot 15 voet ÷ l. w.), geplaatst, volgens normaallijnen oogenschijnlijk goed geconstrueerd, en hebben een vastgestelde lengte.

Het doel van deze bekribbing was:

1e. Om wegvallende schaaroevers, allen vrij hoog, te behouden;

2e. Om een meer regelmatig en beter vaarwater te vormen in dit gedeelte der Tamagawa.

Voor het eerste doel waren sommige kribben te ver van elkaar en heb ik daarom eenige werken (aanplemping gebonden met langs zinkstukken) er tusschen aangewezen.

Mijne voornaamste opmerking was evenwel, dat de kribben waren gemaakt zonder eenig baggerwerk in de vaargeul, zonder eenige ontgraving aan de overzijde, en zonder eenige aanvulling er tusschen, en dus juist op dezelfde manier als men zou kunnen volgen in vakken boven het getij.

Reguleeren van een vaargeul in het getijgedeelte eener rivier moet altijd bestaan in het wijzigen van het dwarsprofiel dier geul, en zoo *dat daardoor dit profiel niet kleiner wordt*. Volgens dit beginsel mogen geen kribben of andere obstructies dwars in den stroom gelegd worden zonder *eerst*, of minstens *tegelijkertijd*, de nieuwe geul te baggeren en de vooruitstekende banken aan de overzijde van die schaaroevers af te graven.

In dit geval werd het diepste en meest actieve gedeelte van den stroom onderschept en gestremd, denkelijk in de hoop dat het profiel zich wel zou herstellen en verbeteren door uitschuring. Wel volgt er natuurlijke uitschuring op een stremming, maar slechts tot beperkte grenzen, zooals nu gemakkelijk te bewijzen zou zijn door nieuwe dwarspeilingen te vergelijken met de oude van 5 jaar geleden. Het resultaat is dat het dwarsprofiel heel wat is verminderd, en evenzoo de capaciteit van den getijstroom.

Het nadeelig effect veroorzaakt door aldus het in- en uitvloeijen van het getijwater te beletten (tij dooden), werkt volstrekt niet alleen plaatselijk; dit wordt gevoeld op elk punt van af diep water in de baai tot zoover het getij oploopt, d. i. tot meer dan 1 ri boven de spoorwegbrug, of ruim $2^1/_2$ ri van den mond.

De kribben beneden Kawasaki gemaakt mogen al goed geconstrueerd en plaatselijk nuttig zijn, maar met betrekking tot de rivier in 't algemeen hebben ze meer kwaad dan goed gedaan, want elke vermindering in getijactie maakt de geul minder bevaarbaar, en tegelijkertijd ook de rivier minder vermogend om vloeden naar zee te voeren.

Bagger- en graafwerk is het voornaamste bij het reguleren van een getijgeul als die der Tamagawa; dit nalatende had men veel beter gedaan in 't geheel geen dwarskribben te maken, maar alleen de ondermijnde schaaroevers te bekleeden met zinkstukken. De normaallijnen op de kaart geteekend, al zou het ook zijn dat de onderlinge afstand wel berekend is, hadden nu niet de minste beteekenis, evenmin al de kaarten, peilingen en opmetingen.

Maatregelen in de bergen.

Zonder zelfs een gedeelte van het berggebied der Tamagawa onderzocht te hebben, is het nu moeijelijk preventieve maatregelen en werken daar noodzakelijk, te behandelen.

Het gelukte mij niet betrouwbare inlichtingen omtrent den toestand in te winnen, maar eenigen van het volk vertelden mij wel eens gehoord te hebben van anderen, dat de bergen over 't algemeen genomen nog vrij wel begroeid zijn. De landeigenaars in de vlakten beneden schijnen al bizonder weinig op de hoogte te zijn van datgene, waarvan de kennis voor hen van belang is.

Opmerkende hoe lange rijen houtvlotten, beladen met stapels houtskool, voortdurend de rivier afdreven, was ik overtuigd dat er slechte plaatsen moeten zijn in de bergen en heuvels, en dat het meer dan tijd wordt om daar te gaan toezien op de handelingen van houthakkers en anderen.

Mijn raad aan de Ken is, om als een eersten stap in die richting, twee geschikte ambtenaren te belasten met een speciaal onderzoek van al de oorsprongen der rivier, en daarvan een rapport op te maken. De ingenieur Noguchi, die reeds praktische ervaring heeft, zou één van deze rapporteurs kunnen zijn. Verder, dat twee of meer der meest belanghebbende landeigenaars, voor dit doel gekozen door de landbouwers langs de rivier, de ambtenaren op dien tocht vergezellen, opdat ze zelf de werkelijke oorzaken van den zorgelijken toestand beneden leeren kennen.

Dit kan er toe leiden om eenigzins de kortzichtigheid weg te nemen, en, wat nog veel erger is, de algemeene nonchalance der bevolking, in werkelijkheid de groote oorzaak dat zoovele Japansche rivieren totaal geruineerd zijn.

Al de pogingen van het Gouvernement, en van de lokale autoriteiten, tot het wegnemen van de gevaren der vloeden waaraan het land (1) zoo zeer is blootgesteld, zullen weinig baten zoolang de bewoners der vlakten, die toch zelf de schade lijden, naar de oorzaken daarvan niet zien en niet willen zien.

Tokio, 19 Maart 1891.

Johs. de Rijke,

Ingenieur bij het Dept. v. Binn. Zaken.

De brief waarbij dit rapport werd ingezonden bevat het volgende:

....

..... Het resultaat van dit onderzoek, voor zoo ver dit gegeven kan worden zonder toevoeging van opmetingen, is te vinden in het rapport dat ik de eer heb U hierbij in te zenden.

Ongeveer hetzelfde, en iets meer in detail, is aan de Ken ambtenaren op het terrein uitgelegd.

Meermalen onderzocht ik Japansche rivieren van dezelfde natuur als de Tamagawa, maar soms veel meer of bijna geheel

(1) Een armoedig salaris, voor een ambtenaar als hier bedoeld, zou het tegendeel zijn van economie, en economie is het allervoornaamste in het beheer van rivieren en stroomen.

(1) Behalve in het Noorden, omdat daar de bevolking minder dicht is.

bedorven. Mijne bevinding was onveranderlijk dezelfde, nam. dat beide, de toenemende schade door de vloeden (1), zoowel als de toenemende schaarschte aan water in drooge tijden, een gevolg zijn van gebrek aan voorzorgsmaatregelen in de bergen.

In dit geval was ik niet geroepen om het berggebied te onderzoeken, hoewel dit meestal noodzakelijk is om een rivier te beoordeelen, maar afgaande op hetgeen ik zag langs de rivier beneden de bergen, ben ik overtuigd dat dezelfde nalatigheid oorzaak is van dezelfde gebreken.

Aannemende dat het onderzoek van het Tamagawagebied meevalt en de toestand van de bergen over 't algemeen nog niet zoo erg slecht is, dan zou dit een reden te meer zijn om maatregelen tegen achteruitgang te nemen en vóór dat eene verbetering hopeloos groote kosten zou vorderen. Misschien kan er nog veel gedaan worden alleen met preventieve maatregelen, zulke als vroeger omschreven in rapporten omtrent andere rivieren.

Zooals dit meer het geval was bij het onderzoek van andere rivieren, toonden ook hier de oeverbewoners groote belangstelling in alles wat in hunne onmiddelijke nabijheid zou kunnen gemaakt worden om de rivier te verbeteren; speciaal met nieuwe dijken was men hoogst ingenomen (2). Maar het volk ziet niet waardoor de gebreken veroorzaakt worden en was blijkbaar zeer teleurgesteld toen ik sprak van maatregelen noodig hoogerop in de heuvelen en bergen. Verwonderd waren ze te hooren dat de groote oorzaak van den slechten toestand in de verte gezocht moet worden en niet op de plaats waar het effect gezien en gevoelt wordt.

Al zou men nu in de beneden rivier zelfs een millioen yen verwerken, zoo zou de toenemende hoeveelheid water, telkens met een vloed op eens afkomende, hierdoor niet verminderen, noch zou dit beletten dat de afvoer in drooge tijden minder en minder wordt.

Gaandeweg werd ik in mijne overtuiging versterkt dat het Gouvernement, of de lokale authoriteiten, in de bestaande omstandigheden met een parlement, al bizonder weinig kunnen doen voor het verbeteren der rivieren, of voor het bestrijden der overstroomingen waardoor elk jaar een vreeselijk verlies geleden wordt, zoo lang als de bevolking zoo algemeen blind blijft voor de werkelijke oorzaken.

Niemand schijnt de moeite te nemen hun in te lichten; voor zoo ver ik weet, wordt er in populaire bladen nooit een woord gezegd omtrent deze waarlijk gewichtige quaestie, en dit niettegenstaande door het verwaarlooze der rivieren het land verarmt.

Daarom zou ik het nuttig achten dit rapport, en later dergelijke rivierrapporten welker inhoud hiervoor geen beletsel is, te publiceeren, zooals gewoonlijk gedaan wordt in andere landen.

Vraagstukken als deze, zoo ingrijpend in de belangen van een geheel volk, behooren onder de aandacht gebracht en verstaan te worden *door het volk*.

(1) Volgens officieele opgaven bedroeg de directe schade door overstroomingen langs de Japansche rivieren van 1875 tot en met 1889 de enorme som van 98.032.680°° yen, en het aantal menschen daarbij verdronken bijna 3000. Alleen in het jaar 1885 was de schade meer dan 27 millioen yen. Verschillende dichtbevolkte laagvlakten stonden dras tot lang na de inundatie; dit veroorzaakte epidemiën waaraan duizenden bezweken De zeer onvoldoende afwatering van vele lage landen, veroorzaakt door rijzing van het rivierbed, is mede een gevolg van ontwouding.

(2) Dijken waarmede men de moeijelijkheden zou verplaatsen naar, en de gevaren veel grooter maken in streken beneden gelegen, waar de vlakten langs de rivier zooveel uitgestrekter zijn.

Algemeen Verslag betreffende den toestand en de werkzaamheden van de Afdeeling Ned.-Indië van het K. I. v. I. van 1 April 1890 tot 1 April 1891.

I. Bestuur.

In het bestuur hadden de navolgende mutatiën plaats.

In de vergadering van 1 Mei 1890 werd in plaats van het vertrokken bestuurslid de heer de Voogt, als zoodanig gekozen de heer E. M. Collard.

II. Leden.

Het aantal leden bedraagt volgens de ledenlijst 161 op 1 April 1891 tegen 167 op 1 April 1890.

III. Financiën.

Blijkens de balans bedraagt het kapitaal der afdeeling op 1 April 1891 *f* 12595.73⁵ tegen *f* 12543.74 op 1 April 1890.

De deposito's bij de Factorij der Nederlandsche Handelsmaatschappij werden geconverteerd in zooveel meer rente gevende pandbrieven. (Zie verslag van den Penningmeester).

IV. Vergaderingen.

Op 1 Mei 1890 had eene algemeene vergadering plaats terwijl eenige huishoudelijke bijeenkomsten werden gehouden.

Wegens de mutatie onder de te Batavia wonende leden kon moeielijk de hand worden gehouden aan de bij art. 21 van de Huishoudelijke Verordeningen voorgeschreven vergaderingen in April en October.

V. Bibliotheek.

Deze werd verrijkt met de werken uitgegeven door vereenigingen met wie de afdeeling van edita wisselt, terwijl van de Regeering van Ned.-Indië ook eenige werken ten geschenke werden ontvangen.

VI. Tijdschrift.

Het tijdschrift 1889—1890 werd in het begin van 1891 uitgegeven. Daarin kwamen voor de notulen der vergaderingen van 24 Juni en 3 Augustus 1889 en van 1 Mei 1890.

VII. Prijsvraag.

Naar aanleiding van het rapport der Jury uitgebracht over het eenige antwoord, ingekomen op de prijsvraag door de afdeeling in samenwerking met de Vereeniging tot Bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Ned.-Indië uitgeschreven, werd besloten om daaraan niet den uitgeloofden prijs toe te kennen, maar het manuscript aan te koopen en het na het aanbrengen van eenige wijzigingen in druk uit te geven, ten einde het onderwerp in ruimer kring voor te brengen, en alzoo door de zeker niet uitblijvende kritiek van deskundigen het doel met de prijsvraag beoogd langzamerhand naar eisch te bereiken. De Vereeniging tot Bevordering der Geneeskundige Wetenschappen in Ned.-Indië verklaarde zich bereid de helft bij te dragen in den aankoopsom van het manuscript, en verbond zich tot den aankoop van 300 exemplaren tegen vastgestelden prijs. Met het afdrukken werd aangevangen.

Batavia, 1 April 1891.

M. J. van Bosse,
President.

J. Scheffer,
Secretaris.

Verslag van den Penningmeester over het tijdvak loopende van 1 April 1890 tot Ultimo Maart 1891.

Uit de als bijlage overgelegde winst- en verliesrekening blijkt, dat de geldmiddelen der afdeeling in het afgeloopen jaar met *f* 671.22⁵ zijn vooruitgegaan, zoodat het kapitaal thans geschat kan worden op *f* 12595.73⁵ (waaronder *f* 2160.— aan nog te innen contributie).

Contributie.

Sommige leden zijn wel eens wat achterlijk in het betalen van hun contributie, doch op den langen duur komt het geld vrij wel binnen. Zoo werd in het vorig jaar kort na het afsluiten der boeken nog *f* 50.— geind over 1887—88, die aanvankelijk was afgeschreven. Over 1888—89 is *f* 210.— onaangezuiverd gebleven, maar ook voor dit bedrag is het zeer waarschijnlijk dat het zal worden ontvangen.

Op 1889—90 bleef te innen *f* 630.— en over 1890—91 een som van *f* 1530.— De geheele te ontvangen contributie over laatstgenoemd jaar bedraagt *f* 3865.—, namelijk van 148 gewone leden à *f* 25.—, 8 buitengewone à *f* 15.— en mailsurplus à *f* 5.— van 9 leden.

De bijdrage aan de Instituutskas in Nederland beloopt mitsdien voor 156 leden *f* 1560.—

Deposito en effecten.

Door de gelegenheid, die thans alhier bestaat om soliede Nederlandsche effecten te koopen, is het Bestuur er toe overgegaan het deposito bij de Factorij der Ned. Handelmaatschappij terug te nemen en daarvoor aan te schaffen acht pandbrieven nominaal van *f* 1000.— en een van *f* 500.— uitgegeven door de Rotterdamsche Hypotheek bank.

Deze effecten, gekocht respectievelijk tegen den koers van 102¾ pct. en 103 pct. geven 3½ pct. rente, terwijl de Factorij slechts 2¼ pct. vergoedt.

De stand van het belegde kapitaal is dus als volgt:

8 pandbrieven ter waarde van	*f* 8220.—
1 " " " " "	515.—
Gedeponeerd in de spaarbank "	923.—
te zamen....	*f* 9658.—

welke cijfer op de balans voorkomt.

Rente.

De winst- en verliesrekening werd op dit hoofd gecrediteerd met *f* 194,03, zijnde iets minder dan het vorige jaar wegens een gering renteverlies bij het converteeren van het deposito in effecten.

Premierekening.

Voor premiën was nog altijd een som van *f* 327.02 beschikbaar. Hiervan is dit jaar *f* 250.— betaald als ons aandeel in de premie op het ingekomen antwoord op de prijsvraag omtrent de bouwhygiène. Daar het restant geen belangrijke som meer vertegenwoordigde is dit ter vereenvoudiging van de administratie als bate bij de winst- en verliesrekening ingenomen.

Bibliotheek en meubilair.

Op dit hoofd werd *f* 100.— afgeschreven, terwijl voor *f* 25.20 een nieuw tafelkleed is gekocht, zoodat het thans voor *f* 325.20 op de balans voorkomt.

Instituutskas in Nederland.

Ter voldoening van ons debet werden twee wissels afgezonden respectievelijk groot *f* 750.— en *f* 1450.—

Na verevening der tot op 31 Maart alhier bekend geworden voorschotten betreffende frankeer- en expeditiekosten en andere uitgaven bleef er op dien datum een voor ons voordeelig saldo van *f* 34.94.

Frankeer- en expeditiekosten.

In verband met de nog te ontvangen drie laatste afleveringen van het tijdschrift 1890/91 werd *f* 300.— voor de kosten daarvan gereserveerd en beliepen de totale uitgaven in verband met die taxatie *f* 586.85. Het vorige jaar was *f* 200.— gereserveerd voor de laatste afleveringen 1889/90; feitelijk waren de onkosten daarvan *f* 208.15. Dit jaar zijn de uitgaven aanvankelijk belangrijk hooger geweest omdat het bestuur in Nederland aan verzending per scheepsgelegenheid de voorkeur gaf. Daar het porto per zeepost naar Indië even hoog is als in Indie zelf, zijn de kosten van verzending en emballage per boot geheel verloren en is in verband daarmede het voorstel gedaan om tot de oude verzendingswijze terug te keeren.

De beide eerste afleveringen 1890/91 hebben ons tot dat zij in handen van de leden kwamen niet minder gekost dan *f* 230.44. De gereserveerde *f* 300.— hierbij geeft met de zooeven genoemde *f* 586.85 een verschil van *f* 56.41, dat aan briefporten en andere verzendingkosten is besteed.

Afdeelingstijdschrift 1889—90.

De kosten hiervan hebben met inbegrip van de verzending aan de leden slechts bedragen *f* 166.17⁵, daar wegens gemis aan verhandelingen, geen honoraria zijn uitbetaald en het drukloon wegens den kleinen omvang gering was.

Vergaderingen en locaal.

Van de *f* 623.08 op dit hoofd uitgegeven is *f* 480.— evenals ten vorigen jare bestemd geweest voor locaalhuur. Het overige diende voor het schoonhouden van het gebouw en erf, onkosten der vergaderingen, enz.

Diverse uitgaven.

Onder de *f* 112.25 komen *f* 51.48 onkosten voor in het belang van het uit te geven werk over de Bouwhygiène. Dit maakt met de in het verslag over 1888/89 genoemde *f* 141.60 een bedrag van *f* 193.08, dat weldra door de kosten van drukken en uitgeven belangrijk zal toenemen.

Kassa.

Het saldo in kas bedraagt op heden *f* 559.59⁵.

Batavia, 1 April 1891.

De Penningmeester,

J. E. de Meijier.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië,

1 APRIL 1890 tot 31 MAART 1891.

WINST- EN VERLIESREKENING.

Debet.			**Credit.**		
Contributie bijdrage aan de Instituutskas in Nederland	*f*	1560.—	Nog geind op contributie 1887/88	*f*	50.—
Afgeschreven contributies, vroeger ten onrechte geboekt	"	120.—	Mailsurplus en bijdrage van leden in Nederland.	"	47.40
Idem, die over 1888/89 nog niet zijn binnengekomen	"	210.—	Vooruitbetaling van een lid	"	5.—
Kosten herdrukken van een verloren geraakte afl.	"	120.12	Terug ontvangen honorarium van eene verhandeling	"	31.25
Afschrijving op bibliotheek en meubilair	"	100.—	Contributie rekening 1890/91	"	3865.—
Frankeer- en expeditiekosten	"	586.85	Premierekening als afzonderlijk hoofd afgeschreven	"	77.02
Vergaderingen en locaal	"	623.08	Rente rekening	"	194.03
Diverse uitgaven	"	112.25			
Afdeelings tijdschrift 1889/90	"	166.17⁵			
Overgebracht op kapitaalrekening	"	671.22⁵			
	f	4269.70		*f*	4269.70

BALANS.

Aan deposito- en effecten rekening	*f*	9658.—	Per kapitaal rekening	*f*	12595.73⁵
" bibliotheek en meubilair	"	325.20	" nog te betalen frankeer kosten	"	300.—
" rente rekening	"	148.—			
" entree rekening	"	10.—			
" kassa	"	559.59⁵			
" contributie rekening 1889/90	"	630.—			
" " " 1890/91	"	1530.—			
" Raad van Bestuur voordeelig saldo	"	34.94			
	f	12895.73⁵		*f*	12895.73⁵

Gezien en accoord bevonden:

De Commissie van verificatie,

VAN LIJNDEN.

HAVELAAR.

Opgemaakt te BATAVIA, 1 April 1891.

De Penningmeester,

J. E. DE MEIJIER.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS,

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

NAAMLIJST DER LEDEN OP 1 SEPTEMBER 1891.

J. P. J. H. Alsdorf.	Sidohardjo.
J. André de la Porte.	Padang Pandjang.
E. A. van Arcken.	Batavia.
W. F. Batenburg.	Pontianak.
S. W. Becking.	Soerabaia.
H. E. van Berckel.	Tegal.
P. J. Bertel.	Kedong Woemie.
C. van der Bijl.	Probolingo.
C. J. N. Bijvanck.	Bandong.
R. Birckenhauer.	Gombong.
B. M. Blijdenstein.	Bandjarnegara.
R. A. de Boer.	Banjoemas.
M. J. van Bosse.	Batavia.
G. C. J. Bruins.	Pekalongan.
J. C. de Bruijn.	Semarang.
W. H. M. de Bruijn.	Batavia.
H. G. Burkunk.	Fort de Kock.
Dr. Th. J. van Buuren.	Soerabaia.
J. de Booij.	Djokdjakarta.
J. G. M. S. Carlier.	Soerakarta.
L. J. J. Caron.	Pekalongan.
Th. C. Colenbrander.	Djember.
E. M. Collard.	Batavia.
J. G. Cook.	Soerabaia.
M. Cornelissen.	Rembang.
F. W. P. Clignet.	Batavia.
Th. F. A. Delprat.	Solok.
C. Doesberg.	Palembang.
M. G. C. van Dorp.	Magetan.
G. L. Driessen.	Pamalang (Tegal).
J. H. Duppen.	Batavia.
J. D. Donker Duijvis.	Semarang.
J. P. van der Eb.	Batavia.
W. Elenbaas.	Soekarana (Pr. Reg.)
Th. F. Engel.	Magelang.
J. Ph. Ermeling.	Buitenzorg.
L. J. C. van Es.	Batavia.
J. M. Faber.	Buitenzorg.
M. C. Fauel.	Salatiga.
H. W. Fischer.	Malang.
J. C. H. Fischer.	Magelang.
L. J. R. Geene.	Batavia.
M. van Gelderen.	Soerabaia.
E. Gerst.	Pekalen.
J. F. de Gijselaar.	Medan.
Z. K. H. Prins Hario Gondosiwojo.	Soerakarta.
A. D. J. Groenemeijer.	Soerabaia.
C. de Groot Jr.	Singkep.
J. Groothof.	Billiton.
D. H. Havelaar.	Batavia.
A. W. Hein.	Koedoes.
W. F. Heskes.	Batavia.
A. Hesselink.	Tjiboengoer.
A. A. van Heurn.	Batavia.
B. A. Hildebrand.	Bandoeng.
L. G. Krol van der Hoek.	Lahat.
M. Hofland.	Sitoebondo.
P. Hoogenboom.	Makassar.
B. V. E. Houthuijzen.	Indramajoe.
J. B. Hubenet.	Garoet.
A. Huidekooper.	Soebang.
W. de Jongh Dz.	Koetei.
L. L. Ch. J. Jonkergauw.	Demak.
J. K. Kempees.	Batavia.
J. A. Kerkhoven.	Bandjar (Pr. Reg.)
J. G. Kerlen.	Malang.
F. M. E. L. Kerstens.	Batavia.
J. P. Klaassen.	Sintang.
W. Klaus.	Probolingo.
H. H. van Kol.	Brebes.
F. H. van Kooten.	Semarang.
W. P. H. de Bruijn Kops.	Semarang.
W. H. Kloppenburg.	Batavia.
A. G. Lamminga.	Pekalen.
G. Lebret.	Pasoeroean.
K. J. Leeflang.	Semarang.
P. Lichthart.	Serang.
D. R. J. Baron van Lijnden.	Buitenzorg.
C. J. van Loon.	Muntok.
P. A. van der Made.	Batavia.
F. A. G. Mallinckrodt.	Medan.
J. W. van Marle.	Pamalang.
F. J. F. Martij.	Padang.
H. P. Mensinga.	Poerworedjo.
D. H. K. Mentel.	Melintang.
J. Merghart.	Cheribon.
H. Messer.	Batavia.
J. E. de Meijier.	Batavia.
A. Mollinger.	Padang.
J. J. A. Muller.	Malang.
J. C. P. van Musschenbroek.	Poerworedjo.
A. Mijer.	Batavia.
G. van Nes.	Soerabaia.
A. C. Nieuwenhuijs.	Bandoeng.
S. J. Numans.	Semarang.
G. Oosting.	Cheribon.
F. J. van Oppen.	Brebes.
S. J. G. van Overveldt.	Poerworedjo.
C. L. J. van Palmer van den Broek.	Painan.
J. H. C. de Paulij.	Banjoewangi.
J. L. Pierson.	Bodjonegoro.
A. N. Pieters.	Kraksaän.
T. Th. L. Grinwis Plaat.	Karang Anjar.
F. Raaijmaakers.	Atjeh.
J. Radersma.	Tasikmalaja.
J. J. Raat.	Soerabaia.

G. P. A. Renaud.	Batavia.
P. J. A. Renaud.	Batavia.
J. C. Ribbers.	Soerabaia (Porrong).
P. Richter.	Tasikmelaja.
K. F. H. Roos.	Bandjarnegara.
J. Ph. van Roosmalen.	Padang Sidempoean.
Th. J. Rosskopf.	Semarang.
T. J. W. van Rossum.	Bodjonegoro.
A. J. Ruzette.	Semarang.
Th. A. M. Ruijs.	Padang.
A. H. Saltet.	Bandjarnegara.
J. H. P. Saijers.	Gemoe.
M. Sanders.	Djember.
W. H. M. Schadee.	Batavia.
J. W. Th. van Schaik.	Batavia.
A. Scheers.	Bezoekie.
J. Scheffer.	Sokojosso.
H. W. Scheuer.	Banka.
C. J. Schotel.	Magelang.
M. C. A. Seijfarth.	Tegal.
A. Snethlage.	Batavia.
L. H. Slinkers.	Demak.
J. J. Staal.	Batavia.
H. G. Stal.	Madioen.
T. W. G. van der Staaij.	Kota-Radja.
D. J. Stam.	Manondjaja.
J. J. Stieltjes.	Bandoeng.
A. Sijthoff.	Batavia.
J. T. P. J. Straatman.	Modjokerto.
L. van der Tas.	Poerworedjo.
J. K. E. Triebart.	Indramaijoe.
F. Tombrink.	Soerabaia.
J. van Vassen.	Djokdjakarta.
J. van Velzen.	Probolingo.
S. J. Veenstra.	Soerabaia.
T. C. A. Vemer.	Atjeh.
H. J. Verdam.	Semarang.
J. G. H. de Voogt.	Malang.
J. C. Voorduin.	Sitoebondo.
H. Vredenberg.	Blitar.
C. de Vries.	Magelang.
H. R. de Vries.	Kota-Radja.
J. W. P. Vrijbergen.	Madoera.
J. G. Westenberg.	Soerabaia.
J. Wilke.	Semarang.
T. Wind.	Kasri.
R. P. O. D. Wijnmalen.	Padang.
C. W. Weijs.	Kasri.
H Ypes.	Batavia.
H. J. W. IJzerman.	Padang.

DE HARMONISCHE ANALYSE DER GETIJDEN,

toegepast op waarnemingen te Tjilatjap verricht.

§ 1. Er zijn misschien weinig onderwerpen op het gebied der astronomie en mathematische physica wier studie zoo leerrijk is, zoowel voor den theoreticus als den practicus, als die van het probleem der getijden.

De astronomie zelve, voor zooverre zij zich bezig houdt met de beweging der hemellichamen, geeft een bijna volmaakt voorbeeld van een geheel gebied van onderzoek waar de theorie vóórgaat en aangeeft wat zal zijn waar te nemen, terwijl aan haar zulk eene overwegende waarde wordt toegekend, dat indien, als bij de maansbeweging, op sommige punten berekening en waarneming met elkander strijdige resultaten opleveren, men eer geneigd is te twijfelen aan de juiste toepassing der theorie dan aan die theorie zelve.

Op het gebied der physica treedt een andere factor bij het onderzoek met overwegenden invloed op, nl. het experiment; de waarneming van een verschijnsel, zooals het zich in de natuur aan ons voordoet, leert in 't algemeen een zeer samengesteld probleem kennen, waarvan de oplossing niet alleen groote, meestal onoverkomelijke bezwaren aanbiedt, maar waarvan de studie zelfs groote gevaren meebrengt voor den onderzoeker, die allicht, omdat hier van het zuiver stellen eener vraag geen spraak kan zijn, zich bevredigd rekent door eene onzuivere, dikwerf door vooroordeel geïnspireerde oplossing.

Terwijl derhalve de historie der wetenschappen bewijst, dat aan gevolgtrekkingen door den mensch, ook den ontwikkelde, uit algemeene waarnemingen afgeleid, zelden blijvende waarde mag toegekend worden, is daarentegen de waarde van het experiment, dat is de waarneming waarbij eene vraag aan de natuur zuiver gesteld wordt, steeds zeer groot te achten, grooter zelfs dan van eenige theorie, en wordt ook ten onrechte de theoreticus meestal voor scherpzinniger gehouden dan de experimentator.

Het zuiver stellen eener vraag en de gave om een experiment zoodanig in te richten, dat ook een zuiver, alleen op die vraag betrekking hebbend, antwoord verkregen wordt, behooren tot de zeldzaamste eigenschappen van het menschelijk vernuft.

Bij de studie van licht en geluid staat nog de theorie der trilbewegingen boven aan. Maar reeds hier neemt zij niet zulk eene alles beheerschende stelling in als de theorie der zwaartekracht in de astronomie en moet de vooropgestelde eenvoudige praemisse nu en dan door andere hypothesen aangevuld worden om overeenstemming te verkrijgen met de onaantastbare waarheden door het experiment vastgesteld.

Eene derde wijze van ontwikkeling is gevolgd bij de studie der verschijnselen die slechts zelden in de natuur zelve worden waargenomen, en waarvan de studie der electriciteit als voorbeeld mag genomen worden. Hier is van eene algemeene theorie geen spraak geweest, alleen van formuleering der feiten in den vorm van empirische wetten door het experiment en eerst in den laatsten tijd is door Maxwell en Hertz deze geheele tak van wetenschap een stap nader gebracht tot den meer idealen toestand van ontwikkeling ten gevolge eener vooropgestelde algemeene theorie.

Ook de scheikunde mag als voorbeeld van deze ontwikkelingsmethode aangehaald worden. Nog zijn het experiment en de daaruit empirisch afgeleide wetten de grondslagen waarop het gebouw is gevestigd, maar in de laatste jaren is er eenheid gebracht in de vroeger afzonderlijk staande wetten, worden de punten van uitgang voortdurend minder in aantal en de wetten zelve hierdoor eenvoudiger en beter te begrijpen.

De laatste categorie eindelijk van natuurverschijnselen, waarvan de studie het moeilijkst is en, zooals reeds werd opgemerkt, zelfs gevaren in den vorm van ongemotiveerde conclusies bijna onvermijdelijk medebrengt, is die waarbij noch eene vooropgestelde theorie, noch eene reeks van door het experiment gevonden wetten tot leiddraad van het onderzoek kunnen dienen, waar alleen waarneming in de meest algemeene beteekenis van het woord mogelijk is.

Tot deze categorie behooren, wat de natuurverschijnselen betreft, meteorologie en aardmagnetisme, beide vakken waarin het eigenlijk experiment niet mogelijk is en, in het algemeen, alle sociale en economische quaesties waarbij evenmin van proefneming sprake is en waarbij derhalve, zoowel bij de eerste als bij de laatste, de eenige methode van onderzoek, die mogelijk blijft, die der statistiek is. Ook hier echter leidt zuivere

waarneming zonder vooropgestelde gedachte slechts zeer zelden tot onbetwistbare wetten en de eenvoudigste vorm van statistiek, die waarnemingen als zoodanig eenvoudig 't zij in eene tabel rangschikt, 't zij haar verloop in den vorm eener kromme lijn aanschouwelijk voorstelt, kan alleen tot een zeker resultaat voeren indien er onder de altijd veelvuldig voorkomende oorzaken en daaruit volgende verschijnselen, ééne is die alle anderen verre overtreft. Zoo b. v. is het duidelijk dat overal de afwijking van de richting eener vrij opgehangen magneetnaald van die van het geographisch noorden aan eene groote schommeling onderworpen is (seculaire variatie) die eene periode heeft van eenige honderde jaren en kan ook aan de kortelings door Brückner gevonden periode van 35 jaren in de meteorologische elementen en waterhoogten van binnenzeeën moeilijk getwijfeld worden. Bij beide perioden echter was eene vooropgestelde leidende gedachte niet aanwezig omdat er geene aardsche of kosmische verschijnselen bekend zijn, die eene dergelijke periode zouden kunnen veroorzaken. Dergelijke ontdekkingen echter behooren tot de groote zeldzaamheden en niet alleen om het feit zelf is het boek van Brückner merkwaardig, maar niet minder om de wijze waarop hij, al tastende, tot de vaststelling zijner periode gekomen is. In den regel echter ontbreekt de leidende gedachte niet, maar is er reden om, al ontbreekt zelfs eene onvolledige theorie, een zeker verband aan te nemen tusschen bekende kosmische of tellurische verschijnselen en de waargenomen feiten, en eerst dan kan de methode der statistiek met vol vertrouwen worden toegepast en de waarnemingen gegroepeerd worden overeenkomstig de mogelijk werkende oorzaken, indien zij in zulk een aantal voorhanden zijn, dat andere invloeden, die wat tijd betreft op andere wijze inwerken, zich zelf moeten elimineeren. Van de meerdere of mindere volkomenheid dezer eliminatie uit de verkregen sommen moet de mate der vertrouwbaarheid van het langs statistischen weg verkregen resultaat afhankelijk gesteld worden, en de quaestie of de vraag, die bij de rangschikking opgeworpen werd, zuiver was gesteld of niet, moet, bij goede bewerking, door de contrôle der resultaten op zich zelf worden beantwoord.

Zooal niet geheel dan toch voor een groot deel behoort het probleem der getijden onder deze laatste categorie van verschijnselen gerangschikt te worden en het is van groot belang voor ieder, die dit aanlokkelijk vraagstuk tot onderwerp van studie kiest, dat een juist begrip omtrent de beperkte waarde die hier aan de theorie en daarentegen de overwegende waarde die aan de zuivere waarneming moet toegekend worden, aan nadere studie voorafga.

Indien men toch de noodzakelijke maar niet gemakkelijke studie van 't geen er omtrent het probleem der getijden is geschreven aan eigen onderzoek vooraf laat gaan, dan is het opvallend dat bijna allen (en hieronder behooren de meest beroemde mathematici), die zich hiermede hebben bezig gehouden, tot conclusies gekomen zijn, die zij meenden dat juist moesten zijn, van welke echter later in de praktijk bleek dat zij den toets der waarneming niet konden doorstaan. De oorzaak hiervan ligt voor de hand en is juist gelegen in de verkeerde classificatie van het probleem, dat meestal als een zuiver astronomisch vraagstuk is opgevat en behandeld, terwijl het deze hooge positie in de rij der natuurwetenschappelijke quaesties niet inneemt en waarschijnlijk ook nooit innemen zal, evenmin als de analoge meteorologische en aardmagnetische.

De schitterende resultaten die men gewoon is bij astronomische vraagstukken te verkrijgen door toepassing van Newton's wet der zwaartekracht en de aanvankelijk aanlokkende overeenkomst, die ook bij toepassing dezer theorie op het probleem der getijden tusschen waarneming en theorie gevonden wordt, is oorzaak geweest dat men slechts noode, en nadat de eischen der praktijk hiertoe dwongen, er toe is overgegaan om de quaestie van uit de rij der speculatieve naar die der practische problemen te verwijzen, welke laatste slechts ten koste van veel en eentonigen arbeid langs statistischen weg tot oplossing kunnen gebracht worden.

Eigenaardig is het dat juist een der grootste onder de thans levende theoretici, Sir William Thomson, wiens speculaties echter op merkwaardige wijze steeds eene bij uitnemendheid praktische strekking vertoonen, hiertoe den eersten stap gedaan heeft, terwijl aan Prof. G. H. Darwin de eer toekomt van op uitstekende wijze den door Thomson aangewezen weg, ook voor niet-mathematici, begaanbaar te hebben gemaakt. De methode der harmonische analyse moet dan ook opgevat worden als eene proeve van oplossing langs statistischen weg van een probleem dat voor behandeling in het studeervertrek te moeilijk bleek en voortaan behoort ook de bewerking der door waarneming verkregen gegevens omtrent getijden meer te huis bij een meteorologisch dan bij een astronomisch Observatorium. Inderdaad biedt het probleem der getijden groote overeenkomst aan met dat van de verdeeling der zonnewarmte over de aarde; ook hierbij kan langs theoretischen weg met groote juistheid berekend worden welke hoeveelheid warmte op elk punt der aarde en op elk oogenblik door de zon wordt geleverd, indien nl. de zonnewarmte zelve juist bekend ware en indien geene storende invloeden optraden. Deze invloeden echter zijn zoo groot en van zoo verschillenden aard, de lucht- en zeestroomingen, de absorptie door den dampkring, de verdeeling van land en water, bewolking en regenval brengen zoovele niet te berekenen factoren in het spel, dat men wél de bewegingen der hemellichamen, zon en maan, als basis der onderzoekingen kan nemen, maar dat in werkelijkheid voor geen punt der aarde de heerschende temperatuur kan bepaald worden en men gedwongen is tot zuiver statistische behandeling der quaestie.

Het doel van dit opstel, en de publicatie hiervan in een tijdschrift dat aangewezen is voor de behandeling van onderwerpen van praktische strekking, is voornamelijk om aan te toonen, dat de uitvoerige studiën, hieromtrent in het licht gegeven door Darwin en Börgen, slechts in schijn moeilijk te volgen en van uitsluitend theoretisch belang zijn, maar in werkelijkheid een bij uitnemendheid

praktisch karakter dragen, veel meer dan de pogingen die in het werk zijn gesteld om aan de hand der theorie, door middel van aan te brengen correcties, overeenstemming te zoeken tusschen waarneming en theorie. In de tweede plaats zal aangetoond worden dat het mogelijk is om, zonder algebraïsche analyse, althans de grootste getijden te leeren kennen, terwijl eindelijk zal aangegeven worden op welke wijze uit de constanten der analyse het karakter der getijden kan opgemaakt worden en hoe vooruitberekeningen der waterhoogten met iedere gewenschte nauwkeurigheid kunnen geschieden, zonder dat hiertoe meer dan elementaire kennis van mathesis vereischt wordt.

§ 2. Het verband tusschen den stand der hemellichamen en het in Europeesche kustplaatsen waargenomen verschijnsel van eb en vloed is uit de waarnemingen zelve zonder hulp eener leidende theorie, volstrekt niet zoo duidelijk, als het tegenwoordig moge schijnen en het is kenmerkend voor den grooten invloed, dien Newton's theorie der zwaartekracht niet alleen op den vooruitgang der wetenschap, maar ook op de logika van het dagelijksch leven heeft uitgeoefend, dat een scherpzinnig onderzoeker als Galileï (en van zijn standpunt met volkomen recht) er Kepler een verwijt van maakt dat deze verband zoekt tusschen eb en vloed en den stand der hemellichamen; dit was volgens Galileï een stap terug op den goeden weg en eene ongewenschte wederverschijning op het tooneel van de duistere en geheimzinnige krachten waarmede de oude astrologen plachten te schermen. Eerst toen Newton in 1687 zijne algemeene theorie der zwaartekracht ook hierop had toegepast, was een vaste leiddraad voor verder onderzoek der feiten gevonden. Newton bepaalde zich tot het onderzoek van 't geen de theorie leert indien beide lichamen, zon en maan, zich in den equator bewegen, indien de geheele aarde met water bedekt is en indien bovendien deze watermassa steeds den vorm aanneemt, die bij volkomen rust zou aangenomen worden. Hierdoor vond hij reeds terstond eene bruikbare verklaring voor de hoofdfeiten, nl. het in Europeesche havens optredend overwegend dubbel getij en het verschijnsel van spring- en doodtij; alleen stuitte hij op het feit, dat springtij op bijna geene plaats ter wereld voorkomt op den dag waarop zon en maan te samen in den meridiaan staan, maar meestal een of anderhalven dag later. Dit tijdsverschil heeft daarom ook nu nog den naam van „ouderdom der getijden" gehouden, omdat Newton ten onrechte de verklaring hierin zocht, dat wel de grootste verheffing ontstond op het oogenblik der Syzygiën maar dat de hierdoor ontstane golf anderhalven dag noodig had om de havens in quaestie te bereiken. Newton's theorie is later voornamelijk door Bernouilli uitgewerkt tot de zoogenaamde evenwichtstheorie, waarbij twee omwentelingsellipsoïden, respectievelijk behoorende bij zon en maan en waarvan de toppen steeds naar die hemellichamen gekeerd zijn, geacht worden de niveauverschillen op aarde te kunnen weergeven.

Daar het deze evenwichtstheorie is, die in bijna alle leerboeken met meerdere of mindere duidelijkheid op den voorgrond gesteld wordt en ook nog in afzonderlijke studiën als leiddraad van het onderzoek wordt aangenomen, is het van belang de waarde dezer theorie aan eene kritiek te onderwerpen. Het is nu reeds terstond duidelijk, dat eene directe overeenstemming tusschen theorie en praktijk niet kan verwacht worden, omdat zich de omwentelingsellipsoïde alleen zou vormen in het geval dat de aarde niet om hare as draaide en aan de watermoleculen alle tijd gelaten werd om zich volgens het berekende evenwichtsvlak te rangschikken; de quaestie als een statisch probleem opgevat kan dus nooit zuiver gesteld heeten. In de tweede plaats blijkt al zeer spoedig uit de berekening, dat de rijzing en daling op eene oppervlakte, die niet geheel en al met water bedekt is, eene andere moet zijn dan wanneer aan deze voorwaarde is voldaan. Stelt men toch (Thomson and Tait, Natural Philosophy 1883 sect. 806), dat zich op aarde bevinden twee meren, een groot meer A en een klein meer B, met elkander gemeenschap houdend door een nauw kanaal en beide gelegen bij den equator op een onderlingen afstand van 90 graden, dan zal, indien de maan den meridiaan van A passeert hier hoogwater moeten zijn en in B laagwater; onder deze omstandigheden echter zal men wel in B eene ebbe waarnemen en wel eene bijzonder sterke, maar hiermede zal uit den aard der zaak geene merkbare rijzing in A overeenkomen en eveneens zal, indien 6 uren later de maan in (boven of onder) den meridiaan van B staat, hier hooger water geconstateerd worden dan de theorie leert en in A slechts eene nauw merkbare daling worden waargenomen. Hieruit volgt dat, indien men de zaak in algemeene termen stelt en uitgaat van eene aardoppervlakte die gedeeltelijk uit water, gedeeltelijk uit land bestaat, men stuit op het bezwaar dat met eene waterverdeeling als de theorie aangeeft het beginsel niet vereenigbaar is dat het totaal volumen van het water hetzelfde moet blijven; alleen dan zouden de theoretische hoogten bereikt kunnen worden indien er van buiten af water kon aangevoerd worden en dus volgt hieruit ook omgekeerd dat, als men vooropstelt dat het volumen onveranderlijk is, aan de evenwichtstheorie niet kan voldaan worden. Indien men nu, behalve deze tegenwerpingen op theoretisch gebied, bovendien de uitkomsten in rekening brengt van de vergelijking van de resultaten der rekening met die der waarneming, dan blijkt ook overeenstemming tusschen beiden slechts in geringe mate te bestaan. Als de top van de ellipsoïde naar het hemellichaam gekeerd is, zooals de theorie aangeeft, dan zou op althans de meeste plaatsen hoogwater bij maansdoorgang waargenomen moeten worden, terwijl inderdaad op de meeste plaatsen eer laagwater wordt geobserveerd. Dit zou zeker het geval moeten zijn voor alle plaatsen die aan de kust eener groote zee gelegen zijn.

Tegen dit bezwaar is nu wel in te brengen dat er verschillende redenen zijn aan te voeren waardoor vertra-

ging zou kunnen ontstaan, b. v. wrijving, maar dan blijft toch het feit onverklaarbaar dat ook langs de kust eener groote zee het havengetal zoo verschillend kan zijn en vooral wordt hierdoor het reeds aangehaalde feit van den leeftijd der getijden niet verklaard.

Een andere tegenwerping is deze, dat het eendaagsch getij, afhankelijk van de declinatie der hemellichamen, dat volgens de theorie moet optreden en wiens bestaan zoowel uit de teekening als uit eenvoudige berekening (1) terstond blijkt, aan den equator zou moeten verdwijnen en het grootst zou moeten zijn op eene breedte van 45°; beide conclusiën echter worden door de praktijk niet bevestigd en, zooals hieronder nader zal blijken, is het eendaagsch getij te Tjilatjap niet kleiner dan dat van plaatsen op hooge breedten; daarentegen was het de klassieke objectie van Laplace tegen deze theorie, dat te Brest een eendaagsch getij is op te merken, dat vele malen kleiner is dan overeenkomstig de theorie zou moeten gevonden worden. Geheel onverklaard blijft bovendien het feit, dat het grootste eendaagsch getij op de meeste Europeesche plaatsen niet aangetroffen wordt op den dag der grootste maansdeclinatie, maar meestal aanmerkelijk later, als b. v. te Liverpool 6 en te Leith niet minder dan 12 dagen, terwijl eindelijk ook getijden als die zijn waargenomen te Batavia, te Freemantle (Westkust van Australië) en te Cat-island (Golf van Mexico), waar nl. de eendaagsche getijden met den maansuurhoek geen verband schijnen te houden, bij deze beschouwingswijze geene verklaring vinden. Wel hebben de heeren Melchior en Blink (2) getracht in de evenwichtstheorie eene verklaring te vinden voor het hoofdgetij te Batavia en is ook hunne opmerking volkomen juist, dat het theoretisch eendaagsch getij hoogwater moet veroorzaken bij doorgang van Nieuwe Maan, d. i. bij dag in den zomer (Juli) en bij dien van Volle Maan d. i. des nachts in den winter (December) voor Noordelijk gelegen plaatsen, maar deze verklaring geldt alleen voor de ook in hoogere breedten waargenomen normale eendaagsche getijden, die eene ongelijkheid te voorschijn roepen tusschen de beide binnen 't etmaal voorkomende hoogwaterstanden, dezelfde waarop Laplace zijne tegenwerping tegen de theorie grondde; volgens deze opvatting echter zou ook dit eendaagsch getij in elk geval, evenals het dubbel getij, met den tijd van den maansdoorgang moeten veranderen en dit is juist hetgeen het hoofdgetij te Batavia, en evenzeer op de bovengenoemde andere plaatsen, niet doet; het verandert nl. niet volgens den maansuurhoek maar volgens sterretijd, d. i. met eene vertraging van 24 uur in het jaar ten opzichte van den middelbaren tijd of 4 minuten per dag, eene geheel andere wijze derhalve om van hoogwater over dag in Juli over te gaan tot hoogwater bij nacht in December dan de evenwichtstheorie geven kan, waarbij eene dagelijksche verschuiving van 50 minuten moet aangenomen worden. Het eigenaardig eendaagsch getij, voornamelijk op de drie genoemde plaatsen, maar ook, schoon niet in zulk eene mate, op vele andere plaatsen waargenomen, vindt derhalve in deze beschouwingen geene verklaring.

Uit alle deze verschillen tusschen theorie en praktijk blijkt voldoende, dat het niet mogelijk is om door het teekenen of berekenen der evenwichts-ellipsoïde voor een gegeven oogenblik ook slechts bij benadering aan te geven hoe zich de getijden op de aardoppervlakte zullen voordoen, 't geen blijkbaar een gevolg is van de onjuiste opzetting der quaestie waarbij een dynamisch probleem als een statisch vraagstuk behandeld is.

Het was daarom een groote stap in de goede richting toen Laplace in zijne Mécanique céleste eene nieuwe theorie der getijden opstelde, waardoor het vraagstuk gerangschikt werd onder de rubriek van golfbewegingen, ontstaan onder den invloed van uitwendige krachten.

Deze bewonderenswaardige theorie, waaruit de machtige geest van den grooten mathematicus blijkt, was echter zoodanig in zijn werk bedolven onder andere theorema's, meer bepaaldelijk het hoofdonderwerp van zijn arbeid betreffende, dat zij eerst in de laatste jaren meer algemeen bekend geworden is en wel voornamelijk door Airy's artikel „*Tides and Waves*", gepubliceerd in de Encyclopedia Metropolitana, eene publicatie die heden in afzonderlijke uitgave zeer zeldzaam geworden is. Laplace gaat uit van het beginsel, dat de toestand der golfbeweging, in eene massa opgewekt, gelijken tred houdt, co-periodiek is, met de krachten die op die massa inwerken. Indien men derhalve de kracht door een hemellichaam uitgeoefend, eene kracht, die zooals bekend is van zeer vele factoren afhangt, uitdrukt in eene convergente reeks van periodieke termen, dan zal elk dier termen, beschouwd als zelfstandig optredende kracht, ook eene schommeling der watermassa te weeg brengen, die dezelfde periode vertoont en wier voortplanting nu aan eigenaardige wetten gebonden kan zijn, die afhangen van die periode zelve, van de verdeeling van land en water en van de diepte der zee. Feitelijk neemt Laplace dus aan, dat in plaats van de beide werkelijke hemellichamen, zon en maan, rondom de aarde eene gansche reeks van sterren zich bewegen, ieder met zijn eigen omloopstijd en eigen uurhoek.

Het is duidelijk dat de invoering van dit principe der „astres fictifs" eene veel grootere vrijheid aan de ontwikkeling der theorie laat en vooral eene veel grootere mogelijkheid van aanpassing (indien dit germanisme hier gebezigd mag worden) der resultaten van de waarneming aan de uitkomsten der rekening, dan bij de evenwichtstheorie mogelijk was.

Laplace heeft de oplossing van het zeer moeilijke mathematische probleem gegeven voor het geval van een de geheele aarde bedekkenden oceaan van gelijkvormige of volgens eene bepaalde verhouding tot de geographische breedte veranderlijke diepte. Voor het werkelijk geval van

(1) Zie o. a. Brouwer, Handleiding tot de theoretische en praktische zeevaartkunde, 1866. Tweede deel, bladz. 411.

(2) Dit Tijdschrift, 1884, en Wind- und Meerresströmungen im Gebiet der kleinen Sunda-Inseln, Beiträge zur Geophysik.

ongelijke verdeeling van land en water en van verschillende diepten echter kan de oplossing niet gegeven worden en kan alleen door de waarneming voor elk dezer *astres fictifs* zoowel de amplitude van het partieel getij als ook de vertraging van den tijd van hoog water na den doorgang van de fictieve ster bepaald worden. Het groote verschil tusschen deze theorie en de evenwichtstheorie valt nu terstond in het oog; de eerste ontbindt en beschouwt de afzonderlijke factoren, de tweede daarentegen beschouwt in de omwentelings-ellipsoïde een complex van verschijnselen en volgt dus den weg der synthese in tegenstelling van de eerste, welke dien der analyse volgt. Daar nu te Batavia slechts eene dier vele afzonderlijke factoren tot buitengewone, d. i. buiten verhouding tot andere, ontwikkeling geraakt is, door welke oorzaken dan ook, is het duidelijk, dat de synthetische verklaringsmethode, hier besprokene geene toepassing kon vinden en kunnen juist dergelijke getijden als een uitstekend voorbeeld aangehaald worden van het voordeel der dynamische theorie boven de statische.

Het resultaat van Laplace's berekening gegeven voor een de geheele aarde bedekkenden oceaan blijkt echter evenmin als Newton's berekening van directe toepassing op de waarneming.

Wel heft zij eene der moeilijkheden op, nl. deze, dat voor de meeste plaatsen eer laag dan hoog water bij maansdoorgang wordt waargenomen, die bij de evenwichtstheorie blijft bestaan, door dat zij inderdaad laag water aangeeft als het hemellichaam in den meridiaan staat; maar hier staat tegenover dat Laplace tot de merkwaardige conclusie komt dat bij gelijkmatige diepte der zee het eendaagsch getij over de geheele aarde verdwijnen moet, hetgeen, zooals bekend is, vooral voor getijden buiten den Atlantischen oceaan, in geenen deele het geval is, ofschoon erkend moet worden, dat het bezwaar tegen de evenwichttheorie, dat nl. op hooge breedten deze eene veel te groote waarde aan eendaagsche getijden geeft, bij Laplace's theorie grootendeels wordt opgeheven, zoodat deze, hierin althans, nader aan de werkelijkheid komt. Dat bij Laplace's theorie laag water bij doorgang van het hemellichaam moet gevonden worden, verklaart Darwin op populaire wijze aldus.

Indien in een kanaal gelegen rondom den equator op de eene of andere wijze door eene plotselinge oorzaak eene golfbeweging ontstaat, dan zal deze golf zich voortplanten met eene snelheid die afhangt van de diepte van het kanaal volgens de bekende formule

$$c = \sqrt{p.\ g}.$$

waarin c de voortplantingssnelheid, p de diepte en g de versnelling der zwaartekracht voorstelt. De maan nu loopt rondom de aarde met eene snelheid van 448 M. per seconde: opdat dus de golftop zich op ongedwongen wijze even snel kunne voortbewegen zou het kanaal eene diepte moeten hebben van

$$p = \frac{c^2}{g} = \frac{(448)^2}{9.8} = 20480 \text{ M.}$$

Stellen wij de gemiddelde diepte der zee echter op 5000 M. of vier malen kleiner, dan zal de voortplantingssnelheid twee malen kleiner zijn. De golven die door de maan in het kanaal te voorschijn geroepen worden zullen dus uit een complex bestaan van de gedwongen golf, voortschrijdende onder de maan met eene snelheid van 448 meters per seconde, en van eene reeks van achterblijvende golven, die, eenmaal door de maan losgelaten, het hemellichaam niet kunnen bijhouden. De resulteerende golf zal dus de composante zijn van de som eener reeks van deze partieele golven en deze resulteerende golf wordt gedwongen zich met eene snelheid te bewegen van 448 meters per seconde evenals de maan zelve. Indien men nu een korten slinger, die dus slingeringen van korten duur volbrengt, langzaam met de hand beweegt en dus dwingt tot langzamer beweging, dan hij uit eigen beweging zou verrichten, dan zal de bol steeds met de hand in contact blijven m. a. w. als een vibreerend lichaam door eene periodieke kracht gedwongen wordt tot langzame beweging, dan zal het lichaam zich dien dwang laten welgevallen en de grootste afwijking zal samenvallen met die der grootste kracht in de richting van den stoot. Omgekeerd echter, indien men een langen slinger met lange periode wil trachten sneller te doen slingeren dan overeenkomstig de eigen periode, zoo zal de bol niet met de hand medegaan, maar hand en bol zullen elkander steeds treffen in tegengestelde richting.

Dit laatste geval doet zich ook voor bij de golfbeweging in het kanaal, waar dus, als bij den langenslinger, kracht en effect met elkander in tegenstelling zullen zijn en laag water zal voorkomen onder het hemellichaam, terwijl de kracht eigenlijk hoogwater zou moeten veroorzaken.

Het hier als voorbeeld aangehaalde geval van getijbeweging in een kanaal heeft zonder twijfel meer overeenkomst met de werkelijkheid dan Laplace's onderstelling van een de geheele aarde bedekkenden oceaan en Airy's uitvoerige studie in „*Tides and Waves*," waarin golfbeweging in kanalen van verschillende ligging tot grondslag der berekening wordt aangenomen, moet ook nog op dit oogenblik als het hoogste beschouwd worden dat op theoretisch gebied betreffende het probleem der getijden is tot stand gebracht, terwijl de invoering in zijne theorie van de wrijving als factor niet alleen een groote stap voorwaarts is, maar de resultaten hieruit afgeleid zeker in de toekomst de grondslagen zullen vormen voor verdere uitbreiding.

§ 3. Ofschoon nu Airy's kanaaltheorie vooral voor getijbeweging in straten en rivieren onmiddellijke toepassing vindt, moet deze overeenstemming tusschen theorie en praktijk alleen als eene qualititieve, niet als eene quantitatieve opgevat worden en kan er dus nog geen spraak zijn van classificatie van het probleem onder de rubriek der astronomische bewegingsproblemen. „De tegenwoordige toestand der getijdentheorie — zegt Ferrel — is geheel en al te vergelijken met die der Astronomie voor 2000 jaren, toen het noodig was om elke bijzonderheid

in de bewegingen van zon en maan door waarneming te bepalen. terwijl tegenwoordig uit enkele weinige elementen de banen der hemellichamen vooruit berekend worden."

Deze bewering is, zooals uit het bovenstaande moge blijken, niet geheel billijk tegenover de theorie; waarneming alleen zou hier inderdaad weinig aanleiding tot onderzoek hebben opgeleverd en het is de theorie die aangeeft wat zal waargenomen worden, al moet de vraag naar het hoe groot en wanneer dan ook door de praktijk worden beantwoord. Voor eene eenigzins ruwe kennis van de getijden in Europeesche havens was het pasklaar maken van de evenwichtstheorie voor de praktijk niet moeilijk. Reeds met behulp der elementaire mathesis toch vindt men gemakkelijk (1) dat er zich drie soorten van omwentelingsellipsoïden moeten voordoen. De eerste, onafhankelijk van den uurhoek van het hemellichaam, met hare lange as liggende in de as der aarde en zich samen trekkende en uitzettende met de declinatie van het hemellichaam, bleek van weinig belang en is eerst in de laatste tijden nader bestudeerd; de tweede ellipsoïde heeft den top op eene breedte van ongeveer 45° en (2) volgt met dezen top het hemellichaam in zijne beweging; ook deze ellipsoïde, die derhalve één maal gedurende haar omloop hoogwater veroorzaakt, is veranderlijk van vorm en verliest de ellipsoïdvormige gedaante als het hemellichaam den equator passeert, d. i. als zijne declinatie 0 is, terwijl zich de vorm het meest accentueert bij groote declinatie, onverschillig of deze Noordelijk of Zuidelijk is. De derde ellipsoïde beweegt zich met beide toppen in het vlak van den equator, het hemellichaam in zijne beweging volgend, en verandert slechts weinig met diens declinatie ($\cos^2 \delta$); deze ellipsoïde veroorzaakt derhalve tweemalen daags hoog en laag water.

De eenvoudigste wijze nu om, althans voor de oudst bekende Europeesche getijden, ongeveer rekenschap te kunnen geven van de waargenomen verschijnselen was nu deze, dat men de beide eerste ellipsoïden niet medetelde, alleen rekening hield met de laatste, en zich derhalve bepaalde tot de berekening van de resulteerende afwijkingen van den waterstand voortkomende uit de samenvoeging der beide ellipsoïden van deze soort voor zon en maan. Noemt men den uurhoek van het hemellichaam P dan zou dus, volgens de evenwichtstheorie, de schommeling van den waterstand weergegeven kunnen worden door de formule

$$K \cos 2 P$$

en om theorie en praktijk met elkander te doen overeenstemmen had men slechts aan te nemen, dat de ellipsoïde zich niet met haar top naar het hemellichaam richt maar eene bepaalde hoekwaarde achterblijft, eene waarde die voor elke haven verschillend kan zijn, terwijl ook de amplitude K van de theoretische waarde aanmerkelijk kan verschillen; voor de praktijk geldt dan de formule

$$W \cos (2 P - H) \qquad (1)$$

(1) Brouwer, Zeevaartkunde en Thomson and Tait l. c.

(2) Omdat de uitdrukking de sinus der dubbele breedte tot factor heeft, welke een maximum waarde bereikt bij eene breedte van 45°.

waarin H het zoogenaamd havengetal voorstelt uitgedrukt in graden; daar deze periodieke uitdrukking hare grootste waarde bereikt als 2 P gelijk is aan H, zoo zal dus de verachtering van het getij of de tijd die verloopt sedert den doorgang van het hemellichaam tot aan het oogenblik van hoog water in tijdseenheden uitgedrukt zijn

$$T = \frac{H}{2\varkappa} \qquad (2)$$

als $\varkappa$ de hoek is die door het hemellichaam in de tijdseenheid doorloopen wordt. Indien men toch in de formule (1) aldus geschreven

$$W \cos (2 \varkappa T - H)$$

de waarde (2) voor T substitueert dan bereikt de uitdrukking hare maximum waarde W.

Men ziet uit deze beschouwing terstond dat deze definitie van het havengetal, als men hiervoor nl. eene constante grootheid wenscht, wel voor de praktijk bruikbaar is maar niet aan de eischen eener streng wetenschappelijke opvatting voldoet. De hoeksnelheid $\varkappa$ toch waarmede een hemellichaam, en in 't bijzonder de Maan, zich beweegt, is niet constant maar van dag tot dag verschillend omdat de banen ellipsen zijn en niet cirkels, zoodat het havengetal in tijd uitgedrukt, als in formule (2), reeds hierdoor eene niet volkomen constante grootheid zal zijn. Moge nu dit bezwaar van weinig beteekenis zijn, de definitie van het havengetal wordt veel minder scherp indien, zooals in de praktijk geschiedt, de som van twee ellipsoïden, die voor zon en maan, geacht worden de verschillen der waterstanden weer te geven. Indien dan $\varkappa$ en $\varkappa'$ de hoeksnelheden voorstellen respectievelijk van de maan en de zon en H en H', de havengetallen, dan wordt de uitdrukking voor de getijhoogten

$$W \cos (2\varkappa T - H) + W' \cos (2\varkappa' T - H') \qquad (3)$$

Stelt men zich nu op het standpunt der theorie dan heeft men alle recht om te verwachten dat de oorzaken, die den top der maansellipsoïde ten opzichte van de maan doen achter blijven, op dezelfde wijze en in gelijke mate eene vertraging der zonsellipsoïde zullen te weeg brengen; in dit geval wordt

$$H = H'$$

En daar nu, ofschoon dit niet geheel juist is, mag aangenomen worden dat op den dag van nieuwe en volle maan de uurhoeken van maan en zon $\varkappa T$ en $\varkappa' T$ ongeveer gelijk zullen loopen, omdat op die dagen het oogenblik waarop men den tijd begint te tellen voor beide hemellichamen hetzelfde is, zoo zal, in dit geval, hoog water gevonden worden en wel springtij

$$W + W'$$

op de dagen van nieuwe en volle maan en wordt dan voor het havengetal, als vroeger gevonden

$$T = \frac{H}{2\varkappa}$$

Deze tijd van hoog water, na den maansdoorgang op den dag van nieuwe of volle maan wordt het gewone havengetal genoemd en is dan in werkelijkheid alleen dan eene constante grootheid als inderdaad H = H' is, ter-

wijl ook dan nog, wegens het ongelijke verloop der uurhoeken, de definitie niet scherp is.

In den regel echter zijn de beide havengetallen van zon en maan niet onderling gelijk, maar is de vertraging der zonsellipsoïde grooter dan van die door den maansinvloed veroorzaakt.

Daar echter de zon sneller loopt dan de maan en ongeveer 50 minuten daags inhaalt, zullen beide ellipsoïden eerst samenvallen na een tijd

$$\frac{H' - H}{2(\alpha' - \alpha)} = \frac{H' - H}{1.016} = 0.984\ (H' - H) \qquad (4)$$

welke uitdrukking den leeftijd der getijden voorstelt uitgedrukt in uren. Eene betere waarde voor het havengetal verkrijgt men derhalve indien men hiervoor neemt, niet het tijdsverschil tusschen maansdoorgang en hoog water op den dag van nieuwe maan, maar dat waargenomen op den dag van springtij, die meestal een of anderhalven dag later valt.

Dit havengetal wordt het verbeterde havengetal genoemd, en is eigenlijk gelijk aan H', het havengetal van de zon, omdat het springtij is wanneer de veranderlijke tijd van hoogwater door de maan veroorzaakt samenvalt met den constanten tijd van hoog water van het zonsgetij.

Op plaatsen waar het dubbel getij in sterke mate overheerschend is, voert deze benaderingsmethode tot zeer bruikbare resultaten en kan men in de praktijk aannemen dat de uitdrukking die voor elken dag de niveauverschillen aangeeft, inderdaad slechts uit twee termen bestaat, zoodat men voor de veertien dagen na den dag van springtij, ook veertien verschillende kromme lijnen verkrijgt, die zich daarna in dezelfde orde herhalen. Deze eerste benadering van de hoogten der getijden brengt ook het voordeel mede dat de grootheid waar het in de praktijk vooral op aankomt, nl. de tijd van hoog water, terstond uit de vergelijking (3) kan berekend worden en men dus, door middel eener tabel van correcties, die aan het havengetal zijn toe te volgen, tot het gewensche resultaat kan komen.

Reeds spoedig echter stuitte men bij de toepassing dezer eenvoudige proeve tot eene benaderende oplossing van een zeer ingewikkeld probleem, op groote bezwaren.

Zelfs voor de ruwe eischen der praktijk bleek het niet voldoende om de derde ellipsoïde als constant van ellipticiteit te beschouwen en zoodra men andere getijden leerde kennen dan die van Westelijk Europa, bleek het welk eene groote rol ook de tweede ellipsoïde kan spelen, terwijl beide ellipsoïden aanmerkelijke schommelingen ondergaan, niet alleen tengevolge der verandering van declinatie maar ook van den afstand der beide hemellichamen. Men hield echter, en doet dit vaak nog, vast aan de eenmaal opgevatte meening en beschouwde als onregelmatigheid wat niet in het aangenomen systeem paste. Zelfs Whewell, zeker de scherpzinnigste van allen, die langs den weg der empirie het probleem hebben getracht op te lossen, had moeite om in te zien dat eigenlijk niet de buiten-Europeesche getijden, maar juist de Europeesche abnormaal zijn door hun eenvoud.

Zoodra echter het eendaagsch getij niet meer kan verwaarloosd worden, falen alle methoden, die op het feit gebaseerd zijn, dat in de meest bekende havens de verschijnselen der getijden zich na 14 dagen herhalen. Wel trachtte men met behulp der theorie correcties aan te brengen voor den invloed van den maan- en zonsafstand en heeft in dit tijdschrift de heer Melchior eene studie gepubliceerd welke ten doel had om, aan de hand der evenwichtstheorie, ook voor zoo abnormale getijden als te Batavia bruikbare gegevens vooruit te berekenen, maar indien eenmaal de theorie, tot haar eenvoudigsten vorm teruggebracht, niet meer toepasselijk is, verliest men noodwendig bij dergelijke pogingen het voordeel der eenvoudigheid zonder toch dat der juistheid te bereiken; de berekeningen worden voor de praktijk te omslachtig en zijn voor wetenschappelijk onderzoek niet juist genoeg. Zooals reeds is opgemerkt, geeft eene eenvoudige rekening aan, dat men rekening moet houden met drie ellipsoïden, allen van veranderlijke ellipticiteit, voor elk hemellichaam, en dus voor zon en maan met zes ellipsoïden, die ieder met haar top het hemellichaam hetzij direct (volgens de theorie), hetzij op bepaalden afstand volgen. De ellipticiteit dezer omwentelingslichamen verandert met den afstand der hemellichamen en met hunne declinatie. Zooals boven is aangetoond mag echter deze uit de evenwichtstheorie volgende conclusie niet als met de werkelijkheid overeenkomende beschouwd worden en kunnen wij wel deze ellipsoïden behouden, maar geenszins als voorstellende waterhoogten maar veeleer als voorstellingen van de uitgeoefende krachten; als zoodanig opgevat zijn zij zeker juist en kan haar gebruik geene aanleiding geven tot verkeerde gevolgtrekkingen. Deze voorstellingen zijn echter nog in geenen deele zoo eenvoudig als men in een mechanisch probleem voor voorstellingen van componeerende krachten kan wenschen; de ellipticiteiten toch zijn veranderlijk en hiermede de grootte der kracht en de toppen volgen de hemellichamen die, zoowel zon als maan, op zeer onregelmatige wijze rondom de aarde draaien. Het is dus natuurlijk dat men nu niet blijft stilstaan bij het eerste resultaat der analyse, nl. de drie genoemde ellipsoïden, maar dat men de quaestie consequent behandelt en aan de analyse den eisch stelt om wederom elk dezer ellipsoïden te ontleden in eene reeks van andere, ieder met verschillende, maar nu geheel constante, hoeksnelheden en ieder met eene eveneens verschillende, maar constante ellipticiteit; eene opgave die opgelost kan worden omdat het altijd mogelijk is om eene niet enkelvoudige periodieke functie te ontleden in eene reeks van enkelvoudige periodieke functies.

Theoretisch zal men een oneindig aantal ellipsoïden als voorstellingen van uitgeoefende enkelvoudige periodieke krachten moeten aannemen; voor de praktijk echter van het wetenschappelijk onderzoek zal het blijken dat eene ontleding in ongeveer vijf enkelvoudige ellipsoïden voor elk der zes samengestelde voldoende zijn, terwijl voor de zeemanspraktijk het getal nog aanmerkelijk geringer kan zijn.

Indien men nu aanneemt dat met elk dier enkelvoudig periodieke krachten, voorgesteld door ellipsoïden, ook eene golfbeweging overeenkomt van gelijke periode, echter met door de praktijk te bepalen amplitude en tijd van optreden (epoque), dan is de methode der harmonische analyse volkomen gedefinieerd van uit het standpunt der evenwichtstheorie.

Stelt men zich echter op het standpunt der dynamische theorie en vergenoegt men zich derhalve niet met de abstracte krachten, maar meent men iets naders te kunnen bepalen omtrent de verhouding van golfbeweging en krachten dan een enkel verband, dan komt men toch tot hetzelfde resultaat; in het eerste geval zijn het de berekende enkelvoudig periodieke krachten wier effect men door de methode der zuivere empirie, d. i. hier der statistiek, wil meten, in het tweede geval past men dezelfde methode toe op de golfbewegingen die men door de theorie heeft leeren kennen, wier amplituden en epoquen echter eveneens langs empirischen weg moeten bepaald worden.

Terwijl Darwin zijne voorschriften voor de harmonische analyse op de theorie der ellipsoïden of, als men wil, op de evenwichtstheorie gebaseerd heeft, is door Börgen de kanaaltheorie van Airy tot grondslag aangenomen voor zijne berekeningen en van beiden zijn, zooals dan ook het geval moet zijn, de resultaten dezelfde; alleen de vergelijking van waarneming en theorie zal natuurlijk andere resultaten geven, al ware het alleen omdat bij de kanaaltheorie in de berekende amplituden de diepte der zee als factor optreedt, eene grootheid die de meer abstracte, zuiver mechanisch-statistische theorie der krachtsellipsoïden niet invoert.

Uit dit historisch overzicht, het eenige dat bij wetenschappelijke onderwerpen tot een juist inzicht en daardoor tot eene juiste definitie eener nieuwe methode kan leiden, blijkt dus, dat eigenlijk Laplace door invoering zijner *astres fictifs* reeds den weg heeft aangewezen waarop men nu voortgaat, dat Airy in zijne „*Tides and Waves*" reeds een stap verder is gegaan in deze richting, maar dat hij alleen dáárom niet tot de methode is gekomen omdat hij zich niet geheel heeft weten vrij te maken van complexe, d. i. in dit geval niet enkelvoudig-periodiek veranderende grootheden als b. v. de declinatie. De groote ontwikkeling van de leer der trillingen, waar Fourier's theorema van de ontleedbaarheid eener saamgesteld-periodieke functie in eene reeks van enkelvoudige, zulk eene overwegende rol speelt, moest voorafgaan, alvorens Thomson ook voor het probleem der getijden de voordeelen dezer analyse à outrance kon inzien en aanwijzen.

In de commissie door de *Br. Association* benoemd ter bestudeering dezer methode was het Darwin, die de door Thomson aangewezen methode in vorm en schema wist te brengen, terwijl eindelijk Börgen naar aanleiding van dezen arbeid van Darwin aantoonde hoe ook Airy's kanaaltheorie voor eene zelfde ontwikkeling vatbaar was als de meer abstracte evenwichtstheorie.

Om tot eene gemakkelijke voorstelling te komen van het probleem der getijden, zooals dit door de harmonische analyse wordt opgevat en zooals in de praktijk ook blijkt de eenige te zijn, die niet alleen de bekende Europeesche, maar ook de ten onrechte abnormaal genoemde getijden omvat, heeft men zich dus los te maken van de gedachte, die tot heden altijd vooropgesteld is, dat de zichtbare zon en maan de directe oorzaak der golfbewegingen zijn en daarentegen aan te nemen, dat een aantal andere onzichtbare hemellichamen, die allen (ongelijk aan zon en maan) met uniforme snelheid om de aarde draaien, elk voor zich een bepaald getij opwekken. Voor elk dier sterren is de tijd van doorgang door den meridiaan volkomen bepaald door bekende astronomische grootheden, zoodat men die voor elken willekeurigen dag terstond kan aangeven, zonder een almanak te raadplegen, alleen met behulp van tafels die gelijkmatig voortschrijdende grootheden aangeven en die dus ook door formulen kunnen worden vervangen, terwijl men ook voor elke golf daardoor veroorzaakt de verschuiving vindt opgegeven van den tijd van hoogwater ten opzichte van den tijd van doorgang.

Terwijl derhalve het havengetal eene wetenschappelijk niet scherp gedefinieerde grootheid is, eene complexe functie waarin ook de leeftijd der getijden is begrepen, heeft hier elk getij zijne eigene, scherp gedefinieerde, verachtering en zou het derhalve, indien men de voortplanting der golven wil nagaan, ook noodzakelijk zijn voor elk getij eene afzonderlijke kaart te teekenen.

Deze juiste definitie der vertraging is een zeer groot voordeel omdat hierdoor eene fout voorkomen wordt, die dikwerf tengevolge van de onzekere definitie van het begrip havengetal en het vasthouden aan de evenwichts theorie wordt gemaakt en waaraan ook de heeren Melchior en Blink niet zijn ontgaan bij hunne proeve tot verklaring der getijden in de Java- en Chineesche zee. Steunende op de theorie der complexe evenwichtsellipsoïde, die zich steeds met de maan bewegen moet, nemen zij op de gewone wijze als havengetal aan den constanten afstand, die tusschen maan en golftop zal bestaan, een getal dat derhalve, volgens deze opvatting, voor alle die ellipsoïde samenstellende getijden, eendaagsche of dubbeldaagsche hetzelfde moet zijn, en op autoriteit van verschillende bronnen (men vindt die ook in het extract van de „*Connaissance des Temps*") wordt b. v. voor Batavia als havengetal aangenomen 10 uur, voor Pontianak 8 uur, enz. Het zal na lezing der voorafgaande redeneeringen duidelijk zijn, dat de als havengetallen gegeven getallen of op eene misvatting van dit begrip, of op eene onjuiste toepassing van de resultaten der waarneming berusten en derhalve, zonder nieuwe definitie van het begrip havengetal (die echter niet uit de evenwichtstheorie is af te leiden) niet tot grondslag voor verdere redeneering mogen gebezigd worden.

Het havengetal toch is de tijd die er verloopt tusschen maansdoorgang en den tijd van hoogwater bij volle of Nieuwe Maan. Nu is het in Juni te Batavia hoogwater des avond te 10 uur.

Wordt nu waargenomen op den dag van Nieuwe Maan dan vindt men inderdaad voor het havengetal 10; neemt de waarnemer, wien men opgave van het havengetal vraagt, echter waar bij Volle Maan, dan vindt hij 10 uren na maansdoorgang niet hoog, maar laag water en zijn antwoord op de vraag, zooals deze gesteld is, moet dus óf zijn dat er geen vast havengetal is, óf dat het bij Nieuwe Maan 10, bij Volle Maan 22 uur bedraagt, en neemt hij gedurende eene geheele lunatie waar, zooals eigenlijk behoort, dan vindt hij voor havengetal alle mogelijke waarden van 0 tot 23.

Neemt de waarnemer echter in December waar, als hoogwater te Batavia te 10 uur V. M. voorkomt, dan zal hij daarentegen antwoorden dat bij Volle Maan het haven getal is 10 en bij Nieuwe Maan 22 uur. Zelfs indien het hoofdgetij te Batavia zijne verklaring vond in de beweging van de ellipsoïde, zooals door de heeren Melchior en Blink wordt aangenomen, indien derhalve hetgeen niet het geval is, de golftop de beweging der Maan volgde, dan zou toch eene nieuwe definitie van het begrip havengetal aangenomen en uitdrukkelijk als voorwaarde gesteld moeten worden, dat dit getal slechts van één maansdoorgang, willekeurig 't zij bovenste of onderste, moest afgeteld worden, zoodat hier ook de mogelijkheid bleef van een havengetal grooter dan 12 uur, 't geen bij de gewone opvatting natuurlijk onmogelijk is. Dit leert ook de formule, want indien men op de gewone wijze het eendaagsch getij voorstelt door de uitdrukking

$$W \cos (P - H) = W \cos (\varkappa T - H)$$

dan vindt men voor het havengetal

$$T = \frac{H}{\varkappa}$$

en daar H alle waarden van 0° tot 360° kan hebben en $\varkappa$ voor de maan iets minder dan 15° bedraagt moeten voor T alle waarden mogelijk zijn van 0 tot 24 uur.

Indien derhalve in verschillende, groote autoriteit hebbende werken, als de Connaissance des Temps, voor Batavia als havengetal wordt opgegeven 10 uur, zoo berust dit op eene misvatting van het woord en van den aard der getijden en is dit getal onder deze verkeerde benaming in de wereld gekomen omdat in Juni des avonds te 10 uur hoog water voorkomt; ware dit nu alleen het geval op den dag van Nieuwe Maan en kwam het den volgenden dag 50 minuten later, zoodat het bij volle Maan des ochtends te 10 uur hoog water was, dan zou dit inderdaad een havengetal zijn; feitelijk echter blijft het gedurende de geheele maand ongeveer op denzelfden tijd hoogwater en heeft dus de uitspraak dat te Batavia in Juni bij Nieuwe Maan te 10 n.m. hoogwater invalt, geen zin, omdat de maansbepaling geen verband houdt met het verschijnsel.

Intusschen heeft deze onjuiste opvatting geen invloed op de conclusie waartoe de heeren Melchior en Blink komen omtrent de voortplanting der golf uit de Chineesche zee door de Karimata-straat naar de Java-zee, omdat dezelfde onjuistheid in het gebruik van het woord geldt voor Pontianak en Batavia, en op beide plaatsen de getijden van den zelfden aard zijn. Zoodra echter het getal 10 uur vergeleken wordt met een havengetal in de buitenzee, waar dubbele getijden voorkomen, en dus de oude definitie voor dit begrip geldt, dan wordt de conclusie geheel onjuist omdat onvergelijkbare grootheden als vergelijkbare behandeld worden. Het eigenlijk havengetal, behoorende bij het Maans dubbelgetij, is te Batavia niet 10 uur, maar 11.97 uur en alleen hiermede zou het door den heer Melchior voor Java's Zuidwestelijkste punt gegeven havengetal, 3 uur, kunnen vergeleken worden.

Het is noodzakelijk geweest om deze schijnbaar eenvoudige quaestie uitvoerig te bespreken, uitvoeriger misschien dan de lezer noodig oordeelt, omdat het den schrijver uit verschillende rapporten gebleken is en nog steeds blijkt, dat men in 't algemeen zich niet kunnende ontwennen aan de vooropgestelde opvatting eener vloedgolf, die zich met de maan beweegt, zooals de evenwichtstheorie aangeeft, nog steeds met de phasen der maan in verband tracht te brengen, wat daarmede niet in verband te brengen is, waardoor natuurlijk de meest scherpzinnige pogingen om orde te brengen in eene reeks van verschijnselen ten eenmale moeten falen; terwijl juist hieruit blijken kan hoe groot de voordeelen van de methode der harmonische analyse boven de andere methoden van bewerking zijn.

Eene vraag die bij deze bij uitstek praktische beschouwing van het vraagstuk der getijden, waarbij het als het ware wordt opgevat als eene reeks van vergelijkingen van gegeven vorm met onbepaalde coëfficienten, die door de ervaring moeten worden bepaald, voor de hand ligt, is deze, of men hier slechts met eene mathematische opvatting te doen heeft, die tot een goed resultaat moge leiden door hare algemeenheid, maar die, als resultaat der analyse, met de werkelijkheid niet het minste verband behoeft te houden, of wel of deze opvatting ook in de natuur haar weerslag vindt. Met andere woorden of de door berekening gevonden partieele getijden inderdaad een zelfstandig bestaan kunnen hebben dan wel of alleen hunne resultante eene bepaalde praktische beteekenis heeft.

Het antwoord op deze vraag moet, voor zooverre de bestaande onderzoekingen recht geven tot beantwoording, gunstig luiden voor de nieuwe opvattingen en het schijnt dat werkelijk het water zelf de rol der analyse op zich kan nemen door op zeer verschillende wijze de partieele golven voort te planten. Dat dit voor een groot gedeelte moet geschieden, kan hieruit opgemaakt worden, dat de golven van korte periode door wrijving op andere wijze in hare voortplanting zullen worden belemmerd dan die van lange periode en dat door andere hinderpalen, als ondiepten en vernauwingen, korte perioden spoedig zullen verdwijnen, terwijl de golven van lange perioden in volle kracht zullen blijven bestaan. In het algemeen kan reeds van te voren gezegd worden dat de eerste ellipsoïde der evenwichtstheorie, die alleen langdurige schommelingen voorstelt, waarschijnlijk veel overeenkomst zal aantoonen

tusschen berekening en waarneming, dat de tweede ellipsoïde, die der eendaagsche variaties, grootere afwijkingen zal vertoonen, en dat eindelijk voor de golfbewegingen van korte periode de waterstanden, door de evenwichtstheorie aangegeven, geheel en al van die door waarneming verkregen zullen verschillen; ook zullen de beide theorieën, de evenwichts- en de dynamische onderling des te grootere verschillen opleveren naar mate de perioden sneller zijn. Uit deze beschouwingen is dus de conclusie te trekken dat men alleen op een klein eiland te midden van een grooten oceaan kans zou hebben om het verschijnsel waar te nemen als een complex, zooals werkelijk bij 't ontstaan van de eerste golf het geval moet zijn, dat echter op de meeste plaatsen omstandigheden van allerlei aard, te weinig zuiver gedefinieerd om in de berekening op te kunnen nemen, oorzaak zijn dat de verschillende partieele golven ieder op eigenaardige wijze tot ontwikkeling kunnen komen.

Ook in de geluidsleer vindt men analoge verschijnselen, waar men door middel van Helmholtz's resonatoren bepaalde boventonen kan hooren te midden van eene reeks van andere, terwijl men, met oefening, ook zonder behulp der speciaal afgestemde resonatoren, de boventonen op zulk eene wijze kan leeren hooren dat harmonie tot disharmonie wordt.

§ 4. Indien de uiteenzetting van hetgeen met de methode der harmonische analyse beoogd wordt doel heeft getroffen, dan moet het duidelijk zijn dat zij in den grond slechts eene werkmethode, geenszins eene nieuwe theorie, mag genoemd worden, hetgeen reeds hieruit volgt, dat zij voor beide bestaande theoricën tot dezelfde resultaten leidt. Inderdaad bestaat de methode uit twee afzonderlijke deelen: het eerste of astronomische deel, dat zich uitsluitend bezig houdt met de beweging der beide hemellichamen en tracht langs den weg der analyse deze beweging uit te drukken door eene reeks van gelijkmatige bewegingen. (Met krachten heeft men hier dus eigenlijk niet te doen, noch de amplitude noch de epoque, zooals die uit een der beide theoricën zou volgen, worden gebruikt; alleen de verschillende gevonden perioden). Het tweede gedeelte, het statistische, dat eigenaardig te huis behoort bij een Meteorologisch Observatorium, bestaat hierin, dat de waarnemingen (liefst uurwaarnemingen) volgens die gevonden perioden gerangschikt worden, waarbij, als bij alle statistiek, in het oog moet gehouden worden dat die rangschikking over zulk een tijd wordt voortgezet als noodig is om den invloed der andere perioden op te heffen. De methode is dus eene zuiver statistische en verschilt in geen enkel opzicht van de wijze waarop bij het Observatorium de invloed wordt onderzocht van de maan op barometerstand of aardmagnetische grootheden; hierbij toch gaat men alleen uit van de moeilijk te ontkennen praemisse, dat, als de maan invloed uitoefent, deze invloed eene zelfde periode moet aanwijzen als die van het hemellichaam ten opzichte van de plaats der waarneming. Omtrent den aard van dezen invloed en van de krachten die hierbij in het spel treden heeft men tot heden niet het minste begrip en dit is ook onnoodig. Bij het probleem der getijden kan men wel aannemen, dat het de zwaartekracht is die oorzaak is van de gevonden verschijnselen, maar van deze hypothese is de methode der harmonische analyse volkomen onafhankelijk en het is niet overbodig goed te doen uikomen, dat zij in alle deelen dezelfde zou zijn indien de theorie der zwaartekracht niet bestond. De rangschikking nu der getallen volgens gegeven perioden is natuurlijk volstrekt niet moeilijk. Praktische voorschriften vindt men in Baird „Manual for tidal observations and their reduction by the method of Harmonic Analysis" en vordert alleen veel arbeid; indien het derhalve mogelijk is om het astronomisch gedeelte, d. i. de terugvoering der gecompliceerde bewegingen tot eene reeks van eenvoudige, zonder behulp der analyse, alleen door eenvoudige redeneering uit te voeren, dan mag de methode der Harmonische analyse als gepopulariseerd beschouwd worden. Deze opgave is niet moeilijk op te lossen, althans voor de meest invloedrijke partieele getijden, en komt in den grond neer op het welbekende vraagstuk van de bedekkingen der wijzers van een uurwerk. Alvorens tot de afleiding dier partieele getijden over te gaan is het wenschelijk om eene kleine verandering voor te slaan in de wijze waarop een getij kan worden voorgesteld. De gewone tot nu gevolgde wijze is dat men, zooals boven reeds is besproken, gebruik maakt van den uurhoek van het hemellichaam.

De formule $W \cos (2\,P - H)$ of algemeen

$$W \cos (P - H)$$

echter is alleen dan praktisch indien men met een werkelijk hemellichaam te doen heeft, waarvan de uurhoek P voor elk oogenblik aan den almanak kan ontnomen worden; als men echter, zooals hier, met tal van *astres fictifs* werkt, dan wordt het wenschelijk om hierin verandering te brengen en niet, zooals bij de grootheid P het veranderlijk oogenblik van doorgang door den Meridiaan tot oorsprong van den tijd te nemen, maar een vast oogenblik nl. dat van den middag op de wijze als in astronomie gebruikelijk is.

Is nu weer $\varkappa$ de verandering per eenheid van tijd (en hiervoor wordt het gewone uur genomen) dan wordt de bovenstaande formule

$$W \cos (\varkappa\, T + V - H).$$

Voor $T = 0$ d. i. voor den middag burgerlijken tijd, wordt dan de formule

$$W \cos (V - H)$$

en men ziet hieruit dat V niets anders is dan de uurhoek van het hemellichaam op den middag. De grootheid $\varkappa$ is dus de verandering die V in de tijdseenheid ondergaat en het verdient opgemerkt te worden dat beide grootheden $\varkappa$ en V van dezelfde soort zijn; is V eene lengte dan is $\varkappa$ de verandering in lengte, is V een hoek, dan is $\varkappa$ de verandering van dien hoek.

Als V bekend is dan kan men derhalve $\varkappa$ terstond vin-

den; omgekeerd echter niet altijd omdat in V nog eene constante grootheid begrepen kan zijn en α zoowel gelijk is aan Δ V als aan Δ (V + C). De grootheid α wordt de snelheid genoemd, V het astronomisch gedeelte van het argument (of epoque) (V — $\varkappa$), en $\varkappa$ de vertraging van het getij.

Zooals men ziet heeft deze wijze van gebruik der formule alleen groote voordeelen als de beweging werkelijk regelmatig is, zoodat α eene bepaalde grootheid voorstelt en α T niet, als de uurhoek P onregelmatig verloopt.

De formule, die in het vervolg zal gebruikt worden, is, overeenkomstig de algemeen aangenomen annotatie:

$$H \cos (\alpha T + V - \varkappa)$$

waarin H de amplitude en $\varkappa$ de vertraging voorstelt.

De bewegingen nu waarmede men rekening moet houden zijn in de eerste plaats de vier volgende:

1°. De snelheid waarmede de aarde om hare as draait, welke inderdaad constant is en die gemeten wordt door den tijd die er verloopt tusschen twee doorgangen eener ster, de siderische omwentelingstijd van de aarde die, zooals bekend is, gelijk is aan 0.9972697 zonnedagen. In dien tijd worden 360 graden doorloopen en de snelheid, die γ genoemd wordt (naar $\gamma\tilde{\eta}$ aarde) is gelijk aan

$$\gamma = \frac{360^0}{0.9972697 \times 24} = 15^0.0410686 \text{ per uur.}$$

2°. De snelheid waarmede de aarde rondom de zon loopt, of als men wil, de zon zich verplaatst ten opzichte van het aardmiddelpunt; deze snelheid, is, zooals bekend is, niet constant, maar sneller bij het perihelium dan bij het aphelium; de gemiddelde snelheid echter, η genoemd naar $\tilde{\eta}\lambda\iota o\varsigma$ zon, wordt verkregen door 360 graden te deelen door het aantal uren in het jaar

$$\eta = \frac{360^0}{365.2422 \times 24} = 0^0.041068 \text{ per uur.}$$

3°. De snelheid waarmede de maan zich rondom het aardmiddelpunt beweegt; ook deze snelheid is niet constant, maar de gemiddelde snelheid, σ (naar $\sigma\varepsilon\lambda\acute{\eta}\nu\eta$ maan) wordt gevonden door 360 graden te deelen door het aantal uren van den tropischen omloopstijd der maan, die 27.3216 dagen bedraagt

$$\sigma = \frac{360^0}{27.3216 \times 24} = 0^0.5490165 \text{ per uur.}$$

4°. De maan beweegt zich in eene ellips waarvan echter de assen niet altijd dezelfde plaats innemen, zoodat de tijd, die er verloopt tusschen twee doorgangen der maan door het perihelium (de anomalistische omloopstijd), niet dezelfde is als die tusschen twee doorgangen door den klimmenden knoop, het snijpunt van ecliptica en maansbaan. In 8.85 jaren volbrengt de groote as der ellips eene geheele omwenteling en de snelheid is dus

$$\omega = \frac{360^0}{8.85 \times 365.2422 \times 24} = 0^0.0046419 \text{ per uur.}$$

Ook voor de zon zou eigenlijk eene dergelijke snelheid moeten in rekening gebracht worden; daar echter de as der aardellips zich in 21000 jaren (praecessie) 360° verplaatst, wordt deze grootheid zóó gering, dat zij verwaarloosd mag worden.

Indien wij nu nagaan welke grootheden V met deze snelheden overeenkomen, m. a. w. van welke grootheden deze snelheden de veranderingen per tijdseenheid voorstellen, dan is het duidelijk dat met de snelheid η der zon in hare baan, de grootheid h overeenstemt, de lengte der zon gemeten van af het voorjaarsnachteveningspunt, of, als men wil, de sterretijd op den middag, omdat de sterretijd is de tijd die er verloopen is sedert den doorgang door den meridiaan van het punt Ariës; op 21 Maart passeeren derhalve zon en eveningspunt te samen den meridiaan, maar doordat de zon van lengte verandert, passeert zij elken volgenden dag ongeveer 4 minuten $\left(\frac{360 \times 60}{365.2422}\right)$ later den meridiaan; naarmate derhalve de zon elken dag in lengte verandert, uitgedrukt in graden, verandert de tijd van doorgang van het punt Ariës, of de sterretijd, in uren. Deze redeneering geldt echter natuurlijk alleen als men de gemiddelde lengte per dag neemt, want de ware lengte verandert niet gelijkmatig en de sterretijd wel, zoodat men in den almanak niet altijd voor h en sterretijd volkomen dezelfde waarden zou vinden. Tot dezelfde conclusie komt men als men de vroeger gegeven definitie van V verkiest, nl. die van uurhoek op den middag.

Het hemellichaam draait eenmaal 's jaars rondom de aarde en de uurhoek die op 21 Maart 0 was neemt natuurlijk na elken dag zooveel toe als de zon gemiddeld in lengte verandert. In aansluiting aan hetgeen vroeger aangaande deze grootheid V werd opgemerkt, mag hier ook nog er aan herinnerd worden dat men niet gedwongen is de lengte der zon te tellen van af 21 Maart als de zon in 't snijpunt van equator en ecliptica staat, maar dat men evengoed (en Darwin doet dit om verschillende redenen) b. v. $h_0 - \frac{\pi}{2}$ voor V kan aannemen. Men verandert dan eenvoudig den tijd van doorgang door den meridiaan van het *fictief gesternte* eene constante grootheid, 't geen altijd geoorloofd is omdat men dan ook eene correspondeerende verandering in $\varkappa$ zal vinden, zoodat V — $\varkappa$ toch altijd voor een bepaalden dag dezelfde waarde zal hebben.

Het is alsof men (en dit wordt dikwerf door zeelieden gedaan) het gewone havengetal definieert, niet als tijd van hoogwater na passage der maan, maar als tijd van hoogwater, geteld van af 't oogenblik van maansondergang. Het havengetal wordt dan natuurlijk 6 uur kleiner dan volgens de eerste definitie, maar leidt toch in 't gebruik tot dezelfde resultaten.

Voor de snelheid σ van de gemiddelde maansbeweging geldt dezelfde redeneering: met σ als snelheid moet steeds s, de gemiddelde lengte der maan, overeenstemmen, geteld van af den klimmenden knoop, of van af een ander punt dat hiermede eene constante grootheid in lengte verschilt.

Met de snelheld ω waarmede het perigëum van de maansbaan zich beweegt, komt overeen de lengte van dit perigëum, geteld van af den klimmenden knoop en voorgesteld door p. Wat eindelijk betreft de eerste snelheid,

zoo is het duidelijk dat deze kan beschouwd worden als die van de gemiddelde zon, die zich beweegt met eene snelheid van 15° per uur plus die van de zonslengte $\eta = 0.0410686$.

Indien wij nu voor V de definitie nemen van uurhoek op 't oogenblik van middag, zoo is natuurlijk deze grootheid 0 voor de gemiddelde zon, omdat zij dan juist in den Meridiaan staat, en h_0 of sterretijd voor het overige gedeelte; wij vinden derhalve hier voor V, evenals bij de snelheid η, de grootheid h_0. Deze conclusie is slechts schijnbaar in strijd met het vroeger opgemerkte, dat de snelheid altijd de verandering is van het astronomisch argument. Met γ nl. correspondeerst eigenlijk de grootheid $360° + h_0$, met η alleen h_0 en van $360° + h_0$ is de verandering per uur $15° + 0°.0410686$. Deze 360° vindt men echter natuurlijk in de formule niet terug, omdat de formule hierdoor niets in waarde verandert.

Gaan wij nu na uit welke termen de verschillende factoren zullen bestaan, dan is de eenvoudigste manier om zich de analyse voor te stellen deze, dat de dagelijksche beweging van een hemellichaam ten opzichte van het aardmiddelpunt onregelmatig is, omdat de afstand verandert, en ten opzichte van eene plaats op het aardappervlak bovendien omdat de declinatie der hemellichamen veranderlijk is; wil men nu deze ongelijkmatige beweging herleiden tot eene reeks van gelijkmatig voortschrijdende periodieke factoren, dan zal steeds de eerste benadering of de hoofdfactor zijn die, welke voorgesteld wordt door de beweging van het hemellichaam met zijne gemiddelde snelheid in den equator, en niet in eene ellips, maar in een cirkel. Daar wij nu steeds met relatieve beweging te doen hebben van aarde en hemellichaam, vinden wij door eenvoudige optelling of aftrekking der absolute snelheden de gewenschte relatieve, en wel aftrekking als de beweging van het hemellichaam geschiedt in denzelfden zin en optelling als de beweging tegengesteld is.

In het eerste geval toch wordt de relatieve snelheid kleiner en zou zelfs tot 0 kunnen dalen als beide bewegingen even snel waren; in het tweede geval wordt zij natuurlijk grooter dan de grootste der beide snelheden.

Voor de beweging van de zon ten opzichte van een punt der aarde vindt men derhalve als eerste benadering de snelheid

$$\gamma - \eta = 15° \text{ per uur}$$

of, zooals te verwachten was, den gemiddelden zonnedag zooals die voor den burgerlijken tijd is aangenomen, bij de telling van welken tijd men even goed als bij het vraagstuk der getijden met een *soleil fictif* rekent en niet met de werkelijke zon. Wij weten echter uit de theorie dat de hier beschouwde ellipsoïde twee malen daags hoog water geeft, zoodat de snelheid verdubbeld moet worden en men voor eersten factor, veroorzaakt door de zon, mag aannemen

$$H \cos(\alpha T + V - \varkappa) = H \cos[2(\gamma - \eta) T - \varkappa] = S_2 \quad (3)$$

zoowel voor γ als voor η toch is $V = h_0$ zoodat het astronomisch argument nul wordt.

Voor het hoofdgetij door de maan te weeggebracht vinden wij op dezelfde wijze

$$H \cos[2(\gamma - \sigma) + 2 h_0 - 2 s_0 - \varkappa] = M_2 \quad (4)$$

De grootheid $\gamma - \sigma$ is inderdaad de dikwerf in astronomie gebruikte gemiddelde snelheid van de maan ten opzichte van het middelpunt der aarde; wij vinden $\gamma - \sigma = 14.4920521$ graden per uur. De duur van een maansdag is derhalve $\frac{360°}{14°.4920521} = 24.8412$ uur.

De maan blijft dus elken dag gemiddeld bij de zon achter 0.8412 uur = 50.472 minuten en de lunatie zal volbracht zijn, of de maan ten opzichte van de zon wederom in dezelfde positie verkeeren, als dit verschil van 0.8412 per dag is aangegroeid tot een geheelen maandag of 24.8412 uur, zoodat de gemiddelde duur eener lunatie is

$$\frac{24.8412}{0.8412} = 29.5306 \text{ dagen.}$$

Deze berekeningen zijn gegeven om te doen zien hoe gemakkelijk de invoering der snelheden alle ook in het dagelijksch leven gebruikte grootheden maakt.

Alvorens ook andere getijden te zoeken dan die door S_2 en M_2 voorgesteld worden, moet nog opgemerkt worden dat bij de afleiding dezer getijden en om de verdubbeling van de snelheid te rechtvaardigen, gebruik is gemaakt van een resultaat der theorie, nl. dat het hoofdgetij inderdaad dubbel is.

Dit is echter niet in strijd met het boven beweerde, dat de methode geheel en al onafhankelijk is van de theorie, want in werkelijkheid vindt men bij de analyse niet alleen een factor waarvan de snelheid is $\gamma - \eta$ of $\gamma - \sigma$ maar eene reeks van factoren die tot snelheden hebben b. v. voor de maan

$$\gamma - \sigma,\ 2(\gamma - \sigma),\ 3(\gamma - \sigma),\ 4(\gamma - \sigma)$$

enz. een oneindig getal, en men zou dus, ook zonder iets omtrent de theorie der getijden te weten, door rangschikking volgens $\gamma - \sigma$ (1) en berekening der empirische formule uit het resultaat van zelf vinden dat de dubbelperiodieke factor grooter was dan alle andere. Intusschen treden de andere getijden ook met meerdere of mindere intensiteit op en vindt men in de opgaven van de resultaten der analyse de getijden:

M_1, M_2, M_3, M_4, M_6, M_8, en even zooveel van S; de waarneming bepaalt hier zelve hoe verre men kan gaan.

Het is echter gemakkelijker om bij de redeneering aan de enkele hoofdgedachten der theorie, nl. die der drie soorten van ellipsoïden vast te houden, dan zich te beroepen op de waarneming.

De zich in den equator bewegende ellipsoïde nu, die een dubbeldaagsch getij veroorzaakt, is veranderlijk, in zeer geringe mate, met de declinatie van het hemellichaam, maar in grootere mate met den afstand van zon en maan.

Ten einde den hierdoor veroorzaakten periodieken factor te berekenen heeft men weder op dezelfde wijze te redeneeren als vroeger.

(1) Heeft men nl. gerangschikt volgens $\gamma - \sigma$ zoo heeft men tegelijkertijk gerangschikt volgens alle veelvouden dier snelheid.

De afstand van de zon verandert van kleinste waarde tot kleinste waarde binnen een jaar, als wij nl. de uiterst kleine beweging van de praecessie verwaarloozen, derhalve met eene snelheid η; de zon beweegt zich ten opzichte van de aarde met eene snelheid $2\ (\gamma - \eta)$ (ten minste de zon als dubbelgetij-verwekker beschouwd) en wij vinden dus voor de relatieve snelheden

$$2\ (\gamma - \eta) \pm \eta$$

gelijk aan $2\gamma - 3\eta$ en $2\gamma - \eta$

of voor de uitdrukkingen der dubbele getijden, (ten opzichte van de eerste van de tweede orde) veroorzaakt door de verandering van den zonsafstand:

$$T = H \cos [(2\gamma - 3\eta)\ T - h_0 - \varkappa] \quad \text{en} \qquad (5)$$

$$R = H \cos [(2\gamma - \eta)\ T + h_0 - \varkappa] \qquad (6)$$

beide, om uit den aard van hun ontstaan wel te begrijpen redenen, elliptische zonsgetijden genoemd; zij zijn begrijpelijker wijze zeer klein en voor de Ned.-Indische havens niet berekend. Anders is het met de elliptische maansgetijden, die, omdat de eccentriciteit van de maansbaan (0.0549) veel grooter is dan die van de aardbaan (0.0168), en omdat de gemiddelde afstand veel geringer is, in sterkere mate zal optreden.

Hier echter mag de beweging van de as in hare baan, die in 8.85 jaren een omloop volbrengt, niet verwaarloosd worden m. a. w. de tropische omloopstijd mag niet met den anomalistischen verwisseld worden. De tropische omloopstijd toch is:

$$\frac{360^\circ}{24 \times \sigma} = 27.3216 \text{ dagen.}$$

De anomalistische

$$\frac{360^\circ}{24 \times (\sigma - \omega)} = 27.5546 \text{ dagen}$$

en men vindt voor de snelheden, evenals bij de zon $2(\gamma - \sigma) \pm (\sigma - \omega) = 2\gamma - \sigma - \omega$ en $= 2\gamma - 3\sigma + \omega$ en voor de getijden

$$N = H \cos [(2\gamma - 3\sigma + \omega)\ T + 2\ h_0 - 3\ s_0 + p_0 - \varkappa] \qquad (7)$$

$$L = H \cos [(2\gamma - \sigma - \omega)\ T + 2\ h_0 - s_0 - p_0 - \varkappa] \qquad (8)$$

Deze beide dubbele getijden worden respectievelijk de groote en kleine maanselliptische getijden genoemd en zijn beiden ook in de Indische havens van merkbare grootte.

Het verdient opgemerkt te worden dat bij de berekening der snelheden telkens twee nieuwe relatieve snelheden gevonden worden, terwijl bij de berekening van maansdag en zonsdag slechts één getij ontstond; de reden hiervan is dat dáár de richtingen der beide snelheden bekend waren en dus, omdat deze in dezelfde richtingen plaats grepen, alleen de verschillen genomen werden.

Hier echter moet men zich voorstellen dat de aarde zich bevindt draaiende met de synodische snelheid, tegenover het hemellichaam dat zich verwijdert om daarna weer te naderen; noemt men dus de beweging van naderen positief ten opzichte van die der aardbeweging, zoo moet die van verwijdering als negatief beschouwd worden, m. a. w. de analyse zal aantoonen dat het niet mogelijk is door het aanbrengen van één periodieken factor rekening te houden met dezen invloed, maar er zullen voor elk geval twee factoren van verschillende periode optreden; hoe deze ten opzichte van elkander werken is gemakkelijk na te gaan uit de beide formules (7) en (8). Indien beide ellipsoïden zich met den top onder de *astres fictifs* N en L bewegen, indien er dus geene vertraging plaats heeft, dan is de grootheid $\varkappa$ in beide formulen gelijk nul; op een willekeurigen dag op den middag, als $T = o$ is, zullen dan de formulen luiden

$$N = H \cos (2\ h_0 - 3\ s_0 + p_0)$$

$$L = H^1 \cos (2\ h_0 - s_0 - p_0).$$

Het verschil in argument is dus $2\ (s_0 - p_0)$ welk verschil gelijk aan nul wordt als $s_0 - p_0 = 180^\circ$ of $s_0 - p_0 = o$, d. i. als de lengte der maan gelijk aan of tegenovergesteld aan die is van het perigëum; als dus de maan zich in 't perigëum of in 't apogëum bevindt, zullen beide argumenten gelijk zijn en de beide getijden elkander eenstemmig steunen en de som zal zijn

$$(H + H^1) \cos (2\ h_0 - 2\ s_0).$$

Valt nu ook deze dag van perigëum of apogëum samen met nieuwe of volle maan dan is ook

$$2\ (h_0 - s_0) = 0 \text{ of } 360^\circ$$

en de hoogste waterstand

$$H + H^1$$

treedt op. Omgekeerd als $2\ (s_0 - p_0) = 180^\circ$ of 540°, $s_0 - p_0$ dus gelijk aan 90° of 270°, dan werken de beide ellipsoïden elkander tegen en de resulteerende afwijking van den waterstand zal zijn

$$(H - H^1) \sin (2\ h_0 - 2\ s_0)$$

$$\text{of } (H^1 - H) \sin (2\ h_0 - 2\ s_0)$$

in beide gevallen zal de som bij volle en nieuwe maan nul zijn.

Passen wij nu dezelfde redeneeringen toe om de, tengevolge der verandering in declinatie, optredende partieele getijden te verkrijgen, en bepalen wij ons, als bij den afstand, vooreerst tot de dubbeldaagsche getijden of de derde ellipsoïde, die zich in den equater beweegt, dan vinden wij dat deze slechts weinig en wel met den factor $\cos^2 \delta$ met de declinatie verandert; de invloed op deze dubbelgetijden zal dus gering zijn en deze invloed zal *dezelfde* zijn voor Noordelijke als voor Zuidelijke declinatie: terwijl dus, om weder met de zon aan te vangen, de periode het tropisch jaar is en de snelheid η, moeten wij in dit geval deze snelheid verdubbelen, omdat tweemaal jaarlijks de invloed dezelfde waarde bereikt. Bovendien kunnen wij dan ook niet spreken van positieve en negatieve beweging, maar zal er slechts één factor aan de eisch voldoen dat de resulteerende ellipsoïde het meest ontwikkeld moet zijn als de declinatie nul is, of als de lengte der zon 0° of 180° bedraagt.

De snelheid der aarde ten opzichte van de zon is $2\ \gamma - 2\ \eta$, die van den invloed der declinatie $2\ \eta$ en men vindt derhalve, aannemende dat de snelheden tegengesteld zijn, voor de relatieve snelheid:

$$2\ \gamma - 2\ \eta + 2\ \eta = 2\ \gamma$$

en voor het Zons-Declinatie-Dubbelgetij de uitdrukking:

$$K_2 = H \cos [2\ \gamma\ T + 2\ h_0 - \varkappa] \qquad (9)$$

Is $\varkappa$ gelijk aan nul, zooals theoretisch moet zijn, dan is hierbij aan de gestelde voorwaarde voldaan, want dan is het getij het grootst en gelijk aan H op den middag van den dag waarop $h_o = 0$ of 180° is, d. i. als de zon zich in een der eveningspunten bevindt en de declinatie nul is.

Op gelijke wijze vinden wij voor de maan, voor de relatieve snelheid van het Maans-Declinatie dubbelgetij

$$2\,\gamma - 2\,\sigma + 2\,\sigma = 2\,\gamma$$

en voor het door dit hemellichaam veroorzaakte getij volkomen dezelfde uitdrukking als voor dat van de zon in formule (9), zoodat de beide getijden bijeengenomen kunnen worden onder den vorm van formule (9) en onder den naam van zons-maans-declinatie dubbelgetij. Zooals men ziet kan er nooit sprake van zijn om uit de waarneming van dit getij den invloed van zon en maan afzonderlijk te berekenen.

Behalve nu door de verandering in afstand en in declinatie ondergaat deze derde ellipsoïde nog eene verandering tengevolge eener minder bekende oorzaak, nl. de zoogenaamde *evektie* van de maan en deze invloed is groot genoeg om ook voor getijden in den Indischen Archipel berekend te kunnen worden. Voor de praktijk kan deze factor verwaarloosd worden; het is echter volledigheidshalve niet zonder belang om aan te toonen, dat ook de vorm dezer getijden door eenvoudige redeneering en zonder zich in de theorie der evektie te verdiepen kan gevonden worden. De onregelmatigheid in de maansbeweging, die onder dezer naam bekend is, die reeds aan Ptolemëus bekend was, wordt veroorzaakt door dat de drie lichamen zon, maan en aarde elkander onderling aantrekken. Als de maan bij apogëum tusschen zon en aarde instaat (dus bij nieuwe maan), dan wordt de maan door de aarde met eene minimum — en door de zon met eene maximum kracht in tegengestelden zin aangetrokken, de maansafstand wordt hierdoor dus grooter en de getijden zwakker, terwijl veertien dagen later, als de maan aan de tegenovergestelde zijde staat in haar perigëum bij volle maan, zon en maan beide haar in dezelfde richting aantrekken en tot de aarde doen naderen, zoodat nu de ellipticiteit der ellipsoïde zal vergroot worden.

De vraag naar de periode van dezen invloed komt dus eenvoudig neer op deze: wanneer de lijn der apsiden (de groote as) zich zal bevinden in de richting van de lijn die de zon met de aarde verbindt, of, wanneer het perigëum zal samenvallen met een der beide phasen.

De snelheid van de maan ten opzichte van de zon is, zooals wij gezien hebben $\sigma - \eta$ en omdat hier nieuwe maan dezelfde rol vervult als volle maan moeten wij deze snelheid verdubbelen; de snelheid van de maan ten opzichte van de groote as der maansbaan is $\sigma - \omega$ en daar de bewegingen in denzelfden zin plaats hebben, wordt de relatieve snelheid dezer bewegingen ten opzichte van elkander

$$2\,(\sigma - \eta) - (\sigma - \omega) = \sigma - 2\,\eta + \omega.$$

Het is dus alsof het hemellichaam behalve de verandering in afstand en in declinatie nog eene verandering met deze snelheid ondergaat, en voor den invloed op de derde ellipsoïde, die van het dubbelgetij, vinden wij wederom

$$2\,\gamma - 2\,\sigma \pm (\sigma - 2\,\eta + \omega) =$$
$$2\,\gamma - 3\,\sigma - \omega + 2\,\eta \text{ en } 2\,\gamma - \sigma + \omega - 2\,\eta$$

en voor de getijden de formulen:

$$\nu = H \cos[(2\gamma - 3\sigma - \omega + 2\eta)\,T + (h_o - 3\,s_o - p_o) - \varkappa] \quad (12)$$

en

$$\lambda = H \cos[(2\,\sigma - \sigma + \omega - 2\,\eta)\,T + (p_o - s_o + \pi) - \varkappa] \quad (13)$$

waarvan het eerste het groote, het tweede het kleine maans-evektiegetij genoemd wordt. De amplitude van deze getijden bedraagt te Tandjong-Priok ongeveer één centimeter, te Tjilatjap is de amplitude van het getij ν ongeveer 3 centimeters.

Indien wij nu dezelfde redeneeringen wenschen toe te passen op de tweede ellipsoïde, die der eendaagsche getijden, wier top zich op eene breedte van 45° in de parallel beweegt, moet de bemerking vooraf gaan dat deze ellipsoïde geheel en al afhankelijk is van de declinatie van het hemellichaam en verdwijnt als die declinatie nul is. Terwijl de derde ellipsoïde, die zich met hare toppen in den equator beweegt, steeds blijft bestaan en slechts veranderingen ondergaat door afstand en declinatie en derhalve van de eerste orde mag genoemd worden, is de tweede ellipsoïde zelf een variatie-ellipsoïde en dus van de tweede orde, terwijl de hiermede overeenkomende van de eerste orde verdwijnt.

Wij kunnen hier dus niet als basis der berekening aannemen de snelheden $\gamma - \eta$ of $\gamma - \sigma$ op dezelfde wijze als wij voor het dubbelgetij aannamen

$$2\,\gamma - 2\,\eta \text{ en } 2\,\gamma - 2\,\sigma$$

maar moeten eerst het Declinatie-getij berekenen en daarop dan verder de verandering toepassen die door verandering in afstand (parallax) en evektie ontstaat.

Wij vinden dan, in aanmerking nemende dat deze ellipsoïde afhangt van den factor sin 2δ, zoodat hier twee bewegingen van verschillend teeken moeten aangenomen worden, evenals vroeger, voor de maan de snelheden

$$\gamma - \sigma \pm \sigma = \gamma \text{ en } \gamma - 2\,\sigma$$

wier correspondeerende getijvormen zijn

$$K_1 = H \cos(\gamma\,T + h_o - \varkappa) \quad (14)$$
$$O = H \cos[(\gamma - 2\,\sigma)\,T + h_o - 2\,s_o - \varkappa] \quad (15)$$

Het is derhalve onmogelijk om de eendaagsche getijden, die, tengevolge der eigenaardige beweging dezer tweede ellipsoïde in een kegelvlak, moeten ontstaan, in één term uit te drukken, maar er moeten twee getijden aangenomen worden, die te samen aan de voorwaarde der theorie moeten voldoen. Deze is in de eerste plaats dat de getijden O en K_1 elkander moeten tegenwerken (in de theorie vernietigen) als de declinatie nul is.

Zij zullen samenwerken op den middag van dien dag waarop

$$h_o - h_o + 2\,s_o = 0$$

of $2\,s_o$ gelijk aan 0 of 360°

de lengte der maan derhalve 0 of 180° is; in de formulen (14) en (15) is juist het tegenovergestelde het geval, een bewijs dat voor V eene onjuiste grootheid genomen

is: het astronomisch argument moet dus met eene constante grootheid verminderd of vermeerderd worden. Stellen wij nu tegenover γ niet als tot heden h_o maar $h_o - \frac{\pi}{2}$, overeenkomstig het reeds vroeger ter loops opgemerkte, dan worden de formulen (14) en (15)

$$K_1 = H \cos (\gamma T + h_o - \frac{\pi}{2} - \varkappa) \qquad (14)^1$$

$$O = H' \cos [(\gamma - 2\sigma) T + h_o - 2 s_o - \frac{\pi}{2} + \pi - \varkappa] \qquad (15)^1$$

waarin in de tweede formule bovendien de grootheid π moest toegevoegd worden. Nu zullen de beide getijden samenwerken als

$$h_o - \frac{\pi}{2} - h_o + 2 s_o + \frac{\pi}{2} - \pi = o$$

of

$$s = 90^0 \text{ of } 270^0 \text{ is.}$$

Voor de zons-eendaagsche getijden vinden wij op volkomen analoge wijze de snelheden

$$\gamma - \eta \pm \eta = \gamma \text{ en } \gamma - 2\eta$$

en voor de getijden

$$K_1 = H \cos (\gamma T + h_o - \frac{\pi}{2} - \varkappa) \qquad (16)$$

$$P = H \cos (\gamma - 2\eta) T - h_o + \frac{\pi}{2} - \varkappa) \qquad (17)$$

welke getijden zullen samenwerken als

$$h_o - \frac{\pi}{2} + h_o - \frac{\pi}{2} = o \text{ en } h_o = 90^0 \text{ of } 270^0 \text{ is.}$$

In formule (13) was reeds bij het vormen van het astronomisch argument eene dergelijke vermeerdering met π, of wat op 't zelfde neerkomt, eene verandering van het teeken in toepassing gebracht.

Wij zien hieruit dat er voor zon en maan twee eendaagsche getijden bestaan, waarvan één (evenals trouwens bij de dubbele getijden), wat snelheid betreft, volkomen dezelfde is voor beide hemellichamen, zoodat zij onder één letter K, en één naam Zons-Maans-Declinatie enkel getij kunnen samen gevat worden, en er feitelijk drie getijden overblijven. Het zijn deze eendaagsche getijden die in buiten-Europeesche zeeën zulk eene groote rol spelen en die, indien hun optreden niet geschiedt in de verhouding door de theorie aangegeven, maar zoodanig dat één dier getijden ten koste der andere tot bijzondere ontwikkeling komt, een schijnbaar onberekenbaar karakter aan de waterhoogten verleenen. Wil men zich in woorden rekenschap van de snelheden der getijden K_1 en O geven, zoo drukt de snelheid $\gamma - 2\sigma$ het feit uit dat er wel eene ellipsoïde bestaat en dus *twee* golftoppen zich rondom de aardas bewegen of één golftop met dubbele snelheid, maar dat door eene plaats op aarde toch slechts eenmaal zulk een top ontmoet wordt, zoodat de snelheid γ niet, als bij de eerst beschouwde ellipsoïde, moet verdubbeld worden. Het getij K_1 echter, dat zich met eene snelheid van sterretijd beweegt, drukt uit dat, onder overigens dezelfde omstandigheden, wat het getij verwekkend lichaam betreft, tengevolge van de beweging der aarde om de zon in Juni bij dag geschiedt wat in December gedurende de nachturen moet plaats vinden of omgekeerd.

Op deze beide eendaagsche getijden kunnen wij nu, op volkomen dezelfde wijze als vroeger, de methode toepassen die gebezigd werd om op de dubbeldaagsche getijden den invloed van afstand en evektie te berekenen. Inderdaad vindt men in de uitvoerige studiën van Darwin en Börgen bijna al die kleine getijden aangegeven.

De snelheden zijn terstond op te schrijven volgens het volgend schema.

	Maan.	Zon.
Afstand elliptisch	$K_1\ \gamma \pm (\sigma - \omega)$	$K_1\ \gamma \pm \eta$
	$O\ \gamma - 2\sigma \pm (\sigma - \omega)$	$P\ \gamma - 2\eta \pm \eta$
Evektie	$K_1\ \gamma \pm (\sigma - 2\eta + \omega)$	
	$O\ \gamma - 2\sigma \pm (\sigma - 2\eta + \omega)$.	

In werkelijkheid zijn de meeste dezer getijden echter te klein om toepassing te vinden; alleen de elliptische getijden der maan, die zich met de snelheden

$$\gamma + \sigma - \omega \text{ en } \gamma - 3\sigma + \omega$$

bewegen zijn groot genoeg om niet buiten beschouwing te blijven en geven aanleiding tot de getijden

$$J = H \cos [(\gamma + \sigma - \omega) T + (h_o + s_o - p_o - \frac{\pi}{2}) - \varkappa]$$

$$Q = H \cos [(\gamma - 3\sigma + \omega) T + (h_o - 3 s_o + p_o + \frac{\pi}{2}) - \varkappa]$$

waarin dus wederom, om redenen die het onnoodig is aan te geven, het astronomisch argument van het getijde Q met de grootheid π vergroot is.

De getijden die zich met de snelheden

$$\gamma - \sigma - \omega \text{ en } \gamma - \sigma + \omega$$

bewegen, verschillen zoo weinig van het getij M_1 met snelheid $\gamma - \sigma$ dat zij beide kunnen gerekend worden zich daarin op te lossen; daar toch volgens de snelheid ω slechts in 8.85 jaren eene omwenteling volbracht wordt, zou men, om beide getijden afzonderlijk te vinden een aantal waarnemingen zich uitstrekkende over 4.425 jaren moeten rangschikken om den invloed van beiden op elkander te elimineeren, omdat het verschil der beide snelheden 2ω bedraagt.

Ook voor de zon vindt men als elliptisch eendaagsch getij de snelheid $\gamma - \eta$, die derhalve met het getij S_1 overeenkomt.

Indien wij nu eindelijk de eerste ellipsoïde beschouwen, wier lange as samenvalt met die der aarde en die alleen langdurige schommelingen weergeeft, zoo vinden wij terstond voor de maan, wat de maansdeclinatie betreft de snelheid

$$\sigma + \sigma \text{ of } 2\sigma$$

het Maans-veertiendaagsch getij genoemd, overeenstemmende met den duur van den halven tropischen omloopstijd en een ander getij dat afhangt van de verandering van den Maansafstand en derhalve eene snelheid heeft

$$\sigma - \omega$$

het Maans-maandelijksch getij genoemd, terwijl een ander getij dat afhangt van de gezamenlijke werking van Zon en Maan zich met eene snelheid beweegt

$$2\ (\sigma - \eta)$$

het Zons-maans-veertiendaagsch getij.

Op dezelfde wijze correspondeert met de Zonsdeclinatie (de ellipsoïde heeft $\sin^2 \delta$ tot factor en er is dus slechts één teeken mogelijk evenals bij de maan) een getij van de snelheid

$$2\ \eta$$

het andere zou trouwens $\eta - \eta = 0$ zijn.

Eindelijk moet ook, overeenkomstig het getij $\sigma - \omega$ van de maan, een zonsgetij ontstaan dat afhangt van den zonsafstand en tot snelheid heeft η. Deze invloed zal echter zeer gering zijn, maar in den regel toch in de praktijk niet zoo klein bevonden worden, omdat in de meeste plaatsen ten gevolge van regenval, rivierstrooming en moessons een meteorologisch jaargetij zal gevonden worden, dat het astronomisch getij verre overschaduwt.

Dit getij heeft dus slechts eene locale' beteekenis. De hier genoemde getijden van langen duur worden aangeduid respectievelijk door de letters

Mf. (Moon, fortnightly), Mm. (Moon, monthly)
Msf. (Moon, Sun fortnightly)
Ssa. (Sun semi-annual) en
Sa. (Sun annual).

Hiermede is langs den eenvoudigen weg der redeneering rekenschap gegeven van alle getijden die door de analyse gevonden worden langs een, zoo al niet mathematisch moeilijken, dan toch weinig aanlokkenden weg en hieruit blijkt dat in den grond de methode veel gemakkelijker is dan die welke, door correctie met behulp der theorie berekend, rekenschap tracht te geven van de waargenomen verschijnselen. Hierbij behoeven waarneming en theorie niet overeentestemmen; indien men echter de partieele getijden elk voor zich beschouwt dan is aan individueele ontwikkeling van elk dier getijden buiten de verhouding door de theorie aangegeven, alle ruimte gelaten en het is duidelijk dat in zulk een geval elke theorie moet falen. De methode der harmonische analyse echter steunt, zooals uit dit opstel moge blijken, eigenlijk volstrekt niet op eene theorie, die toch altijd *mechanisch* moet zijn, maar vindt haren grond enkel in de *kinetische* verhoudingen der hemellichamen, zoodat alleen eene kennis hunner bewegingen, niet die van de uitgeoefende krachten, noodig blijkt. De eenige moeilijkheid die niet altijd terstond is op te lossen door redeneering, is de reden waarom het nu en dan noodzakelijk is om het astronomisch argument met eene grootheid π te vergrooten; wel is het duidelijk dat men van den aanvang af aan voor het argument correspondeerende met γ of η even goed h_0 als $h_0 - \frac{\pi}{2}$ mag nemen, omdat hierdoor slechts een ander beginpunt van tijdstelling wordt ingevoerd. Bij de declinatie invloed was de reden hiervoor gemakkelijk op te geven, bij het getij Q echter ligt deze reden niet zoo voor de hand. Dit bezwaar is echter niet van ingrijpenden aard omdat de formulen geheel en al door de waarneming nader bepaald moeten worden en men dus volkomen recht heeft om, door toevoeging van π, het teeken te veranderen, 't geen in de praktijk zijn terugslag zal vinden in eene verandering van 180° in het getal $\varkappa$; het komt op hetzelfde neer als of men den tijd niet van middernacht maar van af middag telt, 't geen in Astronomie ook geschiedt. Ook bij de algebraïsche analyse wordt aan sommige argumenten 180° toegevoegd indien de amplitude H die uit de mechanische theorie wordt afgeleid, negatief van teeken is en men natuurlijk om vergissingen te voorkomen alleen met positieve grootheden arbeidt indien de rekening zeer gecompliceerd wordt; ook hier is deze toevoeging derhalve volkomen gewettigd en slechts eene quaestie van vorm. Voor eene zeer juiste berekening dezer astromische argumenten, voorstellende den uurhoek van het *astre fictif* op den middag, wordt echter nog eene correctie vereischt waarmede hier geene rekening is gehouden om de zaak niet noodeloos te compliceeren. Tengevolge toch der nutatie ondergaat de maansbaan eene schommeling ten opzichte der ecliptica waardoor de helling, die beide vlakken ten opzichte van elkander kunnen innemen, in beide richtingen, positief en negatief, ruim vijf graden kan verschillen; hierdoor is het niet wenschelijk om de lengte h en s van zon en maan op astronomische wijze te tellen, eenvoudig van af de klimmende knoopen der banen, maar neemt men in de plaats van h en s

$$h - \nu \quad \text{en} \quad s - \xi$$

Deze grootheden ν en ξ veranderen dus slechts zeer langzaam en worden nooit grooter dan 13 en 12 graden; men behoeft, wat deze grootheden betreft, derhalve niet met de verandering van dag tot dag en zelfs van uur tot uur als bij h en s rekening te houden, maar neemt aan dat zij constant zijn gedurende het tijdsverloop van één jaar.

Op welke wijze de methode in praktijk gebracht wordt en hoe uit de resultaten der rangschikking de grootheden H en $\varkappa$ berekend worden, kan van ondergeschikt belang geacht worden, waar het geldt de methode te populariseeren; het is toch natuurlijk dat de moeilijkheden die zich hierbij voordoen, wanneer eenmaal de methode begrepen is, niet groot kunnen zijn, bovendien is de hoeveelheid arbeid aan die rangschikking volgens al deze snelheden en de verdere berekening der constanten verbonden zoo groot, dat slechts zelden, buiten daartoe aangewezen instellingen, dit werk zal ondernomen worden. In de hier volgende tabel zijn alle de getijden wier snelheden hier zijn afgeleid, samengesteld, benevens de hoek die in de eenheid van tijd, hier het uur van middelbaren tijd, wordt doorloopen en de duur van één omloop van het astre-fictif of van één met die ster correspondeerenden sterredag, terwijl eindelijk in de beide laatste kolommen, de numerische waarden van amplituden en vertragingen dezer getijden gegeven zijn voor Tjilatjap.

Deze constanten die nog niet gepubliceerd waren, zijn, doordat de getijden te Tjilatjap een vrij normaal karakter dragen, beter om als voorbeeld te gebruiken dan de meer abnormale constanten voor Batavia en Soerabaija. Voor

de vertraging $\varkappa$ zijn de formulen voor het astronomisch argument V gebezigd, zooals Börgen die aanneemt; na het boven opgemerkte zal het geene verwondering baren indien deze argumenten met de boven afgeleide gedeeltelijk een verschil van 180° aantoonen.

De eerste vraag die wij kunnen stellen en door middel der Tabel beantwoorden is, welk het hoofdkarakter van het getij te Tjilatjap is: het valt dan terstond in het oog dat de beide dubbeldaagsche getijden M_2 en S_2 grooter zijn dan de beide enkeldaagsche getijden O en K_1, die echter in geenen deele te verwaarloozen zijn. Beschouwen wij eerst de dubbeldaagsche getijden afzonderlijk, dan blijkt het gewone Maansgetij, met een waterverval van 2×48.87 c. m of ongeveer één Meter, het hoofdgetij te zijn.

TABEL I.

	Letter.		Snelheid.	Snelheid per uur in graden.	Duur eener volle periode u.	TJILATJAP. Amplitude H c. m.	TJILATJAP. Vertraging $\varkappa$	TJILATJAP. Vertraging in tijd.
1	M_1	Maan.	$\gamma - \sigma$	14°.4920521	24.84120	0.06	110°	7u 35m
2	M_2	Maan.	$2(\gamma - \sigma)$	28°.9841042	12.42060	48.87	249°	8u 35m
3	M_4	Maan.	$4(\gamma - \sigma)$	57°.9682086	6.21030	1.85	257°	4u 26m
4	S_1	Zon.	$\gamma - \varkappa$	15°.0000000	24.00000	1.71	74°	4u 56m
5	S_2	Zon.	$2(\gamma - \varkappa)$	30°.0000000	12.00000	24.48	312°	10u 24m
6	S_4	Zon.	$4(\gamma - \varkappa)$	60°.0000000	6.00000	0.57	73°	1u 13m
7	N	Elliptisch maan.	$2\gamma - 3\sigma + \omega$	28°.4397296	12.65835	9.01	224°	7u 53m
8	L	Elliptisch maan.	$2\gamma - \sigma - \omega$	29°.5284788	12.19162	1.81	263°	9u 30m
9	O	Declinatie zon-maan.	$\gamma - 2\sigma$	13°.9430356	25.81935	11.23	267°	19u 9m
10	K_1	Declinatie zon-maan.	γ	15°.0410686	23.93447	18.63	279°	18u 32m
11	K_2	Declinatie zon-maan.	2γ	30°.0821372	11.96724	6.47	300°	9u 58m
12	P	Declinatie zon-maan.	$\gamma - 2\varkappa$	14°.9589314	24.06589	5.01	279°	18u 39m
13	ν	Evektie.	$2\gamma - \sigma + \omega - 2\varkappa$	28°.5125830	12.62601	3.06	279°	9u 47m
14	λ	Evektie.	$2\gamma - 3\sigma - \omega + 2\varkappa$	29°.4556254	12.22277	0.79	307°	10u 25m
15	Q	Elliptisch.	$\gamma - 3\sigma + \omega$	13°.3986609	26.86836	2.52	264°	19u 42m
16	J	Elliptisch.	$\gamma + \sigma - \omega$	15°.5854433	23.09847	1.10	300°	19u 15m
	Mm		$\sigma - \omega$	0°.5443747	27.555 dagen.	1.35	282°	21.6 dagen.
	Mf		2σ	1°.0980330	13.777 dagen.	1.65	358°	13.7 dagen.
	Msf		$2(\sigma - \varkappa)$	1°.0158958	14.765 dagen.	0.65	156°	6.4 dagen.
	Sa		$\varkappa$	0°.0410686	365.242 dagen.	10.43	281°	285.1 dagen.
	Ssa		$2\varkappa$	0°.0821372	182.621 dagen.	12.83	125°	63.4 dagen.

Hoogwater treedt op $8^u\ 35^m$ na maansdoorgang, want de formule voor het astronomisch argument is

$$2\ h_o - 2\ s_o$$

[eigenlijk $2\ (h_o - \nu) - 2\ (s_o - \xi)$], dit is, volgens de vroeger aangenomen definitie, de uurhoek op den tijd nul of op den middag; deze uurhoek is nul, het hemellichaam passeert den meridiaan, op den middag als $h_o = s_o$ of de lengten van zon en maan gelijk zijn, d. i. bij nieuwe en volle Maan. Op dien dag valt dan hoogwater in te $8^u\ 35^m$ n. m. en op de volgende dagen steeds $8^u\ 35^m$ na maansdoorgang; dit is het ware havengetal.

Bij dit maansgetij voegt zich echter het zonsgetij; ware hiervan de vertraging ook $8^u\ 35^m$ dan zou voor beide getijden te $8^u\ 35^m$ n. m. hoogwater voorkomen bij nieuwe en volle Maan en dus springtij zijn waar te nemen op die dagen. De beide vertragingen verschillen echter eene hoekwaarde:

$$312° - 249° = 63°$$

de snelheid der beide getijden ten opzichte van elkander (de zon haalt de maan in) is

$$30°.00000 - 28°.9841042 = 1°.0158958 \text{ per uur,}$$

zoodat springtij voorkomt

$$62 = \frac{63°}{1°.0158958} \text{ uren na nieuwe maan}$$

of twee dagen en 14 uur, na welken tijd het verschil is ingehaald; de „*leeftijd van het getij*" is dus hier bijzonder groot; eerst op den tweede of derden dag na nieuwe maan treedt springtij op; hoogwater is het dan te $10^u\ 24^m$ n. m. en het waterverval is

$$2\ (48.87 + 24.48) = 146.7 \text{ c. m.}$$

of bijna anderhalve meter. Doodtij zal voorkomen op den tweeden of derden dag na de Maanskwartieren met een waterverval van

$$2\ (48.87 - 24.48) = 48.78 \text{ c. m.}$$

De verhouding tusschen de beide amplituden voor zon en maan, die theoretisch 1 : 2.285 moet bedragen, is te Tjilatjap aanmerkelijk kleiner en gelijk aan 1 : 1.996.

Het behoort trouwens tot de groote zeldzaamheden wanneer deze verhouding, zooals te San Diëgo in Californië, ongeveer met de berekende overeenstemt.

Terwijl voor de berekening uit deze twee hoofdfactoren van het dubbelgetij van den tijd van hoogwater voor elken maansleeftijd moge verwezen worden naar de bekende voorschriften, verdienen nog de beide dubbel-getijden N en K_2 nadere bespreking.

Het getij N is het grootste elliptische getij en veroorzaakt het niet onbeteekenend verval van 18 centimeters. De snelheid waarmede dit getij zich beweegt is

$$2\gamma - 3\ \sigma + \omega$$
$$\text{of } 2(\gamma - \sigma) - (\sigma - \omega)$$

en de grootheid V_o, het astronomisch argument of de uurhoek op den middag van een bepaalden dag, is

$$2\ h_o - 2\ s_o - (s_o - p_o)$$

het *astre fictif* zal te 12 uur door den meridiaan gaan indien deze uitdrukking gelijk aan nul is, of indien de dubbele maansleeftijd, in graden uitgedrukt, gelijk is aan den afstand van de maan van het perihelium.

Is de maan in het perihelium dan valt het elliptisch getij samen met het gewone maansgetij, dan toch is $s_o - p_o = o$ en wordt het argument even als voor het getij S_2

$$2\ h_o - 2\ s_o$$

de ster (fictif) gaat dus te 12 uur door den meridiaan, als ook deze grootheid nul is, m. a. w. indien bij volle of nieuwe maan, dit hemellichaam zich in het perigëum bevindt. Deze samenwerking op den dag van perigëum der beide getijden is echter slechts theoretisch geheel juist; in werkelijkheid wordt hierin verandering gebracht door het verschil in vertraging, zoodat de beide getijden samen zullen vallen en elkander versterken als

$2\ h_o - 2\ s_o - 249^0 - (2\ h_o - 2\ s_o - (s_o - p_o) - 224^0)$
of als $s_o - p_o = 25^0$.

Theorie en praktijk wijken hier derhalve aanmerkelijk van elkander af, want daar, zooals uit de tabel blijkt, de beweging van de maan ten opzichte van het perigëum gemeten wordt door de snelheid

$$\sigma - \omega = 0.5443747$$

zullen de beide getijden eerst samen werken na

$$\frac{25^0}{24 \times 0.5443747} = \text{ongeveer twee dagen.}$$

Het laatste der dubbelgetijden dat, voor de praktijk althans, niet mag verwaarloosd worden is het Declinatie getij K_2 veroorzaakt door zon en maan te samen. Dit getij beweegt zich slechts weinig sneller dan het dubbeldaagsch-zonsgetij en haalt daarop elk uur eene hoekwaarde in:

$$30^o.0821372 - 30^o = 0^o0821372.$$

Indien derhalve op een bepaalden datum hoogwater volgens dit declinatiegetij is b. v. te 10 uur 's ochtends, zoo zal het

$$\frac{360^o}{24 \times 0.0821372} = 182.62$$

dagen later wederom te 10 v. m. hoogwater zijn, terwijl het in dien tusschen tijd elken dag 7.885 minuten of ongeveer 8 minuten vroeger invalt; het astronomisch argument van dit getij is $2\ h_o$, zoodat het hiermede overeenkomstig astre fictif te 12 uur, middag, door den meridiaan gaat als de lengte der zon of nul of 180 graden is, d. i. op den 21 Maart en den 21 September, waarbij in aanmerking moet genomen worden dat niet altijd op deze datums de lengte der zon nul of 180° is, omdat het jaar praktisch niet gelijkmatig voortgeteld wordt, maar met een sprong van één dag om de vier jaren. Terwijl dus van de maansgetijden M_2 en N niet van te voren kan gezegd worden wanneer op een bepaalden dag hoogwater zal voorkomen, omdat zoowel de phase der maan als de dagen van perigëum achtereenvolgens op alle dagen kunnen voorkomen, kan men van dit getij K_2 eens vooral een lijstje opmaken van de hoogwaterstanden voor elken dag van het jaar.

Theoretisch toch zal het op 21 Maart en 21 September hoogwater zijn op den middag, in werkelijkheid echter $9^u\ 58^m$ later, dus ongeveer te 10^u n. m. omdat de vertraging in tijd volgens de Tabel zooveel bedraagt.

Op den 21 Juni en den 21 December zal daarentegen hoogwater voorkomen des ochtends te 10 uur. Hiermede kunnen de dubbel-daagsche getijden als voldoende toegelicht beschouwd worden.

Er blijven nog drie enkel-daagsche getijden ter discussie over, die te Tjilatjap, en nog meer in de binnen zeeën van den Indischen Archipel, eene belangrijke rol spelen. Wat in de eerste plaats betreft het getij K_1, dat een waterverval van ruim 37 centimeters kan veroorzaken, zoo gelden hiervoor dezelfde redeneeringen als voor het getij K_2, alleen zal hier hoogwater slechts eenmaal 's jaars op een bepaalden tijd waar te nemen zijn en zal den volgenden dag dit verschijnsel waargenomen worden niet 8, maar ongeveer 4 minuten vroeger. Ook voor dit getij kan dus een lijstje van correctie worden opgemaakt, dat voor elken dag van elk jaar bruikbaar is. Bij de berekening echter van de vertraging is voor het astronomisch argument niet aangenomen h_o maar $h_o - 90^o$, zoodat het *astre fictif* nu niet geacht wordt te twaalf uur middag door den meridiaan te gaan als $h_o = 0$ d. i. op 21 Maart maar als $h_o - 90^o = 0$, d. i. op 21 Juni. Het is nu ook duidelijk waarom deze constante grootheid $\frac{\pi}{2}$ is toegevoegd moeten worden; slechts eenmaal 's jaars toch valt hoogwater op den middag en, indien h_o als argument genomen ware, zou het niet duidelijk zijn of voor $h_o = 0$ de tijd van voor- of najaarsnachtevening moest gekozen worden.

Omdat de vertraging van het getij bedraagt $18^u\ 32^m$, zal dus op 21 Juni hoogwater voorkomen te $18^u\ 32^m$ of op 22 Juni des ochtends te $6^u\ 32^m$. Op den 21 December daarentegen zal het te $6^u\ 32^m$ des avonds hoogwater zijn.

Het is dit getij K, dat te Batavia (1) alle andere getijden overheerscht, dáár echter bedraagt de vertraging niet $18^u\ 32^m$ maar

$$\frac{144^0}{15.0410686} = 9^u\ 34^m$$

en te Soerabaija

$$\frac{318^0}{15.0410686} = 21^u\ 8^m$$

zoodat te Batavia op den 21 Juni hoogwater voorkomt te $9^u\ 34^m$ n. m. en te Soerabaija op den 22 Juni te $9^u\ 8^m$ des voormiddags. Indien de voortplanting van deze golfbeweging nader moest bestudeerd worden dan zouden het deze getallen zijn die, na correctie voor verschil van lengte, in kaart moesten gebracht worden. Tot deze rubriek van vertragingen behoort ook het voor Pon-

(1) De constanten voor Soerabaija en Batavia vindt men in dit Tijdschrift 1885—1886 en in Versl. en Meded. der Kon. Ak. v. Wetensch. afd. Natuurk. Zesde deel (Derde reeks).

tianak opgegeven getal 8; hoewel door den havenmeester aldaar wordt vermeld, dat dit getal alleen voor de aan de rivier gelegen plaats zelve geldt en op de reede de vertraging van het getij 6 uur zou bedragen; zekerheid omtrent den oorsprong van dit hoofdgetij in de Java-zee kan eerst door zulk eene kaart verkregen worden en het zal dan waarschijnlijk blijken dat het eendaagsch getij te Soerabaija een geheel anderen oorsprong heeft dan dat te Tandjong Priok.

Wil men zich echter rekenschap geven van hetgeen omtrent dit eendaagsch getij wordt waargenomen, dan mag niet het getij K_1 alleen beschouwd worden, maar moeten de getijden P en O tegelijkertijd behandeld worden. Het getij P_1, veroorzaakt door de zonsdeclinatie, draagt een zelfde karakter als K_1; de duur eener geheele periode bedraagt echter, zooals uit de tabel blijkt, even veel meer dan 24 uur als die van K_1 minder bedraagt.

Bij het getij P zal dus elken dag hoogwater 4 minuten later vallen in plaats van vroeger en beide getijden loopen dus als twee wijzers die in tegengestelden zin loopen. Het astronomisch argument is

$$V_o = -h_o + \frac{\pi}{2}$$

en theoretisch zal het dus hoogwater zijn op den middag van 21 Juni, als $V_o = 0$ is, even als bij K_1 en daar nu ook de vertraging van het getij P ongeveer gelijk is aan die van K_1 zal dit getij eveneens hoogwater geven op 22 Juni des ochtends te $6^u\ 39^m$: op dien datum zullen dus de beide getijden samen werken en een waterverval veroorzaken van

$$2\ (18.63 + 5.01) = 47.28 \text{ c. m.}$$

Op 21 September zal door 't getij P echter hoogwater veroorzaakt worden 6 uur later, derhalve te $12^u\ 39^m$ n. m., terwijl het getij K_1 hoogwater geeft 6 uur vroeger of te $0^u\ 39^m$ v. m. Nu werken de getijden elkander tegen en de invloed van het eendaagsch getij wordt te Tjilatjap nu

$$2\ (18.63 - 5.01) = 27.24 \text{ c. m.}$$

Hetzelfde geschiedt op 21 Maart, maar op 21 December is de tijd van hoogwater van P 12 uur later en van K_1 12 uur vroeger, 't geen op hetzelfde neerkomt, zoodat in December het eendaagsch getij weer met volle kracht optreedt. Te Batavia is dit verschil van den invloed van de eendaagsche getijden tusschen Juni en December aan den eenen en September en Maart aan den anderen kant zeer sterk uitgesproken; hier vindt men in 't eerste geval

$$2\ (26.53 + 7.28) = 67.62 \text{ c. m.}$$

en voor het tweede

$$2\ (26.53 - 7.28) = 38.50 \text{ c. m.}$$

Hierdoor wordt het duidelijk, dat men op plaatsen waar het eendaagsch getij overheerschende is, altijd spreekt van de maanden Juni en December en niet over de andere maanden, gedurende welke inderdaad dit getij veel kleiner is en gemakkelijk door andere partieele getijden wordt overschaduwd, terwijl dit in Juni en December niet het geval is. Evenals bij S_2, K_1 en K_2 is dus P ook een getij waarvan eens vooral het getij voor elk uur en elken bepaalden datum kan berekend worden. Dit is niet het geval met het eendaagsch getij O dat, evenals M_2 en N, voor elken datum van verschillende jaren geheel verschillende waarden zal opleveren, die slechts na 19 jaren wederom dezelfde zullen zijn.

Beschouwen wij dit getij O te samen met K_1 dan zien wij dat de formule voor O is

$$H \cos \left\{ (\gamma - 2\sigma)\ T + h_o - 2\ s_o + \frac{\pi}{2} - \varkappa \right\}$$

en voor K_1

$$H' \cos \left\{ \gamma\ T + h_o - \frac{\pi}{2} - \varkappa' \right\}$$

Indien nu $\varkappa$ en $\varkappa'$ gelijk zijn, of beide gelijk aan nul, dan zullen deze beide perioden samen vallen op den dag waarop

$$h_o - 2\ s_o + \frac{\pi}{2} - (h_o - \frac{\pi}{2}) = 0$$

$$2\ s_o - 180^o = 0$$

d. i. op den dag waarop de lengte der maan 90° of 270° bedraagt en zij dus hare grootste Noordelijke of Zuidelijke Declinatie heeft; tegenwerken zullen daarentegen de beide getijden elkander telkens als de declinatie der maan nul is; in dit geval zal het verval van het eendaagsch getij zijn voor Tjilatjap

$$2\ (18.63 - 11.23) = 14.80 \text{ c. m.}$$

en voor Batavia

$$2\ (26.53 - 13.64) = 25.78 \text{ c. m.}$$

terwijl bij grootste Declinatie voor beide plaatsen respectievelijk gevonden wordt

$$2\ (18.63 + 11.23) = 59.72 \text{ c. m.}$$

en

$$2\ (26.53 + 13.64) = 80.34 \text{ c. m.}$$

Het getij O veroorzaakt derhalve eene zeer sterke veertiendaagsche ongelijkheid in de eendaagsche getijden. Het grootste eendaagsche getij zal gevonden worden indien op 21 Juni tevens ook de Declinatie der maan een maximum bereikt, dan toch werken alle drie getijden te samen en men vindt voor het verval te Tjilatjap

$$2\ (18.63 + 11.23 + 5.01) = 69.74 \text{ c. m.}$$

Als dit niet het geval is en de grootste Maansdeclinatie vroeger of later valt, dan zal toch dit getij met ongeveer volle grootte optreden, omdat gedurende de hoogstens veertien dagen waarop, vroeger of later, de hoogste declinatie voorkomt, de getijden K en P elkander nog slechts zeer weinig hebben kunnen ontloopen en men ze gedurende de geheele maand wel als samenwerkend kan beschouwen.

In September of Maart echter zal men bij Declinatie nul der maan voor het eendaagsch getij een verval vinden te Tjilatjap niet grooter dan

$$2\ (18.63 - 11.23 - 5.01) = 4.78 \text{ c. m.}$$

en te Batavia

$$2\ (26.53 - 13.64 - 7.28) = 11.22 \text{ c. m.}$$

zoodat dan voor beide plaatsen de invloed van het eendaagsch getij feitelijk verdwijnt en derhalve de dubbeldaagsch getijden op de meest zuivere wijze kunnen waargenomen worden. Nog eene andere gewichtige conclusie

is uit de constanten der tabel af te leiden; wij hebben nl. aangenomen dat de vertragingen der beide getijden $\varkappa$ en $\varkappa'$ onderling gelijk of gelijk aan nul zouden zijn; is dit niet het geval dan wordt het grootste eendaagsch getij niet gevonden op den dag van grootste declinatie, maar zooveel later als noodig is om het bestaande verschil in vertraging in te halen en in

$$\frac{\varkappa - \varkappa'}{2\ \sigma} = \frac{12^{o}}{1^{o}.0980330} = 11 \text{ uur ongeveer}$$

vinden wij eene grootheid, die, in volkomen analogie met de bekende uitdrukking gebezigd bij het dubbel getij, den „*leeftijd*" kan genoemd worden van het Declinatie getij. Te Batavia is dit getal iets grooter en ongeveer 22 uur of één dag en te Soerabaija 30 uur. Reeds vroeger is opgemerkt dat dit getal voor Europeesche havens zeer groote en geheel onverklaarbare waarden kan aannemen. In de Arabische zee is dit bedrag nul en komen dus, wat tijd betreft, de beide getijden O en K_1 met de theoretische overeen. Aan den oostelijken kant van het Britsch Indische schiereiland is deze „*leeftijd*" grooter, bedraagt echter zelden meer dan 1.5 dag. Te Brest echter vindt men 4, te Ramsgate 7.6 dagen na grootste Maansdeclinatie het hoogste eendaagsch getij, terwijl eindelijk te Malta 1.5 dag vóór den dag van maximum declinatie samenwerking plaats vindt tusschen de getijden O en K_1.

Wat eindelijk betreft de getijden van langen duur, zoo is het uit de Tabel terstond duidelijk, dat van de vijf berekende getijden alleen het Meteorologisch getij Sa en het Zons-declinatiegetij Ssa voor de praktijk in aanmerking komen; het eerste getij veroorzaakt een hoogen waterstand, die een halfjaar aanhoudt en het hoogst is als

$$h_o - 281^{o} = 0$$

d. i. als de lengte der zon, geteld van af het voorjaars nachteveningspunt, 21 Maart, 281° of wanneer de sterretijd op den middag 281°: 15° = $18^{u}\ 44^{m}$ is, 't geen juist op 1 Januari valt, laagwater heerscht dus in de maanden Juni en Juli en het verschil bedraagt 21 c. m. De oorzaak van dit verschil in waterstand zal wel voornamelijk gezocht moeten worden in den waterafvoer van den Donan, want de ligging van Tjilatjap is vrij wel dezelfde ten opzichte van den Zuid-oosten en Zuid-westen wind, zoodat niet hieraan het verschil kan geweten worden. Te Batavia daarentegen is het hoogwater gedurende den Oost-moesson, juist omgekeerd van 't geen verwacht zou worden, dáár is dus de oorzaak van dit jaarlijksch verschil te zoeken in het effect van den Oostmoesson, waardoor het water van de Java-zee in het oostelijk deel wordt opgestuwd. Het dubbel jaarlijksch getij echter moet aan den zonnestand geweten worden; hoogwater treedt op als

$$2\ h_o - 125^{o} = 0 \text{ of } 360^{o}$$

is, derhalve als de lengte der zon bedraagt 62°.5 en 242°.5 of de sterretijd op den middag $4^{u}\ 10^{m}$ en $16^{u}\ 10^{m}$; dit is het geval omstreeks 24 Mei en 23 November, terwijl laagwater voorkomt als de sterretijd 6 uur minder bedraagt of gelijk is aan $22^{u}\ 10^{m}$ en $10^{u}\ 10^{m}$ d. i. op 22 Februari en 24 Augustus.

Beide getijden van langen duur geven voor elken datum van het jaar eene bepaalde waarde en het is dus niet moeilijk eens vooral eene tabel van de sommen der beide getijden te ontwerpen of eene kromme lijn, waarvan de ordinaten b.v. van 10 tot 10 dagen berekend zijn, te construeeren. Ten slotte moge nog in herinnering gebracht worden, dat ook de andere perioden van langen duur, alhoewel voor de praktijk van geen belang, voor de studie van het probleem der getijden van groote waarde zijn; deze getijden toch met zoo lange periode zullen weinig verschillen van de getijden, die op den grond der evenwichtstheorie berekend worden, zoodat zij een kriterium aanbieden voor de juistheid van sommige der vooropgestelde praemissen; zoo is b.v. voorgesteld om, door vergelijking der waargenomen amplituden met de berekende, na te gaan of ook de vaste aardkern onder den invloed der vloedverwekkende krachten van vorm verandert, in welk geval men natuurlijk de getijhoogte belangrijk kleiner zou vinden dan de theorie leert.

Wil men een wetenschappelijk kriterium aanleggen aan de in bovenstaande tabel berekende amplituden en vertragingen, dan moeten voor Tjilatjap voor meerdere tijdvakken, elk van een jaar, dezelfde constanten berekend worden, zoodat uit de meerdere of mindere onderlinge overeenstemming de waarde der getallen als constanten kan afgeleid worden. Zonder twijfel echter zullen de hier uit uurwaarnemingen, loopende over een tijdvak van één jaar, berekende grootheden blijken inderdaad constant te zijn, ten minste wat betreft de grootere getijden. Eene andere vraag, die meer de praktijk betreft, is deze of het noodzakelijk is om voor de berekening dezer constanten uurwaarnemingen te gebruiken die, uit den aard der zaak, alleen met behulp van een kostbaar instrument kunnen verkregen worden. Van uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd moet het antwoord op deze vraag bevestigend zijn. De kleinere getijden, waarom het der wetenschap niet minder te doen is dan de groote, kunnen alleen uit uurwaarnemingen met voldoende zekerheid berekend worden. Wil men echter gegevens verzamelen, die hoofdzakelijk voor de praktijk nuttig zijn, en bepaalt men zich dus tot de grootere getijden, dan zou het van groot belang zijn indien een eenvoudiger en goedkooper systeem van observeeren kon gebezigd worden. Dat, voor eene eenigszins nauwkeurige kennis der getijden, de vroeger gevolgde methode van opteekening van den tijd van hoogwater alleen, niet tot goede resultaten kan leiden, zal na het behandelde duidelijk zijn; voor de methode der harmonische analyse zijn waarnemingen op bepaalde tijden noodzakelijk, zoodanig, dat alle phasen van elk getij successievelijk met die uren samenvallen.

Op verscheidene plaatsen wordt daarom tegenwoordig op daarvoor gunstig gelegen lichttorens driemalen daags de hoogte van het water aan eene eenvoudige peilschaal afgelezen. Ten einde na te kunnen gaan of deze wijze van waarnemen binnen tijdsverloop van één jaar tot berekening der hoofdconstanten kan leiden, zijn in de staten

voor Tjilatjap de uren 9 vm. 2 nm. en 6 nm. aangestipt en afzonderlijk opgeteld; uit deze proef bleek dat inderdaad ook op deze wijze voldoende kennis der getijden te verkrijgen is en dat deze zeer voldoende zal zijn, indien men zich niet tot één jaar bepaalt, maar gedurende meerdere jaren waarneemt.

§ 5. Het laatste punt, dat nog ter bespreking overblijft, is de vraag hoe men op de beste wijze de, door de harmonische analyse verkregen, kennis omtrent getijbewegingen op eene bepaalde plaats kan gebruiken voor de vooruitberekening van den waterstand voor een bepaalden dag. De volledige oplossing van dit vraagstuk is bijna onuitvoerbaar; voor elk der 21 in de Tabel I gegeven getijden toch moet, voor elken dag afzonderlijk, de kromme lijn geconstrueerd worden of, indien men zich tot vooruitberekende waarden van uur tot uur bepaalt, moeten er voor elke formule en voor elken dag 24 waarden der periodieke formule berekend worden.

Voor elken dag zouden er derhalve te berekenen zijn

$$21 \times 24 = 504 \text{ waarden,}$$

en de som moeten genomen worden van de 21 waarden voor elk uur afzonderlijk; voor een geheel jaar zouden dus 183960 waarden berekend, en 7665 optellingen geëffectueerd moeten worden; en dan nog zou men slechts vooruitberekende waarden van uur tot uur hebben en dus niet het juiste oogenblik van hoogsten waterstand leeren kennen. Sir William Thomson heeft dit probleem opgelost door aan te geven op welke wijze eene machine kan vervaardigd worden, waardoor al dit rekenwerk mechanisch geschiedt en eene kromme lijn verkregen wordt, die de resultaten is van alle partieele getijden. Er bestaat echter slechts één zoodanig instrument, dat gebruikt wordt om voor Britsch-Indië getijtafels, uit de resultaten der harmonische analyse afgeleid, samen te stellen en het is weinig waarschijnlijk, dat er meerdere dier machines zullen vervaardigd worden, omdat het instrument ongeveer *f* 40.000 kost. (Zie de beschrijving dezer machine in „the Engineer" van 19 Dec. 1879). Eene benaderingsmethode die, zooal niet tot volledige, dan toch tot zeer bruikbare resultaten leidt is echter niet moeilijk aan te geven. Het eenvoudigste voorbeeld van vooruitberekening wordt geleverd door de getijden van langen duur Sa en Ssa, waar de waarde moet berekend worden van de uitdrukking:

$10.43 \cos(\varkappa t + h_0 - 281^\circ) + 12.83 \cos(2\varkappa t + 2h_0 - 125^\circ)$

hierin beteekent h_0 de gemiddelde lengte der zon of de sterretijd op den middag van den dag waarop de waterhoogte moet berekend worden.

Nemen wij b. v. den 15 November 1890. In den Nautical Almanak vinden wij voor sterretijd op den middag van Greenwich $15^u\ 38^m\ 5^s.77$, eene waarde welke men bij benadering ook kan vinden door te bedenken dat de 15de November van een gewoon jaar de 238ste dag van het jaar is sedert op 21 Maart de zon in het lentepunt stond.

De sterretijd op 15 November moet dus ongeveer zijn:

$$\frac{24^u \times 238}{365.2422}$$

Voor de verandering per dag vinden wij

$$\frac{\varkappa \times 60 \times 24}{15} = 3.9425856 \text{ tijdsminuten.}$$

De lengte van Tjilatjap is 109°1′ of 436 minuten tijds, welken tijd de middag te Tjilatjap vroeger intreedt dan te Greenwich, zoodat

$$\frac{3.9425856}{24 \times 60} \times 436 = 1.19 \text{ minuten}$$

van den gevonden sterretijd moeten afgetrokken worden voor de correctie voor lengte.

De grootheid h_0 verandert zóó langzaam, dat wij, voor de praktijk althans, haar gedurende een dag als constant mogen aannemen en dus, in de formulen, de grootheden $\varkappa t$ en $2\varkappa t$ mogen weglaten, vooral indien wij dan voor de waarde van h_0 niet die voor den middag, het begin van den dag, maar die voor middernacht, de gemiddelde waarde, aannemen: hiervoor hebben wij dus den sterretijd, aan den Nautical Almanak ontnomen eenvoudig te vermeerderen met de grootheid

$$1.9712928 - 1.19 = 0.78 \text{ minuten.}$$

Indien wij dus voor 15 November aannemen $15^u\ 39^m$, zoo is de bereikte juistheid zeker voldoende. De correctie + 0.78 minuten geldt natuurlijk niet alleen voor dezen bepaalden datum, maar voor alle datums: ook zou het zelfs voldoende zijn, indien men deze correctie verwaarloosde en direct gebruik maakte van de waarde $14^u\ 38^m$ die de Almanak geeft en die men ook uit de berekening verkrijgt. De te berekenen formule wordt nu

$10.43 \cos(234^\circ 30' - 281^\circ) + 12.83 \cos(109^\circ - 125^\circ)$

of $10.43 \cos 313^\circ 30' + 12.83 \cos 344^\circ =$

$$7.24 + 12.39 = 19.63 \text{ c. m.}$$

Berekenen wij nu op deze wijze de waarden der formule voor den eersten en vijftienden van elke maand, zoo vinden wij, na eene korte berekening, de volgende waarden:

Tabel II.

	c. m.		c. m.		c. m.		c. m.
1 Jan.	13.3	1 April	—3.2	1 Juli	— 6.9	1 Oct.	—3.5
15 „	6.9	15 „	0.5	15 „	—12.8	15 „	5.8
1 Febr.	—0.6	1 Mei	4.6	1 Aug.	—18.6	1 Nov.	14.6
15 „	—5.0	15 „	5.2	15 „	—19.9	15 „	19.6
1 Mrt.	—7.0	1 Juni	3.5	1 Sept.	—17.9	1 Dec.	21.3
15 „	—6.4	15 „	— 0.5	15 „	—12.8	15 „	19.4

Indien nu werkelijk, zooals waarschijnlijk is, het meteorologisch getij Sa veroorzaakt wordt door den waterafvoer van den Donan, dan zullen de constanten dezer formule zeker van 't eene jaar tot het andere niet volkomen dezelfde zijn en mag dit voorbeeld alleen als proeve van toepassing en niet van juistheid aangemerkt worden; maar veel zullen toch deze constanten niet in waarde wisselen en men mag als bewezen aannemen, dat

te Tjilatjap, tengevolge van de langdurige getijden, in het begin van 't jaar de waterstand slechts geringe schommelingen ondergaat met een laagsten stand op 1 Maart en een hoogsten op 15 Mei; dat echter omstreeks half Augustus het niveau 20 c. m. lager zal zijn dan het gemiddeld peil en daarna vrij snel zal rijzen om tegen 1 December den hoogsten stand van 21 c. m. boven gemiddeld niveau te bereiken. Het verschil in stand tusschen Augustus en December bedraagt dus de niet onbelangrijke waarde van 40 c. m.

Voor deze getijden van langen duur is dus eene verdere vereenvoudiging onnoodig: het aannemen van ééne zelfde waarde van h_0 voor een geheelen dag en het berekenen der waarden voor veertien daagsche intervallen, maken den arbeid weinig omvattend, vooral indien men bedenkt dat dezelfde tabel voor elk jaar dienen kan en dus eens vooral kan vervaardigd worden.

Indien wij nu de getijden van korten duur beschouwen, dan is het duidelijk dat, voor alle praktische doeleinden, alleen de grootere getijden M_2, S_2, N, O, K_1, K_2 en P in aanmerking komen. Van deze getijden zijn er drie veranderlijk met den maansstand, nl. M_2, N en O en derhalve verschillend, van jaar tot jaar, voor een bepaalden datum in een cyclus van 19 jaren. Het getij S_2 echter is voor alle dagen hetzelfde en K, K_2 en P hebben voor elken dag van 't jaar eene bepaalde waarde, die elk jaar dezelfde blijft. Het is natuurlijk niet mogelijk om uit deze zes getijden terstond te berekenen op welk uur hoog water zal voorkomen en het is noodzakelijk dat men de geheele resulteerende kromme lijn, of uurwaarden van deze, vooruit berekene. Een voorbeeld van berekening, nl. het verloop van den waterstand op den 15 November 1890, zal beter dan algemeene beschouwingen, aantoonen dat eene elementaire kennis van wiskunde voldoende is om deze opgave op te lossen, zoodat de vooruitberekening van zulk eene kromme zeer goed aan een ondergeschikte kan opgedragen worden. De zeven hoofdgetijden hebben den vorm:

S_2 24.48 cos $[(\gamma - \varkappa)\, T - 312^\circ]$

M_2 48.87 cos $[2(\gamma - \sigma)\, T + 2(h_0 - \nu) - 2(s_0 - \xi) - 249^\circ]$

N 9.01 cos $[(2\gamma - 3\sigma + \omega)\, T + \text{Arg. } M_2 - (s_0 - p_0) - 224^\circ]$

K_2 6.47 cos $[2\gamma\, T + 2\, h_0 - 2\, \nu'' - 300^\circ]$

K_1 18.63 cos $[\gamma\, T + h_0 - \nu' - 90^\circ - 279^\circ]$

P 5.01 cos $[(\gamma - 2\varkappa)\, T - h_0 + 90^\circ - 279^\circ]$

O 11.23 cos $[(\gamma - 2\sigma)\, T + (h_0 - \nu) - 2\,(s_0 - \xi) + 90^\circ - 267^\circ]$

waarin de grootheden ν, ξ, ν' en ν'', veranderlijk met de helling van de maansbaan ten opzichte van den equator, die, zooals bekend is, in 19 jaren van ruim 28° tot 18° en weder tot 28° kan veranderen, in de formulen zijn ingevoerd om de grootheden $\varkappa$, of de vertragingen der getijden, volkomen onderling en ook voor verschillende jaren vergelijkbaar te maken; zij veranderen slechts langzaam, zoodat het voor de praktijk voldoende is indien men zondere nadere interpolatie deze correcties aan de volgende tabel ontleent, die voor den aanvang van elk jaar tot 1895 de waarden dier grootheden aangeeft. Zonder gevaar voor groote fouten kan men als de juiste waarde aannemen die, welke het dichtst ligt bij den dag waarvoor het getijde berekend wordt.

Tabel III.

	J	ν	ξ	ν'	$2\nu''$	p_0
1890	24°.8	12°51′	11°47′	8°50′	17°49′	287°.59
1891	25°.4	11°32′	10°30′	8°4′	16°37′	328.25
1892	26°.8	9°16′	8°24′	6°32′	13°39′	8.92
1893	27°.8	6°15′	5°38′	4°33′	9°37′	49.69
1894	28°.5	2°48′	2°31′	1°40′	3°33′	90.35
1895	28°.6	— 0°45′	—0°40′	—0°13′	0°27′	131.02

in welke tabel J de helling beteekent, die de baan der maan met het vlak van den equator maakt.

De andere grootheden, wier kennis noodzakelijk is, zijn h_0, s_0 en p_0; de eerste is de sterretijd op den middag, of de boog, in tijd uitgedrukt, dien de zon gemiddeld sinds den 21 Maart heeft afgelegd; als het jaar inderdaad 365.2422 dagen kon tellen dan zou voor elken datum dezelfde waarde gevonden worden, onafhankelijk van het jaar; nu echter met ieder schrikkeljaar men sprongsgewijze een dag inhaalt, ondervindt ook de sterretijd hierdoor een geringen, vierjaarlijkschen invloed.

De grootheid h_0 kan direct aan den Nautical Almanak ontnomen worden, waar zij gegeven wordt op Tabel II van elke maand; zooals reeds bij de berekening der langdurige getijden werd opgemerkt, is de correctie voor verschil in lengte eigenlijk onnoodig, echter ook, volledigheidshalve, gemakkelijk genoeg aan te brengen.

Ook de tweede grootheid, s_0, de gemiddelde lengte der maan, is in den Nautical Almanak te vinden bij de tabel voor de „Moon's libration" waar van 10 tot 10 dagen deze gemiddelde lengten zijn opgegeven, benevens de interpolatie tabellen; deze grootheid verandert 13°1764 per dag en moet dus, indien zij voor den Greenwich middag bekend is, nauwkeurig voor verschil in lengte gecorrigeerd worden. De grootheid p_0 eindelijk volbrengt een kringloop in 8.85 jaren, verandert derhalve 0°.004648 per uur en 0°.1114032 per dag, zoodat ook hiervoor correctie voor lengte des noods kan nagelaten worden. Het is echter niet noodig voor de berekening der grootheden h_0 en s_0 een almanak te raadplegen; zij kunnen, als continue voortschrijdende grootheden, gemakkelijk aan Tabel IV ontnomen worden, waarin, wat betreft de grootheid h_0, de invloed van het schrikkeljaar duidelijk merkbaar is.

Tabel IV.

	h_0	s_0
1890	281°.0984	43°.4201
1891	280°.8597	172°.8050
1892	280°.6210	302°.1899
1893	281°.3679	84°.7512
1894	281°.1292	214°.1361
1895	280°.8905	343°.5210

verandering van h_0 per dag $0^o.9856464$ (lg. 9.99372)
verandering van s_0 per uur $0^o.5490165$ (lg. 9.73959)
verandering van s_0 per dag $13^o.1763960$ (lg. 1.11980)

Voor 15 November 1890, te Tjilatjap, oosterlengte 7.3 uren, vinden wij derhalve voor den localen middag, omdat dit de 318ste dag van het jaar is na 1 Januari 1890

$$\left.\begin{aligned} h_0 &= 281.0984 + 318 \times 0.9856464 = 235^o \\ s_0 &= 43.4201 + 318 \times 13.1763960 - 7.3 \times \\ &\qquad 0.5490165 = 270^o \\ p_0 &= 287.59 + 318 \times 0.1114032 = 323^o \\ \nu &= 12^o,\ \xi = 11^o,\ \nu' = 8^o,\ 2\nu'' = 17^o \end{aligned}\right\} \quad (a)$$

en voor de totale argumenten der 7 getijden:

$$\left.\begin{aligned} S_2 &= -312^o \\ M_2 &\quad (446^o - 518^o) - 249^o = -321^o \\ N &\quad -72^o - (270^o - 323^o) - 224^o = -243^o \\ K_2 &\quad 470^o - 17^o - 300^o = -207^o \\ K_1 &\quad 235^o - 8^o - 90^o - 279^o = -142^o \\ P &\quad -235 + 90^o - 279^o = -64^o \\ O &\quad 223^o - 518^o + 90^o - 267^o = -112^o \end{aligned}\right\} \quad (b)$$

Deze zeven getijden zijn tot vijf terug te brengen door op te merken, dat de snelheid waarmede het dubbelgetij K_2 zich beweegt, zeer weinig verschilt van die van het getij S_2, zoodat voor één dag, beider snelheid gelijk aan 30° per uur mag aangenomen worden.

Eveneens zullen de verschillende snelheden waarmede K_1 en P zich bewegen, geen invloed uitoefenen binnen het tijdsverloop van één etmaal en kunnen wij voor beide de snelheid 15° per uur aannemen.

Wij vinden dan:

$$\left.\begin{aligned} S_2+K_2 &= 24.48 \cos (30\ T - 312^o) + 6.47 \cos (30\ T - 207^o) \\ K_1+P &= 18.63 \cos (15\ T - 142^o) + 5.01 \cos (15\ T - 64^o) \end{aligned}\right\} \quad (c)$$

of

$$S_2 + K_2 = M \cos (30\ T - C) \quad \text{waarin}$$

$$M = \sqrt{24.48^2 + 6.47^2 + 2 \times 24.48 \times 6.47 \cos 105^o} = 23.65$$

en

$$\text{tg. } C = \frac{24.48 \sin 312^o + 6.47 \sin 207^o}{24.48 \cos 312^o + 6.47 \cos 207^o}$$

$$C = 296^o\ 40'$$

dus

$$S_2 + K_2 = 23.65 \cos (30\ T - 297^o)$$

op dezelfde wijze wordt gevonden

$$K_1 + P_1 = 20.37 \cos (15\ T - 128^o).$$

Op den vijftienden November 1890 was derhalve de getijkromme samengesteld uit de volgende vijf composanten:

$$\begin{aligned} M_2 &\quad 48.87 \cos [2(\gamma - \sigma)\ T - 321^o] \\ S_2 + K_2 &\quad 23.65 \cos [30\ T - 297^o] \\ N &\quad 9.01 \cos [(2\gamma - 3\sigma + \omega)\ T - 243^o] \\ K_1 + P &\quad 20.27 \cos [15\ T - 128^o] \\ O &\quad 11.23 \cos [(\gamma - 2\sigma)\ T - 112^o]. \end{aligned}$$

Wil men dus voor den geheelen dag het verloop der kromme kennen, dan moet men voor elk uur de hoekwaarde tusschen de accoladen berekenen, 't geen betrekkelijk weinig tijd kost, als men vooraf eene tabel samenstelt, als Tabel V, van de veelvouden van 0 tot 23 van de verschillende snelheden, uitgedrukt in volle graden, eene tabel die overigens eens voor al kan dienen. De tabel VI wordt nu gevormd door de onder de kolommen geplaatste argumenten van de hoeken af te trekken en de tabellen VII en VIII berekend uit tabel VI door de onder de kolommen herhaalde amplituden te vermenigvuldigen met de cosinussen der bijbehoorende hoeken. In Tabel VII zijn de dubbelgetijden afzonderlijk genomen ten einde duidelijk de verhouding tusschen zons- en maansgetijden te doen uitkomen en den invloed dien de maansparallax op het getij uitoefent, welke voor dezen datum slechts gering is, omdat, na Nieuwe Maan op den 12 November, op den 15 ongeveer springtij heerscht, zoodat nu de negen centimeters van het getij N slechts een klein percentage uitmaken van de 69 van het hoofdgetij. In Tabel VIII zijn de eendaagsche getijden gegeven en de som van alle getijden ten einde te doen uitkomen dat ook te Tjilatjap, waar zoogenaamde normale getijden heerschen, de invloed van het eendaagsch getij volstrekt niet verwaarloosd mag worden; indien toch niet toevallig een dag van springtij gekozen ware, dan blijkt dat, bij doodtij, de amplitude van de enkeldaagsche getijden even groot kan worden als die der dubbel-daagsche.

Tabel V.

	M_2	S_2+K_2	N	K_1+P	O
0	0	0	0	0	0
1	29°	30°	28°	15°	14°
2	58	60	57	30	28
3	87	90	85	45	42
4	116	120	114	60	56
5	145	150	142	75	70
6	174	180	171	90	84
7	203	210	199	105	98
8	232	240	228	120	112
9	261	270	256	135	125
10	290	300	284	150	139
11	319	330	313	165	153
12	348	0	341	180	167
13	17	30	10	195	181
14	46	60	38	210	195
15	75	90	67	225	209
16	104	120	95	240	223
17	133	150	123	255	237
18	162	180	152	270	251
19	191	210	180	285	265
20	220	240	209	300	279
21	249	270	237	315	293
22	278	300	266	330	307
23	307	330	294	345	321
	−321°	−297°	−243°	−128°	−112°

Tabel VI.

	M_2	S_2+K_2	N	K_1+P	O
0	39°	63°	117°	232°	248°
1	68	93	145	247	262
2	97	123	174	262	276
3	126	153	202	277	290
4	155	183	231	292	304
5	184	213	259	307	318
6	213	243	288	322	332
7	242	273	316	337	346
8	271	303	345	352	0
9	300	333	13	7	13
10	329	3	41	22	27
11	358	33	70	37	41
12	27	63	98	52	55
13	56	93	127	67	69
14	85	123	155	82	83
15	114	153	184	97	97
16	143	183	212	112	111
17	172	213	240	127	125
18	201	243	269	142	139
19	230	273	297	157	153
20	259	303	326	172	167
21	288	333	354	187	181
22	317	3	23	202	195
23	346	33	51	217	209
	48.87	23.65	9.01	20.27	11.23

Tabel VII.

	M_2.	S_2+K_2.	Som.	N.	Som der dubbel getijd.
0	38.0	10.7	48.7	— 4.1	44.6
1	18.3	— 1.2	17.1	— 7.4	9.7
2	— 6.0	— 12.9	— 18.9	— 9.0	— 27.9
3	— 28.7	— 21.1	— 49.8	— 8.4	— 58.2
4	— 44.3	— 23.6	— 67.9	— 5.7	— 73.6*
5	— 48.8	— 19.8	— 68.6*	— 1.7	— 70.3
6	— 41.0	— 10.7	— 51.7	2.8	— 48.9
7	— 22.9	1.2	— 21.7	6.5	— 15.2
8	0.9	12.9	13.8	8.7	22.5
9	24.4	21.1	45.5	8.8	54.3
10	41.9	23.6	65.5	6.8	**72.3**
11	48.8	19.8	**68.6**	3.1	71.7
12	43.5	10.7	54.2	— 1.3	52.9
13	27.3	— 1.2	26.1	— 5.4	20.7
14	4.3	— 12.9	— 8.6	— 8.2	— 16.8
15	— 19.9	— 21.1	— 41.0	— 9.0	— 50.0
16	— 39.0	— 23.6	— 62.6	— 7.6	— 70.2
17	— 48.4	— 19.8	— 68.2*	— 4.5	— 72.7*
18	— 45.6	— 10.7	— 56.3	— 0.2	— 56.5
19	— 31.4	1.2	— 30.2	4.1	— 26.1
20	9.3	12.9	22.2	7.5	29.7
21	15.1	21.1	36.2	9.0	45.2
22	35.7	23.6	59.3	8.3	67.6
23	47.4	19.8	**67.2**	5.7	**72.9**

Tabel VIII.

	K_1+P	O	Som der enkel getijd.	Som dubbel getijd.	Totaal som berekend.	Waargenomen.
0	— 12.5	— 4.2	— 16.7	44.6	27.9	31
1	— 7.9	— 1.6	— 9.5	9.7	0.2	— 3
2	— 2.8	1.2	— 1.6	— 27.9	— 29.5	— 39
3	2.5	3.8	6.3	— 58.2	— 51.9	— 58*
4	7.6	6.3	13.9	— 73.6	— 59.7*	— 51
5	12.2	8.4	20.6	— 70.3	— 49.7	— 40
6	16.0	9.9	25.9	— 48.9	— 23.0	— 18
7	18.7	10.9	29.6	— 15.2	14.4	24
8	20.1	11.2	31.3	22.5	53.8	54
9	20.1	10.9	31.0	54.3	85.3	82
10	18.8	10.0	28.8	72.3	**101.1**	**99**
11	16.2	8.5	24.7	71.7	96.4	98
12	12.5	6.4	18.9	52.9	71.8	77
13	7.9	4.0	11.9	20.7	32.6	38
14	2.8	1.4	4.2	— 16.8	— 12.6	— 6
15	— 2.5	— 1.4	— 3.9	— 50.0	— 53.9	— 48
16	— 7.6	— 4.0	— 11.6	— 70.2	— 81.8	— 89
17	— 12.2	— 6.4	— 18.6	— 72.7	— 91.3*	— 99*
18	— 16.0	— 8.5	— 24.5	— 56.5	— 81.0	— 83
19	— 18.7	— 10.0	— 28.7	— 26.1	— 54.8	— 51
20	— 20.1	— 10.9	— 31.0	29.7	— 1.3	— 17
21	— 20.1	— 11.2	— 31.3	45.2	13.9	13
22	— 18.8	— 10.9	— 29.7	67.6	37.7	36
23	— 16.2	— 9.8	— 26.0	72.9	**46.9**	**43**

Uit de totaalsom blijkt dat, tengevolge der eendaagsche getijden K_1 en P, omstreeks dezen tijd een aanmerkelijk verschil bestaat tusschen de hoogte van hoogwater te 10 n. m. en die te 11 uur v. m. en eveneens tusschen die van laagwater te 4 uur n. m. en te 5 uur v. m. In Juli zou daarentegen het ochtend hoogwater veel grooter bevonden zijn dan het avond hoogwaterpeil.

Uit de vergelijking eindelijk met de laatste kolom, die direct aan de waarneming ontleend is, moge blijken, dat inderdaad de gevolgde benaderings-methode voor de praktijk voldoende waarborgen voor accuratesse aanbiedt.

De bewerking, noodig voor de berekening van de getijkromme voor één dag, bestaat dus uit de kleine berekeningen (a), (b) en (c), de eveneens gemakkelijk te verkrijgen verschillen van tabel VI en eindelijk de vrij bewerkelijke afleiding der afwijkingen van Tabel VII en VIII uit Tabel VI.

Met deze laatste bewerking gaat, indien men logarithmen moet gebruiken een tweetal uren verloren; daar echter alleen met geheele graden gewerkt wordt en ook voor de amplitude alleen geheele centimeters kunnen genomen worden, zou de berekening aanmerkelijk verkort kunnen worden door het gebruik eener tabel waarin voor alle geheele hoekwaarden van 0° tot 359° en voor elke amplitude van 1 tot 99 het product van amplitude en cosinuswaarde terstond te vinden zou zijn. Daar er

steeds vier hoeken zijn die dezelfde waarde geven, zij het dan ook met verschillend teeken, zou deze tabel niet meer dan 90 vertikale en 99 horizontale kolommen behoeven te bevatten, zoodat het geheel slechts een dun boekje zou vormen.

Ook zou men kunnen volstaan met de amplitude één tot negen, omdat dan alle andere door eenvoudige optelling hieruit zijn af te leiden; in dat geval wordt de hulptabel zoo klein, dat ieder voor zich ze gemakkelijk kan aanleggen.

Met behulp van zulk eene hulptafel zou de geheele berekening van de kromme lijn voor één dag niet meer tijd kosten dan een half uur.

Eene andere quaestie is het of het mogelijk is, en op welke wijze, om jaarlijks voor elken dag voor eene Indische havenplaats de getijhoogten te berekenen en te publiceeren. Zooals reeds is opgemerkt zou het voor eene dergelijke berekening, die natuurlijk in een observatorium of bureau moet geschieden, weinig moeite kosten om, eens voor al, de getijden S_2, K_1, K_2 en P voor elk uur van elken datum te berekenen, zoodat er den alleen M^2, N en O overblijven.

Voor een dergelijk bureau echter zou de arbeid aanmerkelijk vereenvoudigd kunnen worden door geen gebruik te maken van logarithmen en goniometrische tafels, maar door in karton of zink de sinusoïde te snijden die door elk dezer getijden wordt voorgesteld, zoodat men voor Tjilatjap drie zinken figuren zou moeten snijden respectievelijk met de amplituden 49, 9 en 11 c. M.

Men heeft dan slechts de berekening (b) uit te voeren voor elken dag, en hieruit den tijd van het maximum te bepalen voor elk der drie getijden, die in het onderhavig geval zal zijn voor M^2 $\frac{321}{2\ (\gamma-\sigma)}$, voor N $\frac{243^\circ}{2\ \gamma-3\sigma+\omega}$ voor O $\frac{112^\circ}{\gamma-2\sigma}$ en nu de drie zinken sinusoïden zoodanig langs eene lineaal, verdeeld in 24 uurdeelen, te leggen, dat de tijden van maximum op hunne plaats komen.

Gaat men nu met de trekpen langs den rand der sinusoïden en neemt men op het verdeelde papier, of beter nog de verdeelde lei, de som der drie ordinaten, zoo is terstond de waterstand gevonden en nog slechts de som te nemen van deze met die constante grootheid, die met de getijden S_2, K_1, K_2 en P correspondeert.

Voor een centraal bureau zou op deze wijze de vooruitberekening der getijden zeker een niet te zware arbeid zijn.

Terwijl dit opstel reeds geheel in schets was gebracht en gedeeltelijk ook geschreven, werd No. 1122 van Vol. 43 van het tijdschrift *Nature* ontvangen, waarin een uittreksel voorkomt van eene voordracht: „*On Tidal prediction*," gehouden door Prof. Darwin. Het doel dezer lezing was, evenals van het laatste deel van dit opstel, om een weg aan te geven langs welken men zonder Thomson's kostbare machine, de getijden voor eene plaats met behulp van de resultaten der harmonische analyse vooruit kan berekenen.

Voor zooverre uit dit, niet zeer duidelijk, extract is op te maken, is de hierin voorgeslagen weg geheel verschillend van de hier aangegeven methode; het is echter mogelijk dat het, bij volledige kennismaking, zal blijken dat er punten van overeenkomst bestaan en eveneens dat de door Darwin aangeprezen methode beter is dan die door ons voorgeslagen.

Batavia, Augustus 1891.

Van der Stok.

RAPPORT BETREFFENDE EENIGE PROEVEN,

ter bepaling der vastheid van verschillende mortelsoorten.

I. Proeven met mortels van portland cement.

De vrij belangrijke hoeveelheid van 2500 vaten portlandcement, die bij de uitvoering van het 1e gedeelte der Pekalenwerken moest worden verwerkt, deed het mij wenschelijk achten eenige proeven te nemen omtrent de vastheid van dit bouwmateriaal, waarvan in het bestek o. a. was voorgeschreven, dat het moest zijn afkomstig uit een bekende fabriek; hieraan voldeed de aannemer door de levering van de in Indië gunstig bekende cement uit de fabriek van Dijckerhoff und Söhne, Amöneburg bij Biebrich.

Gebruikt zand. Aangezien voor de verkrijging van goede mortels het gebruik van scherp, zuiver, niet al te fijn zand noodzakelijk is, werd van den aannemer geëischt, dat hij het plaatselijk verkrijgbaar zand goed schoon zou wasschen en dit daarna door zifting van te grove deelen zou bevrijden. Er werd daarom in den lagen linkeroever der Pekalen door hem zand gegraven; dit leek op het uiterlijk goed van scherpte, het werd in de rivier in bakken schoon gewasschen, zoodat het los in een glas water geschud, dit water helder liet. Door een toeval bemerkte men echter, dat dit gewasschen zand bij eenige wrijving op nieuw vuil werd en bij nader onderzoek bleek al het zand van de Pekalen een groote hoeveelheid padasstukjes te bevatten, die er op het eerste gezicht niet in waren herkend. Welke mate van verontreiniging dit zand vertoonde moge uit het volgende blijken.

Uitgegraven en op de boven omschreven wijze gewasschen, verminderde de hoeveelheid 35%; werd het daarna met een flesch op een houten bord berold gedurende ongeveer 15 minuten, waardoor de padasdeeltjes worden fijngewreven, zoo ging er weer 27% verloren, en wanneer men vervolgens het zand weer liet berollen kwam er nog telkens slib uit. Het zand der Pekalen rivier werd daarom afgekeurd en uit verschillende door den aannemer aangeboden monsters werd gekozen, dat uit het riviertje Pendil, ongeveer 4 paal bewesten de Pekalen loopende. Dit zand was nog niet mooi, het bevatte ook padasdeeltjes ongeveer 30 %; maar 't was het beste dat kon worden verkregen en voldeed overigens wat scherpte en fijnheid aanging tamelijk goed.

Proeven met slecht zand. De eerste vastheidsproeven werden genomen met mortels, gemengd met zand uit de Pekalen en hadden dus geen waarde; alleen bleek overtuigend de groote invloed van de kwaliteit van 't zand. Een enkel voorbeeld kan dit aantoonen: een mortel van één deel portland cement en 3 deelen zand had na verharding van 1 dag in de lucht en 27 dagen in het water een vastheid tegen trek van 4.9 Kg. per c.M², wanneer die met zand uit de Pekalen, enkel goed schoon gewasschen werd aangemaakt; van 5.3 Kg. per c.M² wanneer de mortel werd aangemaakt met hetzelfde zand, maar nu na wassching tweemaal berold en weer gewasschen; van 9.2 Kg. wanneer de mortel werd bereid met het nader te beschrijven normaal zand uit de Pendil. Die uitkomsten geven dus een verschil van bijna 100%.

Onderzoek der cement volgens de normen. Bij de verdere proeven werd uitsluitend gebruik gemaakt van zand uit de Pendil; ze werden verricht volgens de „normen" voor de algemeene keuring van portland-cement door het Pruisische handelsministerie vastgesteld en o.a. vermeld in No. 27 van den jaargang 1887 van het Weekblad „De Ingenieur." Er werden alleen trekproeven verricht; de daarvoor gebruikte toestel werd door den aannemer geleverd, is te Soerabaia aangemaakt en werd ontworpen volgens de bekende inrichting daarvan gegeven door Dr. Michaelis, waarvan o. a. teekeningen voorkomen in het werk van zijn hand: „Zur Beurtheilung des Cementes" en in Liebold „Der Cement." De cement werd geleverd in vaten wegende 180 kg. bruto en het merk van den fabriekant dragende.

De cement was langzaambindend; de tijd van afbinding werd bepaald op 8 uren bij een temperatuur van 29° C.; voor de bereiding der cementbrei werden ongeveerd 33% volumedeelen water bijgevoegd; de cement werd onder het afbinden niet merkbaar warmer.

De cementkoek bereid voor het bepalen van den tijd van afbinding, werd na te zijn afgebonden, bedekt met een natte doek en vervolgens 24 uren na aanmaking onder water gebracht.

Na gedurende 28 dagen te hebben gestaan vertoonden zich in den rand noch verkrommingen noch scheuren, zoodat de cement niet gewerkt had, ook na langeren

tijd vertoonden zich die verschijnselen niet. Het toedekken van de cementkoek met een natte doek geschiedde om het ontstaan van tochtscheurtjes te voorkomen, wat zich anders licht vertoont. Gezeefd door een zeef van 900 mazen per c.M². bleef er slechts 5 % op de zeef achter; de graad van fijnheid was dus zeer voldoende.

De vastheidsproeven werden over 't geheel volgens de voorschriften der normen verricht.

De ijzeren spatel woog 240 gram, was 35 c.M. lang en 5 c.M. breed. De proefblokjes bleven ongeveer 1 uur in den vorm, daarna nog 1 uur op het vloeipapier, werden vervolgens op een houten bord gesteld en na juist 24 uren onder water gebracht.

Bij de proeven, die langer dan 28 dagen werden voortgezet, werd het water der bakken van tijd tot tijd ververscht.

Bij de proeven met enkel cement werden 35 % volumedeele water toegevoegd, overeenkomende met ± 280 gew. deelen water op 1000 gew. deelen cement. Voorts werden deze proeven verricht op ondoordringbare onderlaag (glazen plaat), waarop drie blaadjes vloeipapier werden gelegd; gebruikte men één blad vloeipapier, dan waren de proefblokjes aan den onderkant te ruw.

De toeneming der zandbelasting aan den langen arm van de trekmachina bedroeg ± 17 gr. per seconde.

Er werden steeds 10 proefstukken aangemaakt; als resultaat werd het gemiddelde van de vastheid van alle 10 proeven genomen.

Het normaalzand wijkt af van dat van de normen; er werd voor gebruikt goed schoon gewasschen Pendil zand. Gedroogd werd het te grove verwijderd door zifting op een zeef van 72 mazen per c.M². en het te fijne door zifting op een zeef van 144 per c.M². bij gebrek aan andere zeven heeft men 't hiermee moeten doen. Het gebruikte zand is dus over 't geheel te fijn geweest.

Het resultaat van de normenproef (1 gew. dl. cement, 3 gew. dln. zand) was eene vastheid van 10.1 Kg. per c.M². na 1 + 27 dagen verharding. Met enkel cement werd na denzelfden tijd verkregen 26.2 Kg. per c.M².

De cement voldeed dus aan den bij de normen van 1878 vastgestelden weerstand tegen trek van 10 Kg. per c.M². (1 cement, 3 zand), evenals aan al de andere eischen volgens het voorgaande was voldaan. Hierbij moet nog in het oog worden gehouden 't geen omtrent het gebruikte normaalzand werd medegedeeld. Aan den bij de normen van 1887 vastgestelden weerstand van 16 Kg. voldoet echter de cement niet; deze nieuwere bepalingen zijn o. a. vermeld in No. 36 van den jaargang 1887 van „de Ingenieur." Bij de beschrijving der proeven tot bepaling der trek- en drukvastheid is hier in uitbreiding der bepalingen van 1878 ook nog bijgevoegd, dat de proefblokken in een met zink beslagen kist, die met een deksel gesloten moet worden, worden gezet nadat de vormen zijn weggenomen. Dat is bij de hier verrichte proeven niet geschied; deze zijn geheel verricht volgens de normen van 1878.

Het cijfer voor de vastheid van enkel cement verkregen is lager dan in Europa in 't algemeen wordt gevonden, o. a. wordt in de bestekken der genie en van de staatsspoorwegen in Nederland tegenwoordig eene vastheid van 35 Kg. per c.M². geëischt.

Vergelijkt men daarentegen het resultaat met enkel cement gevonden na 7 dagen verharding (22.7 Kg.) met de cijfers opgenoemd in een verslag over 28 der voornaamste cementsoorten in het weekblad De Ingenieur No. 51 van den jaargang 1886, waar voor hetzelfde merk van cement eene vastheid van 22.5 — 27.1 Kg. wordt opgegeven, zoo is de hier gevonden uitkomst niet onbevredigend te noemen.

Hieruit zou men dus het besluit kunnen trekken, dat de trekvastheid in Indië onder den invloed der belangrijk hooger temperatuur reeds na korten tijd vrij hoog is, maar later slechts weinig toeneemt en dan over 't geheel veel lager blijft, dan in Europa wordt gevonden.

Behalve deze proeven bij de normen voorgeschreven werden proeven genomen met andere verhoudingen van zand en cement en ook over langeren tijd; met de bedoeling om de vastheid der mortelsoorten, die bij de uitvoering werden gebruikt ook na langeren tijd van verharding te kunnen beoordeelen.

Verdere proeven. Hieronder volgt een overzicht van de gevonden resultaten; de opgegeven verhoudingen zijn hierbij steeds volume- en geen gewichtsverhoudingen, omdat de menging op het werk ook volgens volumeverhoudingen geschiedt. Er werd daarbij 33 % water toegevoegd, zoodat de gewichtsverhoudingen voor 1 cement + 3 zand ongeveer zijn geweest: 100 gram cement, 430 gram zand, 105 gram water.

TIJD VAN VERHARDING.	Enkele cement Kg. per c. M².	1 Cement 1 zand Kg. per c. M².	1 Cement 1 1/2 zand Kg. per c. M².	1 Cement 2 zand Kg. per c. M².	1 Cement 2 1/2 zand Kg. per c. M².	1 Cement 3 zand Kg. per c. M².
1 dag.	14.8	—	—	3.7	—	2.7
1 + 6 dagen.	22.7	—	—	9.2	—	7.6
1 + 27 "	26.2	19.4	14.8	10.9	9.1	9.2
1 + 90 "	30.7	—	—	14.3	—	12.5
1 + 180 "	32.8	—	—	16.4	—	15.8
1 + 365 "	35.9	—	—	18 3	—	16.6

Uit dit staatje blijkt ook de juistheid der zooeven geuite bewering, dat namelijk de toeneming der trekvastheid hier te lande geheel anders is dan in Europa. Onder anderen wordt in het werk van Liebold opgegeven, dat de vastheid na 90 dagen zoowel van enkel cement, als van cementmortels met meer of minder zandtoevoeging, steeds ongeveer het dubbel bedraagt van die na 10 dagen. Vergelijkt men in het boven gegeven staatje de uitkomsten na 7 en na 90 dagen, zoo vindt men een geheel andere verhouding; hoe grooter de zandtoevoeging is, hoe sterker echter ook de toeneming in vastheid; bij het mengsel van 1 c. + 2 z. is die toeneming na 1 jaar 100 %, bij het mengsel van 1 c. + 3 z. reeds na 1/2 jaar.

In No. 8 van den jaargang 1889 van „de Ingenieur" worden voor een tijd van verharding van 1 dag in de lucht en 27 dagen onder water de volgende cijfers opgegeven:

enkel	cement	40	KG.	per c. M².
1 zand + 1	„	19.3	„	„ „
2 zand + 1	„	10.2	„	„ „

Deze cijfers vergelijkende met de overeenkomstige van den vorenstaanden staat blijkt ook daaruit, dat de vastheid van de met zand gemengde mortels hier zeer voldoende is, maar die van enkel cement verre achter staat bij de vastheid, die in Europa wordt verkregen.

Het verschil in vastheid tusschen mengsels van 1 c. + 2 z. en 1 c. + 3 z. is niet zoo groot als wellicht zou worden vermoed; wil men zee sterker mortels, zoo zijn die van 1 c. + 1 z. of ook 1 c. + $1^1/_2$ z. te verkiezen, maar voor de meeste gevallen is 1 c. + 3 z. zeer voldoende en even goed bruikbaar als de ook dikwijls gebruikte van 1 c. + 2 z.

Voor voegwerk van riviersteen werd hier het mengsel van 1 c. + 1 z. gebruik in overeenstemming met de hardheid van den steen; voor waterkeerende koffers en betonsteen werd als mortel 1 c. + 2 z., voor beton van vloeren aan de schuring van water blootgesteld 1 c. + 3 z. gebruikt, een en ander in overeenstemming met de voorschriften van het bestek. Bij de uitvoering van het 2de gedeelte der Pekalenwerken werd voor pleister- en voegwerk algemeen de verhouding van 1 c. + 3 z. gebruikt en bij de uitvoering van het 3de gedeelte der werken is het de bedoeling daarvoor een mengsel van 1 c. + 4 z. te nemen, wat nog zeer voldoende mag worden geacht.

De vastheid van 35.9 Kg. van enkel cement na 1 jaar is bepaald gering te noemen; men vindt hiervoor tot 98 Kg. opgegeven en meestal niet minder dan 60 Kg.

Daarentegen is de vastheid van 16.6 Kg. van 1 c. + 3 z. na 1 jaar bevredigend en percentsgewijzen hoog te noemen in vergelijking van enkel cement.

Proeven met cement, die ruim een jaar op het werk had gelegen. De eerste bezending portland cement, groot 350 vaten, werd geleverd in de maand Juli 1887, de tweede bezending, groot 1000 vaten, in December 1887 en de hiervoren beschreven proeven zijn aangemaakt in de maanden November en December 1887, Januari en Februari 1888. Behalve in onbelangrijke hoeveelheden werd deze cement pas in de maanden October, November, December 1888 en Januari 1889 verwerkt; zij had dus een geheele westmoesson overgestaan en hoewel bewaard in een goed gedekte en afgesloten loods deed zich toch bij mij eenigen twijfel op, of de cement niet in hoedanigheid was achter uitgegaan, vooral omdat vele vaten langs de kanten min of meer verhard waren. De cement zit altijd zeer vast in de vaten verpakt; er werd daarom bepaald, dat de stukken uit het vat komende met het plat van een troffel mochten worden geklopt, waarna de cement werd gezeefd. Wat op de zeef terug bleef en uit kleinere en grootere stukken bestond, mocht niet worden verwerkt en werd geregeld van het werk verwijderd. Met de gezeefde cement, zooals die dus werd verwerkt, werden nu weder proeven genomen; de resultaten zijn in nevenstaand staatje opgegeven, waarin ter vergelijking tevens weer de reeds hiervoren medegedeelde resultaten met de in 1887 aangemaakte proeven zijn vermeld.

TIJD VAN VERHARDING.	Enkel cement.		1 vol. dl. cement + 3 vol. dl. zand.	
	Aangemaakt December 1887. Kg. per c.M².	Aangemaakt December 1888 en Januari 1889. Kg. per c.M².	Aangemaakt December 1887. Kg. per c.M².	Aangemaakt December 1888 en Januari 1889. Kg. per c.M².
1 + 6 dagen.	22.7	22.4	7.6	7.2
1 + 27 „	26.2	27.)	9.2	10.5)
idem.	—	25.3)	—	8.9)
1 + 91 „	30.7	29.1	—	—
1 + 180 „	—	32.8	—	—
1 + 365 „	35.9	31.—	—	—

Hieruit zou blijken, dat de cement door het leggen eenigszins was achteruitgegaan, omdat bij bijna alle vergelijkende proeven de uitkomsten van de ruim één jaar ouder zijnde cement lager zijn. Dat de trekvastheid bij deze oudere cement na één jaar slechts 31 K.G. is moet een toeval zijn, want na 181 dagen was die 32.8 K.G. en onder de 10 blokjes dezer serie waren er twee die meer dan 40 K.G. trokken.

Proeven met gedeeltelijk verharde, daarna weer fijngestampte cement. De uitgezeefde stukken werden door den aannemer verzameld; in totaal is dit van de partij van 1350 vaten eene hoeveelheid van ongeveer 60 vaten geworden. De stukken werden door den aannemer fijngestampt, gezeefd op een zeef van 72 mazen per c.M². en op nieuw in vaten verpakt met de bedoeling deze cement als inferieure kwaliteit elders te verkoopen. Van deze cement werden proeven gezet; de resultaten blijken uit het volgende staatje:

TIJD VAN VERHARDING.	Enkel cement Kg. per c. M².	1 c. + 3 z. Kg. per c. M².	
1 + 6 dagen.	9.1	3.2	
1 + 27 „	12.3	4 5	

Bij vergelijking der uitkomsten van het voorgaande staatje blijkt dus deze gedeeltelijk verharde, daarna weer fijngestampte, cement ongeveer 60 % in kwaliteit te zijn achteruitgegaan.

De bepaling in de bestekken, dat de cement in de vaten volstrekt tot geene verharding mag zijn overgegaan, kan m. i. voorzichtigheidshalve worden aangehouden; maar wanneer de min of meer verharde brokken door ziften

goed worden verwijderd, is de overblijvende cement van bijna even goede kwaliteit als wanneer de cement pas is aangevoerd. De eisch van vastheid in de bestekken te stellen zal moeten worden genemen voor enkel cement bij gebrek aan normaal zand; volgens de hier genomen proeven zoude na 7 dagen verharding waarvan 1 dag in de lucht en 6 dagen onder water eene vastheid van 23 kg. per c. M². kunnen worden geëischt.

II. Proeven met Grisseesche kalk.

De kalk die, in den Oosthoek algemeen zoowel als metselkalk als bij suikerfabrikatie in gebruik is, wordt van de kalkbranderijen te Grissee door inlandsche opkoopers betrokken en naar de verschillende kustplaatsen vervoerd; sedert eenige jareu wordt deze kalk voor fabrikatiekalk en ten deele ook voor metselkalk echter vervangen door de zoogenaamde marmerkalk, die o.a. door de kalkbranderij van de firma Schell te Soerabaia wordt geleverd.

De Grisseesche kalk wordt gebrand uit den kalksteen afkomstig van de zuidkust van 't eiland Madura; de kalk wordt ongebluscht op de werken aangevoerd en door begieting of zoogenaamd *droog* gebluscht. Zij heeft gebluscht een grauw geelachtige kleur en is een hydraulische kalksoort of waterkalk. De kalk werd op het werk gezift door een zeef van 72 mazen per c. M².

Met deze kalk werden volgens de gebruikelijke verhoudingen mortels en van deze mortels proefblokjes gemaakt, die met de toestel van Michaelis werden getrokken ter bepaling der vastheid; het aanmaken der proefblokjes geschiedde geheel volgens de voorschriften der normen, alleen werd niet met gewichts- maar met volumeverhoudingen gewerkt in overeenstemming met de werkelijk gebruikte mortels.

Het bij de proeven gebruikte zand was het hiervoren omschreven normaal zand; de roode cement werd op het werk van goed doorbakken steen gestampt en gezift door een zeef van 72 mazen per c. M².

In onderstaanden staat zijn de resultaten der proeven verzameld; ter vergelijking zijn daarbij gevoegd de vroeger reeds vermelde uitkomsten van mortels van 1 portland cement met 3 zand.

TIJD VAN VERHARDING:			Kalkmortel	Basterdtras	Sterke basterdtras	Sterke tras	Portland cementmortel
in de lucht.	onder water.	totaal.	1 k + 2 z. Kg. per c.M².	1k + 1c + 1z. Kg. per c.M².	3k + 4c + 2z. Kg. per c.M².	1 k + 2 c. Kg. per c.M².	1 c + 3 z. Kg. per c.M².
3 dagen.	0	3 dagen.	0.94	1.06	—	—	—
5 „	0	5 „	—	1.30	—	—	—
7 „	0	7 „	1.01	1.51	—	—	7.6
14 „	0	14 „	1.25	1.77	—	—	—
28 „	0	28 „	1.61	1.77	2.36	—	—
14 „	14 dagen.	28 „	2.15	1.87	2.50	—	—
7 „	21 „	28 „	1.76	2.49	3.03	—	—
3 „	25 „	28 „	1.38	3.03	3.52	2.70	—
1 „	27 „	28 „	—	—	3.11	—	9.2
0 „	28 „	28 „	—	—	1.21	—	—
91 „	0 „	91 „	2.08	—	—	—	—
28 „	63 „	91 „	3.50	2.27	2.53	—	—
1 „	90 „	91 „	—	—	2.75	—	—
0 „	91 „	91 „	—	—	3.13	—	—
130 „	0 „	130 „	—	2.88	—	—	—
183 „	0 „	183 „	1.97	2.54	—	—	—
3 „	180 „	183 „	3.72	3.85	3.82	3.27	—
2 „	181 „	183 „	—	—	4.39	—	15.8
2 „	363 „	365 „	—	—	5.42	—	16.6

Uit dezen staat blijkt vooreerst hoe ver deze gewone mortels achterstaan bij portland cementmortel van de opgegeven menging. Kalkmortel neemt bij verharding alleen in de lucht tot na 3 maanden in hardheid toe, maar schijnt dan ook de maximum vastheid bereikt te hebben. Het hydraulisch vermogen dezer kalk blijkt uit de gegeven cijfers duidelijk. Vergelijkt men de resultaten van drie maanden verharding in de lucht en 1 maand in de lucht daarna 2 maanden onder water, als ook die van 6 maanden in de lucht en 3 dagen in de lucht daarna 181 dagen onder water, zoo is het verschil in vastheid in beide gevallen 75—85 procent. Toch wijzen de verschillende cijfers van een totaal verhardingstijd van 28 dagen er op, dat hoogere uitkomsten worden verkregen, naarmate de proefblokjes eerst eenigen tijd in de lucht zijn verhard.

De trasmortels, die door toevoeging van cement sterker hydraulisch worden gemaakt, nemen geregeld in vastheid af, naarmate ze betrekkelijk langer in de lucht zijn gebleven.

Basterdtras, die 1 maand in de lucht, daarna 2 maanden onder water is verhard, staat zelfs belangrijk beneden kalkmortel in dezelfde omstandigheden, terwijl beide mengsels vrij wel gelijk worden in vastheid na $^1/_2$ jaar verharding onder water en vooraf 3 dagen in de lucht.

Hieruit volgt, dat voor opgaande muurwerken, die gedurende een maand in den drooge blijven even goed kalkmortel als basterdtras kan worden gebruikt; dat voor fundeeringen de trasmortels alleen daarom verkieslijk zijn, omdat ze na korteren tijd (b.v. 3 + 25 dagen) grootere vastheid hebben verkregen; terwijl het eindelijk voor de trasmortels noodzakelijk is deze spoedig onder water te doen verharden, of althans het daarmede opgetrokken metselwerk gedurende eenigen tijd flink vochtig te houden. De chemische verbinding tusschen kalk en roode cement schijnt alleen onder den invloed van water goed tot stand te komen; wanneer deze bij gebrek aan water niet voldoende kan plaats hebben, moet de basterdtras wel minder goede resultaten geven dan kalkmortel, omdat roode cement als bij te mengen materiaal immer beneden zand staat.

Dit blijkt ook uit de proeven genomen met steike tras, waarvan de resultaten lager zijn, dan die verkregen met basterd- en sterke basterdspecie. Deze uitkomsten zouden natuurlijk geheel anders zijn, wanneer de tras beter was; maar er wordt in Indië vrij algemeen van de zoogenaamde roode cement gebruik gemaakt en daarom werden de proeven juist hiermede genomen. Zij leeren, dat basterdspecies alleen daar te verkiezen zijn waar, zooals bij de meeste fundeeringen, de muurwerken binnen korten tijd na het metselen voortdurend vochtig blijven; dat alsdan sterke basterdtras beter is dan basterdtras, maar het verschil niet zoo groot is, of in de meeste gevallen kan van basterdtras worden gebruik gemaakt; en dat bij muurwerken, die geruimen tijd na den opbouw in den drooge blijven — dus sterker voor muren, die nimmer met water in aanmerking komen — even goed en met het oog op de kosten beter kalkmortel dan basterdspecie kan worden gebruikt.

III. Proeven met marmerkalk.

De op twee paal afstand gelegen suikerfabriek Maron past voor de sapzuivering het zoogenaamde carbonatatieproces toe; daartoe is noodig geregelde aanvoer van koolzuur, wat verkregen wordt door de branding van steenkalk. Bij de fabriek is daarom een kalkoven à four continu gebouw; er wordt gestookt met cokes en voor de koolzure kalk wordt gebruikt kalksteen afkomstig uit het Sedajoesche. De resteerende kalk wordt door de fabriek gedeeltelijk voor de fabrikatie gebruikt; er blijft echter altijd een voorraad kalk over en deze bekend onder den naam van marmerkalk wegens het uiterlijk van den kalksteen, waaruit zij gebrand werd, is tot een hoeveelheid van ± 400 M³ bij de uitvoering alhier gebruikt.

Deze marmerkalk behoort tot de vette kalken; door begieting of zoogenaamd droog kan zij niet volledig worden afgebluscht, maar het is noodig kalkbedden aan te leggen. Hier zijn daartoe kuilen gemaakt van ongeveer 5 M. in 't vierkant en 1 M. diep: de wanden zijn met een losgevlochten sassak bekleed en op den bodem is eerst een laag zand van ± 5 c.M. dik gelegd. Het afblusschen geschiedde in platte bakken met een rooster aan de zijde van 't kalkbed; de kalk werd gebruikt ongeveer veertien dagen na het afblusschen. Hierbij leverde 1 M³ ongebluschte kalk, zooals die door de fabriek werd afgeleverd ongeveer 0.7 M³ gebluschte kalk in 't bed.

De kalk werd op het werk gedeeltelijk gebluscht geleverd, omdat zij reeds geruimen tijd in de lucht had gelegen en daardoor van zelf tot een vrij fijne poeder uit elkaar was gevallen; zij was door het gebruik der cokes in geringe mate verontreinigd door zwarte korreltjes. Het gewicht van 1 M³ droog zoo goed mogelijk afgebluschte kalk bedroeg ± 560 Kg.; het soortelijk gewicht der geheel ongebluschte kalk is ± 1.06; de volumevermeerdering bij blussching door begieten was vrij belangrijk en werd voor geheel ongebluschte kalk, zooals deze in dicht gesoldeerde blikken voor fabrikatiekalk wordt bewaard, bepaald op ± 2.4. De kalk is volstrekt niet hydraulisch, maar in verbinding met cement een zeer waardevol materiaal, zooals uit het navolgend overzicht der genomen trekproeven blijkt. De proeven werden wederom genomen volgens de normen op gelijke wijze als voor de Grisseesche kalk werd beschreven; ter vergelijking zijn de uitkomsten met 1 portland cement en 3 zand hier ook weer bijgevoegd.

TIJD VAN VERHARDING:			Kalkmortel	Basterdtras	Sterke Basterdtras	Sterke tras	Portland cementmortel
in de lucht.	onder water.	totaal.	1 k + 2 z. Kg. per c.M².	1k+1c+1z Kg. per c.M².	3k+4c+2z. Kg. per c.M².	1 k + 2 c. Kg. per c.M².	1 c + 3 z. Kg. per c.M².
3 dagen.	0	3 dagen.	1.07	1.55	—	—	—
5 „	0	5 „	—	3.16	—	—	—
7 „	0	7 „	1.34	4.03	—	—	—
0 „	7 dagen.	7 „	—	—	1.28	2.42	7.6
14 „	0 „	14 „	1.68	4.21	—	—	—
28 „	0 „	28 „	1.81	4.81	6.13	—	—
14 „	14 „	28 „	1.43	4.73	6.46	—	—
7 „	21 „	28 „	1.27	4.88	6.75	—	—
3 „	25 „	28 „	1.06	4.05	6.34	5.93	9.2
0 „	28 „	28 „	—	—	4.35	5.43	—
50 „	0 „	50 „	—	5.02	—	—	—
91 „	0 „	91 „	2.56	—	—	—	—
28 „	63 „	91 „	1.86	6.13	—	—	—
2 „	90 „	92 „	0.88	8.60	8.27	9.95	12.5
0 „	91 „	91 „	—	—	6.22	—	—
183 „	0 „	183 „	3.—	7.77	—	—	—
3 „	180 „	183 „	1.25	10.27 } 9.04 }	7.42	10.36	25.8
0 „	183 „	183 „	—	—	8.07	—	—
365 „	0 „	365 „	3.73	7.52	—	—	—
3 „	362 „	365 „	—	11.08	10.50	8.08	16.6

De hier gemelde proeven met portland cement zijn altijd 1 dag in de lucht en den verderen tijd onder water geweest, dit moet bij beide voorgaande staatjes in het oog wonden gehouden.

De bij deze proeven gebruikte kalk was afgeslibd: de nat gebluschte kalk werd tot een dunne brij omgeroerd, daarna bleef de brij even staan, totdat de onzuiverheden en zwaardere stukjes waren bezonken en werd de brij overgegoten; het bleek, dat de kalk zooals zij wordt afgeleverd aan vuil en niet bluschbare stoffen ± 16 % bevat. Deze geslibde kalk werd voor de proeven gebruikt; zij was dus zuiverder dan de kalk, zooals die op 't werk is gebruikt en bevatte slechts de fijnste kalkdeeltjes.

Ter vergelijking werden ook proeven gemaakt met niet geslibde kalk; de resultaten waren als onderstaand staatje vermeldt.

TIJD VAN VERHARDING:			Basterdtras:		Aanmerkingen.
in de lucht.	onder water.	totaal.	geslibde marmerkalk Kg. per c.M².	ongeslibde marmerkalk Kg. per c.M².	
3 dagen.	25 dagen.	28 dagen.	4.05	2.86	
5 „	23 „	28 „	—	3.89	
7 „	21 „	28 „	4.88	4.03	
9 „	19 „	28 „	—	3.97	
11 „	17 „	28 „	4.73 (*)	4.06	(*) 14 dagen in de lucht, 14 dagen onder water.

Het verschil in vastheid bedraagt dus ongeveer 20 %; uit de niet geslibde kalk waren de verontreinigingen van de bij het kalkbranden gebruikte cokes en kleine steenstukjes niet geheel te verwijderen en hierin zit het verschil.

Beschouwen we nu de cijfers in den voorgaanden staat gegeven, zoo blijkt vooreerst overtuigend, dat de marmerkalk in 't geheel niet hydraulisch is; de vastheid na 3 dagen in de lucht was 1.07, na 7 dagen in de lucht 1.34,

na 2 dagen in de lucht en 90 dagen onder water 0.88; de vastheid was blijkbaar verkregen tijdens de verharding in de lucht en daarna zoo goed als niet toegenomen; na 3 dagen in de lucht en 181 dagen onder water slechts 1.25 Kg. per c. M². Ook bij de proeven met een totaal verhardingstijd van 28 dagen worden de uitkomsten hooger, naarmate de blokjes langer in de lucht zijn geweest.

Uitsluitend in de lucht verhardt de kalk uitstekend en de hardheid is tot 1 jaar steeds toegenomen, na 28 dagen is de vastheid de helft van die na 1 jaar; na ½ jaar is de vastheid der marmerkalkspecie (3 Kg.) 50 % hooger dan die van de Grisseesche kalk (2 Kg.)

Trasmortels van marmerkalk geven zeer fraaie uitkomsten; uitsluitend in de lucht verhardende, heeft basterdtras na 28 dagen eene vastheid van 4.8 Kg. dat is de helft der vastheid van portland cementmortel na denzelfden tijd. Verhardende onder water blijkt zoowel voor basterdtras als voor sterke basterdtras, dat een tijd van 7 dagen verharding in de lucht en daarna onder water na 28 dagen de hoogste uitkomst geeft; sterke basterdtras geeft dan 6.75 Kg. dat is slechts 25 % minder dan portland cementmortel van 1 c. + 3 z.

De verharding onder water van basterdtras gaat na 28 dagen geregeld door, zoowel wanneer de blokjes eerst 28 dagen in de lucht daarna onder water, als wanneer ze slechts 3 dagen in de lucht daarna onder water zijn geplaatst; in 't laatste geval is de vastheid na ½ jaar reeds 9 à 10 Kg. dat is ± 60 % van de vastheid van portlandcementmortel. Sterke tras geeft na 92 dagen verharding, waarvan 2 dagen in de lucht bijna 10 Kg, dat is reeds 80 % van portlandcementmortel 1 c. + 3 z. De toeneming der vastheid na 3 maanden is niet meer belangrijk; de cijfers verkregen over ½ jaar en 1 jaar zijn ongelijk en weinig hooger dan die over korteren verhardingstijd; het hoogste cijfer, dat gevonden werd is 11 Kg. per c.M² voor basterdtras na 1 jaar verharding, waarvan 3 dagen in de lucht en overigens onder water.

De resultaten wijzen er op, dat meesdere toevoeging van roode cement niet steeds hoogere hardheid geeft; wel is dit het geval tot 28 dagen, maar bij langeren tijd van verharding zooals na 2 + 90, na 3 + 180 en 3 + 362 dagen is de vastheid van basterdtras ongeveer even groot als van sterke tras en van sterke basterdtras.

Over 't geheel zijn echter de cijfers zeer hoog en blijkt uit de verkregen resultaten de groote waarde van marmerkalk; bovendien is de prijs van 1 M³ portland cement mortel (1 p. c. + 3 z.) hier ± *f* 29.— en van 1 M³ sterke basterdtras van marmerkalk *f* 11.—

In vele gevallen zal men dus instede van de duurdere portland cementspecies, even goed de goedkoopere specie van marmerkalk kunnen gebruiken, te meer daar uit de proeven blijkt, dat ook bij storting direct onder water (0 + 7, 0 + 28, 0 + 91 en 0 + 183 dagen) de verkregen vastheid zeer voldoende is.

Vergelijkt men de verkregen uitkomsten met de in Nederland gebruikelijke mortelsoorten, waarvan enkele cijfers voorkomen in No. 8 van den jaargang 1889 van „De Ingenieur," zoo zien wij dat daar o. a. is gevonden voor basterdtras van steenkalk bij verharding van 28 dagen in de lucht een vastheid tegen trek van 6.7 Kg. per c.M²; en voor basterdtras van waterkalk bij verharding van 1 dag in de lucht en 27 dagen onder water van ± 2.75 Kg. per c.M². Die cijfers zijn hier gevonden te zijn:

voor Grisseesche kalk 1.77 en 3.03
„ marmerkalk.... 4.81 en 4.05.

Beide kalksoorten staan dus bij verharding onder water boven de in Nederland gebruikte waterkalk, maar beneden de aldaar gebruikte steenkalk.

De prijs per H. L. van de drooggemengde mortel komt ongeveer met den prijs in Nederland overeen en bedraagt hier *f* 0.55 tot *f* 0.60.

IV. Eigenaardig verschijnsel bij proefblokjes met kalkspecies.

Men zal bij de opgaven voor marmerkalk en Grisseesche kalk hebben opgemerkt, dat hierbij niet zooals bij portland cement gebruikelijk is, eene verharding van één dag in de lucht, daarna onder water, maar meestal eene voorafgaande verharding in de lucht van 3 dagen is genomen; en de oorzaak daarvan is de zonderlinge wijze, waarop proefblokjes van kalkspecie zich na verharding van 1 dag in de lucht bij onderwaterplaatsing gedragen, zooals 't eerst werd opgemerkt bij blokjes van trasmortels van marmerkalk. Daarbij deed zich het zonderlinge verschijnsel voor, dat korten tijd (meestal binnen vijf minuten) na de onderwaterplaatsing, de blokjes scheurden en uiteenvielen tot stukjes en poeder; de kalk werd daarbij naar den buitenkant uitgedreven en scheidde zich ten deele geheel af van de cement en het zand, die goed gemengd bleven.

Na twee dagen verharding in de lucht deed zich hetzelfde verschijnsel bij sommige blokjes wel bij andere niet voor; na 3 dagen verharding in de lucht werd het verschijnsel niet meer opgemerkt en werden met de proefblokjes de hiervoren vermelde resultaten verkregen. Wel ontstaat ook dan langzamerhand aan den buitenkant der blokjes een witte uitslag maar toch in geringe mate.

Blokjes van sterke trasspecie van marmerkalk 1 dag na het aanmaken onder water gebracht, vielen geheel uit elkaar, na 2 dagen verharding onder water komende, bleven ze goed en gaven na 90 dagen verharding de in den staat reeds vermelde uitkomst van 9.95 Kg. vastheid per c. M². Dezelfde soort blokjes ± ¾ uur na het aanmaken, dus zoodra ze voldoende verhard waren om de vormen weg te nemen, onder water gebracht, scheurden niet; alleen werd wederom en in vrij sterke mate het uitdrijven van kalk in den vorm van een vlokkige slib opgemerkt en deze werking vertoonde zich nog na geruimen tijd. Na eene verharding van 9 dagen onder water gaven deze blokjes een vastheid van 8.83 Kg., dus minder

dan na denzelfden verhardingstijd, maar twee dagen in de lucht verbleven, echter toch zulk een hooge uitkomst, dat moet worden aangenomen, dat de verharding van den mortel normaal heeft plaats gehad.

De meest voor de hand liggende verklaring van het verschijnsel was, dat de kalk niet voldoende was afgebluscht, daarom werd dit nog eens zorgvuldig herhaald en de kalk afgeslibt, zoodat de blussching volledig moest zijn; eindelijk werd die geslibde kalk pas 3 maanden na de blussching gebruikt, zoodat onvolkomen blussching niet mogelijk was; doch ook toen deden zich dezelfde verschijnselen voor, zoodat bleek dat slechte blussching de oorzaak niet kon zijn.

De meest waarschijnlijke verklaring van het verschijnsel acht ik deze, dat tijdens de verharding van 1 dag in de lucht, het geheele proefblokje kromp, dat bij het onder water brengen in eens weêr een belangrijke hoeveelheid water werd opgenomen, die het blokje wilde doen zwellen en dat de vastheid van den mortel na 1 dag verharding niet, na 2 dagen wel voldoende was om aan die neiging tot uitzetting weerstand te bieden. Ten einde hieromtrent met eenige zekerheid een antwoord te kunnen geven, werd nog eene reeks van proeven genomen, waaruit wel bleek dat de proefblokjes na 24 uren in de lucht te hebben gelegen van 60 tot 45 % van het daarin bevatte water hadden verloren, doch ook deze proeven wezen de oorzaak van het verschijnsel niet duidelijk aan; de resultaten spraken elkander dikwijls tegen en er valt geen conclusie uit te trekken. Het ontbrak aan tijd en gelegenheid om in die richting nog meer proeven te nemen.

Het welslagen van trekproeven van mortelsoorten en vooral het verkrijgen van onderling goed vergelijkbare uitkomsten hangt voor een groot deel af van den persoon die met het maken der proefblokjes is belast. De wijze van kloppen met den spatel, het aandrukken der specie heeft invloed; daarbij moet men een groote mate van geduld bezitten en zich ook interesseeren voor de resultaten, om gedurende eenige maanden met nauwkeurigheid deze proeven te kunnen nemen.

In den opzichter 2e klasse J. P. Serrarens waren deze eigenschappen op gelukkige wijze vereenigd en heeft hij de genomen proeven steeds met groote nauwgezetheid verricht, zoodat de verkregen resultaten volkomen vertrouwbaar zijn; alle proefblokjes werden door hem aangemaakt en het grootste gedeelte werd ook door hem getrokken. Ten slotte valt nog te vermelden, dat de proeven werden begonnen in December 1887 en dat de laatste blokjes in April 1890 werden getrokken; dat de proeven genomen tot verklaring van het verschijnsel van 't springen der blokjes zijn gedaan in de eerste drie maanden van 1889.

PEKALEN, 27 Juni 1891.

A. G. LAMMINGA.
L. K. I. v. I.

PROEVEN

over den invloed van de soort en de constructie der dakbedekking op de temperatuur binnen veldbarakken.

Tot dusver bestonden geene vertrouwbare gegevens omtrent den invloed, die door verschillende dakbedekkingen wordt uitgeoefend op de temperatuur binnen gebouwen.

Die gegevens waren o. a. noodig ter beoordeeling van de soort van dakbedekking, welke het meest geschikt is voor veldbarakken, bestemd voor ziekenverpleging en troepenlogies, en van de wijze waarop die bedekking het gunstigst kon worden aangebracht.

Teneinde daaromtrent eene beslissing te kunnen nemen, werd door den Chef van het wapen der Genie gelast om te Weltevreden proeven te nemen met de verschillende soorten van dakbedekking, welke voor veldbarakken in aanmerking komen, zooals *plaatijzer*, *atappen*, *kadjangmatten*, *asphaltvilt* en *zeildoek*.

Met het oog op het algemeene nut van die proefnemingen werden ook gebakken pannen en sierappen daarbij opgenomen.

De proeven werden genomen van Juni—October 1890 met het doel om:

1e. tot eene vergelijkende beoordeeling te komen van den rechtstreekschen invloed van verschillende dakbedekkingen op temperaturen binnen met die bedekkingen gedekte barakken;

2e. den invloed na te gaan van nokventilatie bij die verschillende dakbedekkingen;

3e. den invloed na te gaan van de helling der dakvlakken bij verschillende dakbedekkingen;

4e. den invloed na te gaan van een plafond onder verschillende dakbedekkingen.

Daarvoor werden gebezigd 4 barakken die, behalve in dakbedekking, volkomen aan elkander gelijk waren. Zij werden geplaatst op een open terrein achter de militaire kantine te Weltevreden, met hare lengte-as in de richting N. Z. op onderlingen afstand (in de richting O. W.) van 3 maal de hoogte, d. i. ± 15 M., zoodanig dat op geen harer bizondere schaduw kon vallen en alle onder volkomen dezelfde omstandigheden verkeerden.

De proefbarakken waren 5 M. breed en 8 M. lang en, zonder luchtkap, 4.50 M. hoog.

Het dak was een geveldak, 1 M. langs alle zijden uitstekende.

Het geraamte bestond uit de plankengebinten, voor die soort barakken in gebruik. Omwanding en eindgevels liepen tot het dak door en waren vervaardigd van bilik, d. i. sesak met bepleistering aan beide zijden. Die bepleistering werd gewit. Ramen waren niet aanwezig doch de deuren, die in de naar het Z. gekeerde gevels waren aangebracht, bestonden uit een open, licht rasterwerk van bamboe, waardoor de binnenruimte in gemeenschap kwam met de buitenlucht.

Alleen bij de eerste serie proefnemingen waren ze van planken. Graszoden binnen de barakken werden verwijderd, zoodat een onbekleede aarden vloer overbleef, die echter goed werd aangestampt. De bestaande dak helling met de gebinten volgens de gewone constructie verkregen was 35°.

De proeven werden genomen in tien series als volgt.

Nummer der Serie.	Dakbedekking.	Dakconstructie en bizonderheden. Wat niet in deze kolom vermeld wordt is ook niet aangebracht.
I	*a.* Kadjangmatten. *b.* Atappen. *c.* Geg. gegalv. ijzer. *d.* Asphaltvilt.	Dakhelling 35°. Deur van hout (dus gesloten).
II	Als bij serie I.	Dakhelling 35°. Deur open gewerkt (ook in alle volgende series).
III	Als bij serie I.	Dakhelling 35°. Plafond van kadjangmatten.
IV	Als bij serie I.	Dakhelling 35°. Luchtkap, ingedekt met het zelfde materiaal als de dakbedekking.

Nummer der Serie.	Dakbedekking.	Dakconstructie en bizonderheden. Wat niet in deze kolom vermeld wordt is ook niet aangebracht.
V	*a.* Zeildoek (enkel). *b.* idem (dubbel). *c.* Pannen. *d.* Sirappen.	Dakhelling 35°. Luchtkap, ingedekt met het zelfde materiaal als de dakbedekking.
VI	Als bij serie V.	Dakhelling 35°. Luchtkap en plafond van kadjangmatten.
VII	Als bij serie V.	Dakhelling 35°.
VIII	Als bij serie V.	Dakhelling 20°.
IX	*a.* Kadjangmatten. *b.* Atappen. *c.* Geg. galv. plaatijzer *d.* Asphaltvilt.	Dakhelling 20°.
X	*a.* Zeildoek (enkel). *b.* Pannen. *c.* Geg. gegalv. ijzer. *d.* Sirappen.	Omwanding zonder pleister. Dakhelling 35°. Omwanding donker gekleurd. Dakhelling 35°. De stijlen 1 M. hooger geplaatst. Dakhelling 20°. Luchtkap van ijzer. Dakhelling 35°.

In elke barak werd in het midden op 1.50 M. boven den vloer een thermometer gehangen. Tot waarneming van de temperatuur der buitenlucht werd op het proefterrein op gelijke hoogte aan een paal onder een klein afdak van kadjangmatten een 5e thermometer (voortaan luchtthermometer te noemen), opgehangen.

De vijf thermometers, te voren vergeleken, werden bij elken serie gedurende 5 dagen afgelezen des voormiddags te 6, 8, 9, 10 en 12 uur, des namiddags te 2, 4 en 6 uur.

Bij de vergelijking (in een emmer met warm water, dat langzaam verkoelde) werden belangrijke verschillen in de aanwijzingen der thermometers waargenomen. Die verschillen bleken niet constant te zijn, doch boven 27° Celcius toe te nemen met de temperatuur.

De aan een der thermometers aan te brengen correctie steeg van 1.3° bij 27°, tot 2.3° bij 40°. Volgens vergelijking met een standaard-thermometer wees de luchtthermometer 0.7° te laag.

Alle afgelezen temperaturen werden herleid tot aanwijzingen van den luchtthermometer.

Om absoluut juiste getallen te krijgen moest men dus bij die herleide temperaturen 0.7° op tellen. Uit de waarnemingen gedurende 5 dagen werden van die gecorrigeerde getallen voor elke barak gemiddelden berekend voor elk waarnemingsuur. Ten einde de verschillende series met elkander te kunnen vergelijken, werden de gemiddelden voor elk waarnemingsuur herleid tot dezelfde luchttemperatuur (in dit geval tot die waargenomen op een willekeurigen dag, hier 21 Juni).

De herleiding had op de volgende wijze plaats. Het verschil van de gemiddelde luchttemperatuur gedurende de 5 dagen en die op den 21 Juni, werd opgeteld bij of afgetrokken van de gemiddelde gecorrigeerde temperatuur der barakken, al naarmate de gemiddelde luchttemperatuur lager of hooger was dan die op den 21 Juni. Van de herleide temperaturen werden graphische voorstellingen gemaakt.

Alle bizondere omstandigheden: regen, wind, betrokken lucht werden door den waarnemer aangeteekend.

Voor dat gevolktrekkingen kunnen worden gemaakt uit de waargenomen temperaturen, moet eerst worden nagegaan door welke oorzaken en op welke wijze de temperatuur binnen de berakken verandert. De voornaamste invloeden zijn:

1e. de omgeving (de buitenlucht), die met de barak in temperatuur verschilt;

2e. de directe werking der zonnestralen op dakvlak en omwanding;

3e. luchtstroomingen (confectie van de warmte).

Een barak geplaatst in eene omgeving van eene andere temperatuur zal ten slotte dezelfde temperatuur als deze verkrijgen. Is die omgeving zeer groot (zooals hier: de buitenlucht), dan zal deze hiervan geen merkbaren invloed ondervinden. De mate van temperatuurverschil hangt af van het heerschende temperatuurverschil, van het meerdere of mindere opslorpings- of uitstralingsvermogen en van de grootte van het dakoppervlak (de omwanding, die overal dezelfde is, buiten rekening latend) van het warmte geleidingsvermogen en van de soortelijke warmte van het dakmateriaal.

Dit laatste is in omgekeerde reden.

Ten slotte zou een eindtoestand worden bereikt, indien niet èn de binnen- èn de buitentemperatuur tengevolge van andere oorzaken veranderen.

Een grooten invloed heeft de werking der zonnestralen op de aarde en het dakvlak. Daardoor wijzigen zich de temperaturen van de omgeving en van de barak en wel in niet dezelfde verhouding. Die werking hangt behalve van het bovenstaande ook nog af van de hoek, waaronder de stralen invallen en is grooter naarmate die hoek minder van 90° verschilt.

Tengevolge van die omstandigheden nadert de baraktemperatuur niet de buitentemperatuur, doch is nu eens hooger, dan weer eens lager dan deze.

Voor wij hierop doorgaan, moeten wij eerst nagaan, op welke wijze de temperatuur binnen de barak wordt waargenomen.

Het buitendakvlak absorbeert de warmte, het dakmateriaal geleidt haar en het binnendakvlak straalt haar uit. De lucht neemt betrekkelijk weinig van de uitgestraalde warmte rechtstreeks over. Zij wordt warmer omdat zij in

aanraking komt met voorwerpen (omwanding, vloer, enz,) die de warmte absorbeeren, door geleiding daarvan overneemt, opstijgt, vervangen wordt door koudere, enz. (convectie der warmte).

Bij het waarnemen van de temperatuur op verschillende punten binnen de barakken bleek dat de omwanding weinig warmte uitstraalt. Het grootste deel komt van het dak. Zeer voordeelig zal het dus zijn het dakvlak zoo hoog mogelijk aan te brengen.

In een barak met ventilatie komt de buitenlucht binnen, waardoor grooten invloed op de temperatuur wordt uitgeoefend. Hoe meer luchtstroomingen er zijn, des te meer nadert de temperatuur van de barak tot die van de buitenlucht.

Door de werking der zonnestralen worden de omgeving en de binnenruimte warmer. Hield dat warm worden gelijken tred, dan zou de buitenlucht geen invloed uitoefenen op de temperatuur binnen. De temperatuur binnen hangt echter af van de uitstraling van het dak en die buiten van de uitstraling der aarde; hierdoor ontstaan dus verschillen.

Het doel van een dak dat wij hier beschouwen, is beschutting tegen warmte. Wij willen het dus binnen koeler maken dan buiten.

Als eerste vereischte van het dakmateriaal moet daarom worden genoemd: minder uitstralings- of opslorpingsvermogen dan de aarde. Verder is van grooten invloed het geleidingsvermogen en de soortelijke warmte van het dakmateriaal. Duurt het lang voordat de warmte van het eene dakvlak naar het andere is overgebracht, dan verandert de binnentemperatuur niet spoedig en is de hooge temperatuur van buiten nog niet geheel naar binnen doorgedrongen, als zij door de lagere des nachts reeds wordt geneutraliseerd. Een tweede, even belangrijke eisch, dien wij dus aan de dakbedekking stellen is een slechte warmtegeleiding en eene kleine soortelijke warmte.

Des nachts bestaat de invloed der zonnestralan niet en is dus de barak alleen blootgesteld aan de verkoelende omgeving. Voldoet het dakmateriaal aan de twee eischen, dan heeft de verkoeling niet zoo spoedig plaats als buiten en is ook niet zoo groot.

Door de proeven zijn verschillende materialen en wijzen van indekking aan die eischen getoetst. Uit de graphische voorstellingen bleek dat de temperatuur tusschen 6 en 8 uur voormiddag langzaam stijgt, daarna snel; tusschen 1 en 2 uur een maximum bereikt en daarna snel daalt. Des morgens is de temperatuur binnen altijd lager dan buiten. Bij enkele materialen slechts na 11 uur hooger.

Uit de gedane waarnemingen kunnen de volgende gegevens worden afgeleid:

Uit alle waarnemingen blijken dat asphaltvilt steeds de hoogste temperatuur geeft. Dan volgen ijzer en zeildoek (enkel) en ten slotte de andere materialen.

Dit kan worden verklaard uit de eigenschappen der verschillende stoffen.

Asphaltvilt heeft een groot opslorpings-, dus ook uitstralingsvermogen (door de vezelige oppervlakte en de zwarte kleur) en is een vrij goede geleider.

Gegolfd gegalvaniseerd plaatijzer heeft veel minder opslorpings-vermogen (ongeveer 1/6 van dat van asphaltvilt) tengevolge van zijne metaal oppervlakte, die veel terugkaatst, is echter een goede geleider, met eene kleine soortelijke warmte en heeft door de golven een groot oppervlak.

Zeer slecht zal het zijn, het dakijzer te verven, omdat daardoor het opslorpingsvermogen zeer vergroot.

Pannen, sirappen en atappen zijn slechte geleiders, tengevolge van hun luchtgehalte en hebben de dubbele soortelijke warmte van ijzer, maar ook een grooter opslorpingsvermogen.

Dat het onder kadjangmatten, niettegenstaande de weinige dikte van de bedekking zoo koel is, is een gevolg van de dichte, glinsterende oppervlakte waardoor veel warmte wordt terug gekaatst.

Zeildoek is slecht geleidend ook door de lucht, die het bevat, maar is dun en laat, vooral als de zon er loodrecht op staat, de stralen rechtstreeksch door.

Door het zeildoek dubbel te nemen wordt dit tegen gegaan.

Uit de graphische voorstellingen (zie Pl. III) bleek, dat geheel onder dezelfde omstandigheden verkeerende, onder vrij sterke helling ingedekte gebouwen, de rangschikking van bedoelde dekkingsmaterialen, naarmate zij hoogere temperatuur te weeg brengen in de daarmede gedekte gebouwen is als volgt, (zoodat dus No. 1 hoogere temperatuur geeft dan No. 2, enz.)

1. asphaltvilt,
2. enkel zeildoek,
3. gegolfd gegalvaniseerd ijzer,
4. dubbel zeildoek,
5. sirappen,
6. kadjang,
7. pannen,
8. atap.

Wanneer een luchtkap, met hetzelfde materiaal gedekt als de dakvlakken, is aangebracht, wordt deze rangschikking:

1. asphaltvilt,
2. gegolfd gegalvaniseerd ijzer,
3. enkel zeildoek,
4. kadjang,
5. atap,
6. sirappen,
7. dubbel zeildoek,
8. pannen.

Bij asphaltvilt, gegolfd gegalvanisseerd ijzer en zeildoek doet zich de gunstige invloed krachtig gevoelen, maar toch is de temperatuur bij de 2 eerstgenoemden om 2 uur 's middags niet beneden de luchttemperatuur, bij enkel zeildoek is dit daarentegen wel het geval. Bij de overige materialen is de invloed van de luchtkap niet van zoo groot belang, bij atap zelfs nadeelig evenals bij kadjang,

waardoor bedoelde rangschikking ook eene belangrijke wijziging ondergaat.

Dit is duidelijk, want tengevolge van de luchtkap wordt de binnenruimte geventileerd en komt de buitenlucht krachtiger binnen de barak. De invloed van de luchtkap zal dus zijn, dat de temperatuur binnen meer overeenkomt met die buiten.

Heeft de buitenlucht eene hoogere temperatuur, dan binnen heerscht, dan zal het binnen warmer worden, bijv. onder kadjang, pannen en atap. Omgekeerd zal onder asphalt de temperatuur lager worden, terwijl zij onder ijzer ongeveer dezelfde zal blijven.

Wanneer een plafond (van kadjangmatten) wordt aangebracht, wordt de volgorde als volgt:

1. asphaltvilt,
2. enkel zeildoek,
3. dubbel idem,
4. sirappen,
5. gegolfd gegalvanisseerd ijzer,
6. pannen,
7. atap,
8. kadjang.

Het aanbrengen van een plafond geeft een grootere daling in de temperatuur binnen de verschillend gedekte gebouwen dan de luchtkap en bij alle waarnemingen blijft de temperatuur beneden die van de lucht.

Behalve bij asphaltvilt geeft het aanbrengen van een plafond een sterk verschil bij gegolfd gegalvaniseerd ijzer, de hoogste temperatuur ($\pm$ 31°) daalt tot 29°. Bij de overige materialen zijn de verschillen niet zoo groot, toch blijkt ook daarbij duidelijk de invloed van het plafond op de temperatuurs verlaging.

De werking van het plafond berust op het aanbrengen van eene slecht geleidende luchtlaag, waardoor de warmte door het dak opgenomen zich slechts door uitstraling naar het plafond en dan eerst naar binnen kan voortplanten. De aldus binnengekomen hoeveelheid warmte is zeer afhankelijk van den afstand van het dak tot het plafond. Door convectie wordt de luchtlaag, vooral als bedoelde afstand klein is, spoedig verwarmd.

Er zal dan gezorgd moeten worden voor verversching bijv. door tevens een luchtkap aan te brengen.

Wanneer de dakvlakken slechts 20° helling verkrijgen, wordt die rangschikking:

1. asphaltvilt,
2. gegolfd gegalvaniseerd ijzer,
3. enkel zeildoek,
4. sirappen,
5. dubbel zeildoek,
6. atap,
7. kadjang,
8. pannen.

Uit de graphische voorsteiling kan worden afgeleid, dat bij asphaltvilt, gegolfd gegalvanisseerd ijzer en sirappen de temperatuur bij flauwere helling merkbaar stijgt; bij atap en enkel zeildoek is die invloed bijna niet merkbaar, evenmin bij pannen en kadjang. Bij laatstgenoemde materialen schijnt dus de dakhelling geen belangrijken invloed op de temperatuur en de daarmeê gedekte gebouwen uit te oefenen.

Bij asphaltvilt en gegolfd gegalvaniseerd ijzer zal men dus met een luchtkap alléén niet kunnen volstaan; daarbij zal een plafond toegepast en getracht moeten worden geringe dakhellingen te vermijden.

Een plafond zal bij elk dekkingsmateriaal van goeden invloed zijn, wat de temperatuur daaronder betreft, maar de luchtkap is van minder belang, uitgezonderd bij asphaltvilt en gegolfd gegalvaniseerd ijzer. Bij kadjang en atap zoude de luchtkap zelfs achterwege moeten blijven.

Het 1 M. hooger stellen van de met ijzer gedekte barak veroorzaakte eene daling van middagtemperatuur van 2° à 3° omdat het uitstralende oppervlak zooveel verder afgelegen was. De temperatuur kwam dan overeen met die binnen de met sirappen ingedekte barak.

Men moet in aanmerking nemen, dat de barakken gedurende de proefneming onbewoond zijn geweest.

Door de bewoning ontstaan inwendige warmtebronnen tengevolge waarvan de temperatuur per se zal stijgen. Wordt daardoor de temperatuur binnen hooger dan die buiten (bij bewoning door veel menschen), dan is ventilatie hier op hare plaats tot verlaging van die temperatuur.

Ventilatie zal, indien verscheidene menschen in de barak gehuisvest zijn, toch noodig zijn voor verversching. Men zal dan kunnen aannemen dat in die barakken, zoo zij doelmatig zijn geconstrueerd, ongeveer de temperatuur van de buitenlucht zal heerschen.

Zijn de resultaten van de proefneming allezins bevredigend geweest, toch moet worden gewezen op eene onnauwkeurigheid voornamelijk om eenige onregelmatigheden in het beloop der graphische lijnen te verklaren. Die onnauwkeurigheid schuilt in de herleidingsmethode.

Uit den aard der zaak kon zij slechts worden ontdekt door vergelijking van de herleide getallen, en dus gedurende de proef niet worden verbeterd.

Tot het vergelijken van de verschillende series werd gebruik gemaakt van de luchttemperatuur, d. i. de temperatuur die buiten de barakken onder een afdakje werd waargenomen. Zij is van dezelfde omstandigheden afhankelijk als de temperatuur binnen de barakken, doch wijziging in de uitgestraalde zonnewarmte heeft veel meer invloed.

Door een voorbij trekkende wolk daalde de buitentemperatuur binnen eenige mininuten 0.5°. Wat moet dan voor de juiste luchttemperatuur worden opgeteekend?

Die daling heeft, als zij zoo kort duurt, geen invloed op de binnentemperatuur maar wordt bij de herleiding wel in rekening gebracht. Dit is niet zuiver. Bij plotselinge temperatuurveranderingen van de buitenlucht, die lang

aanhouden en dus wel invloed uitoefenen op de baraktemperatuur, heeft men hetzelfde, omdat zooals boven reeds is medegedeeld, de verandering van die temperatuur geen gelijken tred houdt. De binnentemperatuur blijft dikwijls nog stijgen, terwijl de buitentemperatuur reeds veel gedaald is. Telt men nu bij de in de barakken afgelezen temperatuur nog het verschil op tusschen de aangenomen normale, en de afgelezen, plotseling verlaagde buitentemperatuur, dan is het duidelijk, dat daardoor de temperatuur binnen te hoog aangenomen wordt.

Hieraan kunnen de afwijkingen worden verklaard, die in de graphische voorstellingen worden opgemerkt.

BATAVIA, den 30 April 1891.

J. RADERSMA,
Lid K. I. v. I.

DE BEVLOEIINGSWERKEN UIT DE PERIYAR-RIVIER

DOOR

A. CHATTERTON B. Sc.

Professor in de ingenieurswetenschappen aan de universiteit te MADRAS.

Vertaald uit „Engineering". Vol. LI No. 1310.

Het belangrijkste in Britsch-Indië op het oogenblik in uitvoering zijnde bevloeiingswerk is dat tot afleiding van het water van de Periyar-rivier in Travancore naar de vallei van de Vigay, die oostwaarts door het Madura-distrikt naar de golf van Bengalen stroomt.

Door een geregelden watertoevoer van 1500 kubieke voet (42.5 M^3) per secunde naar de Vigay kan een landstreek, ruim 100.000 acres (40.450 H. A.) groot, ten noorden van de stad Madura bevloeid worden.

De belangrijkste kunstwerken van het hoofdbevloeiingskanaal liggen te Peranny 24 mijlen (38.6 K.M.) boven Madura, waar van een reeds bestaande stuw gebruik wordt gemaakt om het water van uit de rivier in het kanaal te leiden. Dit hoofdkanaal heeft een totale lengte van 38 mijlen (61.1 K.M.), van waaruit zij- en verdeelkanalen, te zamen ongeveer 200 mijlen (322 K.M.) lang, het water naar de te bevloeiën terreinen voeren.

Mocht de hoeveelheid water door de Periyar afgevoerd meer blijken te zijn dan waarop aanvankelijk gerekend is, zoo zal de irrigatie worden uitgebreid over nog 30.000 acres (12.140 H. A.) aan de zuidzijde van de Vigay.

Dit werk biedt niet zoo zeer nieuwe denkbeelden of gezichtspunten aan van buitengewoon belang voor den ingenieur, maar is vooral in hooge mate merkwaardig om de toepassing van de door de Indische ingenieurs bij irrigatiewerken opgedane ondervinding.

De werken in het gebergte zullen evenwel om hun eigenaardig karakter, hun reusachtige afmetingen en de kennis van zaken, waarmede ze ontworpen zijn, zonder twijfel in hoogen graad belangstelling onder ingenieurs opwekken en mocht het resultaat gunstig zijn, dan zal op nieuw een sprekend bewijs geleverd zijn voor de ondernemingsgeest en bekwaamheid van de ingenieurs in Indië.

De Periyar ontspringt op de bergketen in het Oosten van Travancore en stroomt in een noordwestelijke en daarna westelijke richting bij Cochin in de Arabische zee.

Voor den aanleg der werken is een terrein gekozen waar de bergketen, die de waterscheiding vormt, aanzienlijk daalt. Reeds vele jaren geleden werden veronderstellingen geopperd omtrent de mogelijkheid van het thans in uitvoering zijnde werk, maar het werd echter op dat tijdstip en zelfs nog tot vóór 23 jaren onuitvoerbaar geacht. Alstoen stelde majoor Ryves den bouw van een aarden dam hoog 162 voet (49.5 M′) met een open doorgraving van de waterscheiding voor.

Naar aanleiding daarvan werden nauwkeurige onderzoekingen en opnamen gedaan door luitenant Pennycuick en wijlen R. Smith, waarna in 1872 een gedetailleerd ontwerp werd ingediend, dat echter niet de goedkeuring van het Bestuur te Madras verwierf. Gedurende de volgende tien jaren kwamen de details van het onderwerp meermalen ter sprake en eindelijk werd in 1882 de zaak in handen gesteld van den tegenwoordigen hoofdingenieur, kolonel Pennycuick R. E. (toen nog majoor) en hem opgedragen een gewijzigd ontwerp met begrooting van kosten op te maken, dat ten slotte tegen het einde van 1884 door de Regeering werd goedgekeurd.

Er verliep eenigen tijd alvorens de werken onderhanden werden genomen; nu zijn ze sedert 3 jaren in uitvoering en men verwacht, dat ze over 4 jaren voltooid kunnen zijn.

De terreinmoeilijkheden zijn zeer groot, daar het werk in het gebergte ligt op een hoogte van 3000 voet (915 M′) boven de oppervlakte van de zee in een onbewoonde streek, die bedekt is met dicht kreupelbosch, een verblijf van olifanten, tijgers en bisons. Gedurende April, Mei en Juni, anders de meest geschikte maanden in het jaar voor uitvoering van werken, zijn koortsen in deze streken zeer algemeen en is men verplicht met werken op te houden. Later in het jaar is het klimaat gezonder, maar wijl de regenval dan zeer aanzienlijk is, vertragen de veelvuldig voorkomende watervloeden den bouw van den hoofddam.

In hoofdzaak bestaat het ontwerp in den bouw van een dam van beton, die het water in de rivier 144 voet (44 M′) hoog moet opstuwen, waardoor een groot voe-

dingsreservoir wordt gevormd, en in dien van een tunnel door de waterscheiding om het opgestuwde water naar de Madura zijde van de bergketen te voeren.

De plaats voor den dam uitgekozen is buitengewoon gunstig; het rivierdal is daar ter plaatse door uitloopers aan iedere zijde tot een wijdte van een paar honderd voet vernauwd en het verval van de rivier over eenige mijlen boven den dam is ook niet groot, zoodat de invloed van den dam zich over een belangrijke uitgestrektheid doet gevoelen. Op den linkeroever maakt een laag gedeelte in den uitlooper den bouw noodig van een afsluitdam van 40 voet (12.2 M′) hoog, die een der twee overlaten zal vormen.

Op een hoogte van 144 voet (44 M′) boven den rivierbodem zal deze dam eene lengte hebben van 500 voet (152 M′). Aan den rechteroever wordt een tweede overlaat lang 420 voet (128 M′) verkregen door een gedeelte van den uitlooper af te graven; de afgegraven massa wordt dan voor den bouw van den grooten dam gebezigd.

Het stroomgebied van de Periyar boven den dam bedraagt ongeveer 300 vierkante mijlen (775 K.M².) en de regenval ± 100 inches (2.50 M′) per jaar.

Ter kruinshoogte van den overlaat gemeten is de oppervlakte van het meer 10 vierkante mijlen (26 K.M².) en de inhoud 13.000 millioen kubieke voet (368 millioen M³).

De slagdrempel in de ingraving door de waterscheiding ligt 31 voet (9.3 M′) beneden den bovenkant van den overlaat en het volume water, dat voor bevloeiing gebruikt kan worden, beloopt 6815 millioen kubieke voet (192.8 millioen M³), welke hoeveelheid voldoende is voor een watervoorziening van meer dan 6 weken, aangenomen, dat gedurende dien tijd geen water wordt toegevoerd.

Ditmaal wenschen wij niet in details te treden over de damconstructie. Wij stippen slechts aan, dat deze uit beton zal bestaan, aan de voor- en achterzijden bekleed met metselwerk in natuurlijken steen en dat de totale hoogte 160 voet (48.8 M′) zal bedragen. Gedurende den bouw zal het water in gewone omstandigheden over den eerst construeerden rechterkant van den dam moeten wegvloeien, maar bij watervloeden is het toe te laten, dat de geheele dam, mits niet voor te langen tijd, overstroomd wordt.

De totale hoeveelheid beton, die vereischt wordt bedraagt ± 5.5, millioen kubieke voet (1.556000 M³).

Het bergachtige terrein, het gemis aan gewone wegen, het gebrek aan werkkrachten en daaruit voortspruitende hooge loonen, dit alles maakte het noodig naar bijzondere middelen uit te zien voor den aanvoer van deze enorme hoeveelheid bouwstoffen.

Het noodige zand wordt verkregen uit de rivierbedding door middel van een zandzuiger en naar den dam toegebracht in de schuiten.

Het hout voor de kalkovens, waarvoor 40.000 ton (40.650 ton) vereischt zal worden, is gemakkelijk te verkrijgen uit de dicht begroeide hellingen rondom het toekomstige meer. Naarmate de waterspiegel rijst wordt het hout hoogerop omgekapt en naar het werk gevlot, alzoo voor een minimum aan transportkosten.

De steen, waarvan ettelijke millioenen kubieke voeten noodig zijn, wordt verkregen uit het materiaal afkomstig van het graafwerk van den overlaat op den rechteroever en wordt langs een hellend spoor naar den betonmolen vervoerd. Is deze voorraad uitgeput dan zullen de steenen ongeveer 6 mijl van het werk af gehaald worden uit de ingraving in de waterscheiding.

Deze ingraving ligt aan het begin van een ravijn, dat in de Periyar afwatert. Door het aanbrengen van kleine steendammen heeft men deze vallei in een reeks panden verdeeld. In enkele van die dammen zijn sluizen aangebracht om de vaartuigen te schutten; bij de meesten echter heeft het overbrengen der materialen in schuiten, die zich in een lager pand bevinden, plaats door loopkranen (travellers). De moeilijkheden van het aldus beschreven transport verminderen naarmate de dam hooger wordt opgetrokken en het water daar achter stijgt, daar de kleine dammen dan achtereenvolgens onder water komen.

De kalksteen, waarvan 1.5 millioen kubieke voet noodig zal zijn, moet verkregen worden uit de steengroeven aan den voet van de bergketen, aan den kant van de Madura. In een rechte lijn gemeten bedraagt de afstand tot het hoogste punt van het kanaal ruim 2 mijlen (3.2 K. M.), de klimming is echter 1200 voet (365 M¹). De meest voordeelige wijze om den kalksteen en andere bouwstoffen op den bergrug te brengen, bleek die te zijn door middel van een transportkabel volgens het stelsel Bullivant & Co. Door een turbine van 60 paardenkrachten, werkende onder een drukking van 130 voet (40 M¹), wordt de kabel, waaraan de emmers bevestigd zijn, voortbewogen. De turbine en het drijfwerk zijn in het midden geplaatst en brengen twee dergelijke kabels in beweging. Tengevolge van de oneffenheden van het terrein zijn de palen en jukken, die den transportkabel dragen, 70 à 80 voet (21 à 24 M¹) hoog genomen. Op verscheidene plaatsen moeten bijzondere inrichtingen aangebracht worden om de richting van den kabel te veranderen of dien naar beneden door ravijnen te voeren, die te breed en te diep zijn om in hun geheel overspannen te worden. De maximum afstand, tusschen de steunpunten bedraagt op den bergrug 250 voet (76 M¹) en op het geaccidenteerde terrein, dat de waterscheiding vormt 350 voet (107 M¹). In de nabijheid van den dam zijn de kalkovens opgericht, zoodat het branden van de kalk door het toezicht hebbend personeel gecontroleerd kan worden en deze dus versch gebrand in den betonmolen komt, zonder blootgesteld te zijn aan de nadeelen van het transport in geval het branden aan de steengroeven plaats vond. Het betonmolengebouw aan de achterzijde van den dam is ruim en bevat al de toestellen noodig voor de bereiding van beton op groote schaal. De noodige beweegkracht wordt verkregen door een turbine van 180 paardenkrachten, onder een drukking van 25 voet (7.6 M¹) werkende, waarvoor het

water gebruikt wordt, dat over de rechterzijde van den hoofddam stort.

Van den molen naar den dam heeft het vervoer van de beton plaats in emmers, die aan een stalen kabel bevestigd zijn, welke door de turbine bewogen wordt.

De steunpunten van den kabel zijn verplaatsbaar en naarmate het werk vordert kan de helling en richting van den transportkabel gewijzigd worden, zoodat men de beton op elk deel van den dam kan brengen.

De ingraving in de waterscheiding en de tunnel liggen aan het begin van de Mulia-Panyam vallei ongeveer 7 mijlen (11.2 K.M.) van den dam af en 113 voet (34.57 M[1]) boven den rivierbodem.

De ingraving is 21 voet (6.4 M[1]) breed; daar waar de diepte van ingraving grooter is dan 30 voet (9.1 M[1]) begint de tunnel.

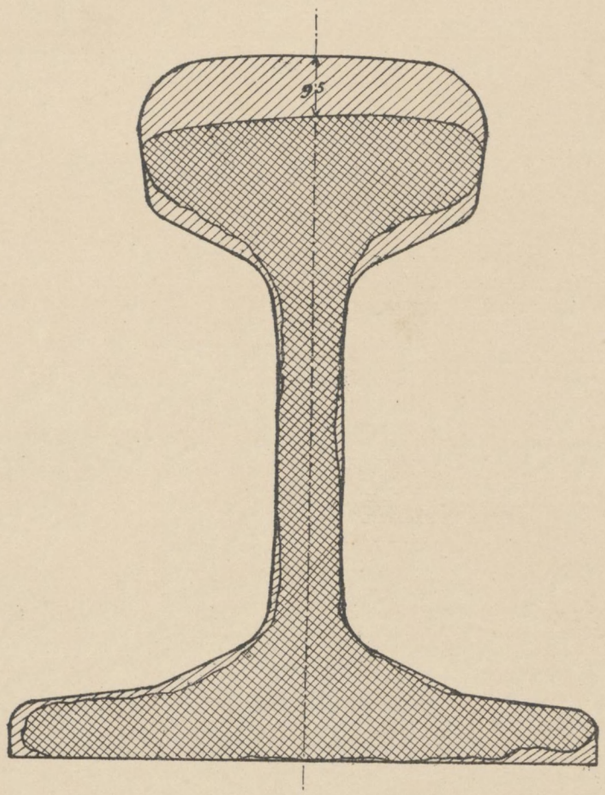
Het profil van de tunnel bedraagt 12 bij 7.5 voet (3.7 bij 2.3 M[1]). Deze ligt in een helling van 1 op 73. Aan beide einden werd met het boren van de tunnel begonnen; thans echter wordt het werk hoofdzakelijk aan de Oostzijde voortgezet, wat het groote voordeel oplevert, dat door de helling in de tunnel de afvoer van water en het verwijderen van grond vergemakkelijkt wordt. Daarenboven kan aan deze zijde van waterkracht gebruik gemaakt worden; een turbine en luchtdrukmachine zijn aldaar opgesteld en het boren geschiedt door middel van samengeperste lucht. Een andere turbine drijft de luchtververschingstoestellen, wanneer genoemde boren niet aan het werk zijn. De rots bestaat uit zeer harden en vasten syeniet; en de waarschijnlijkheid, dat er in de tunnel plaatsen zullen voorkomen, die een bekleeding behoeven, is zeer gering. De lengte van de tunnel bedraagt iets meer dan 6000 voet (1830 M[1]). Het werk wordt zoodanig geregeld, dat de tunnel voltooid kan zijn, wanneer de dam tot zoodanige hoogte is opgetrokken, dat met het afleiden van water naar de Vigay kan worden begonnen. De ingang tot de tunnel zal afgesloten worden door gemakkelijk beweegbare deuren van een nieuwe constructie, waarvan de details echter nog niet geheel zijn vastgesteld.

De doorstroomingsopening daar ter plaatse is 120 vierkante voeten (11.1 M[2]), zoodat iedere toekomstige uitbreiding uitgevoerd kan worden door eenvoudig de tunnel te verwijden, hetgeen snel en gemakkelijk kan geschieden, terwijl daarentegen eene verandering aan de deuren en toegangen groote moeilijkheden zou opleveren.

De geraamde totale kosten van alle werken worden geschat op Rs. 6439913, de netto opbrengst op Rs. 502814, zijnde een rente van 7.8 % over het verwerkte kapitaal.

Vergelijking van het oorspronkelijk railprofiel met dat van de verwisselde rails uit den tunnel te Lampegan.

Ware grootte.



——— Oorspronkelijk railprofiel.

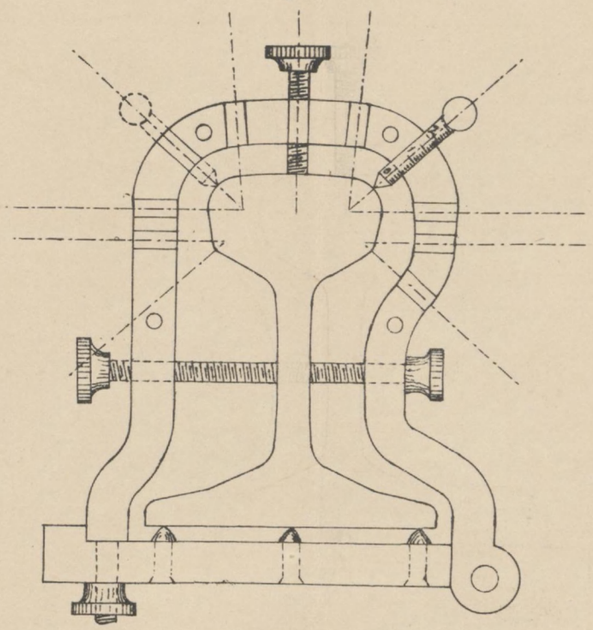
▨ Tegenwoordig id:

▨ Bevonden afname van het profiel.

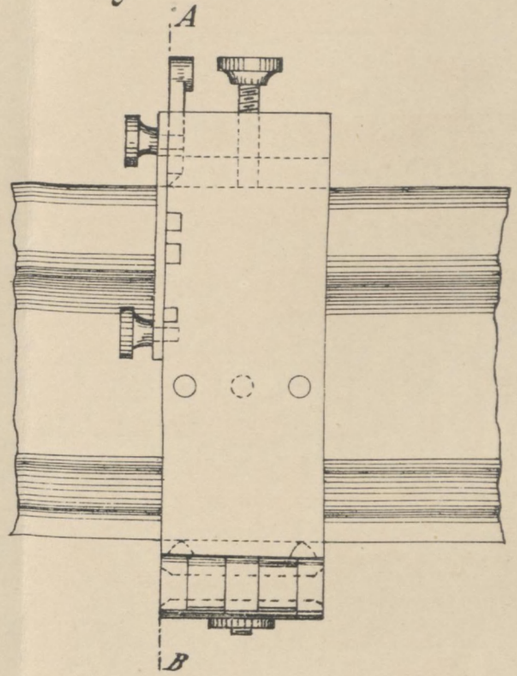
Toestel tot het meten van rails.

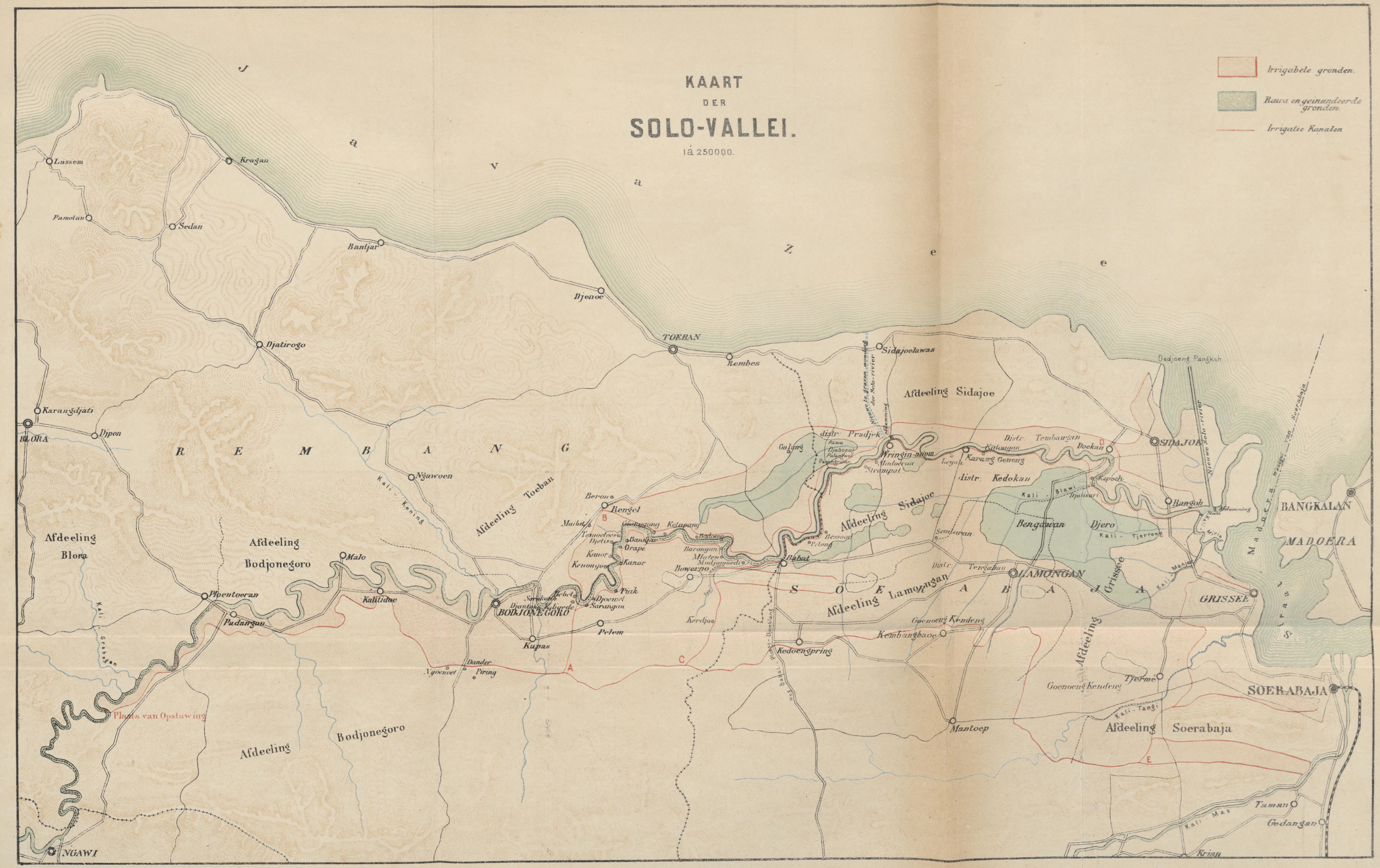
Schaal 1:2.

Vooraanzicht (Doorsnede AB.)



Zijaanzicht.




KAART
DER
SOLO-VALLEI.
1á 250000.
Irrigabele gronden.
Rawa en geinundeerde gronden.
Irrigatie Kanalen
Java Zee
Lassem
Kragan
Pamotan
Sedan
Bantjar
Djenoe
TOEBAN
Rembes
Sidajoelawas
Djatirogo
Karangdjati
BLORA
Djpon
REMBANG
Ngawoen
Kali-Kening
Afdeeling Toeban
Afdeeling Blora
Afdeeling Bodjonegoro
Malo
Kalitidoe
Ploentoeran
Padangan
Kali-Grebogan
Plants van Opstuwing
Afdeeling Bodjonegoro
NGAWI
Beron
Rengel
Maibit
Temoetoes
Djetis
Kanor
Kenongo
Grape
Kanor
Piak
Djoewet
Sarangan
BODJONEGORO
Kapas
Pelem
Dander
Piring
Ngoenoet
Kerdjoe
Bowerno
Babat
Galang
distr. Pradjek
Wringin-anom
Madoeran
Strampat
Afdeeling Sidajoe
Afdeeling Sidajoe
Distr. Tembangan
Doekan
Karang Geneng
distr. Kedokan
Kepoeh
Bangoh
Bengawan Djero
Kali-Tjorrong
Semlaran
Distr. Tengahan
LAMONGAN
SOERABAJA
Afdeeling Lamongan
Goenoeng Kendeng
Kembangbaoe
Kedoengpring
Mantoep
Afdeeling Grissee
Tjermé
Goenoeng Kendeng
Afdeeling Soerabaja
Kali-Tangi
Kali-Mas
Taman
Gedangan
Krian
SOERABAJA
GRISSEE
BANGKALAN
MADOERA
Straat Madoera
Oedjoeng Pangkah
SIDAJOE
Kali-Blawi
Djatisari
Kali-Manjar
Kali-Tjorrong
Nieuwe Solo-rivier
Nieuwe te graven monding der Solo-rivier
Afdamming
Nieuwe Solo-rivier
Weg Babat-Plosso-Djemblang
A
B
C
D
E

GRAPHISCHE VOORSTELLINGEN VAN DE GEMIDDELDE TEMPERATUREN, WAARGENOMEN BINNEN PROEFBARAKKEN MET VERSCHILLENDE DAKBEDEKKINGEN.

Fig:1.

Dakbedekking: gegolfd gegalv: ijzer.

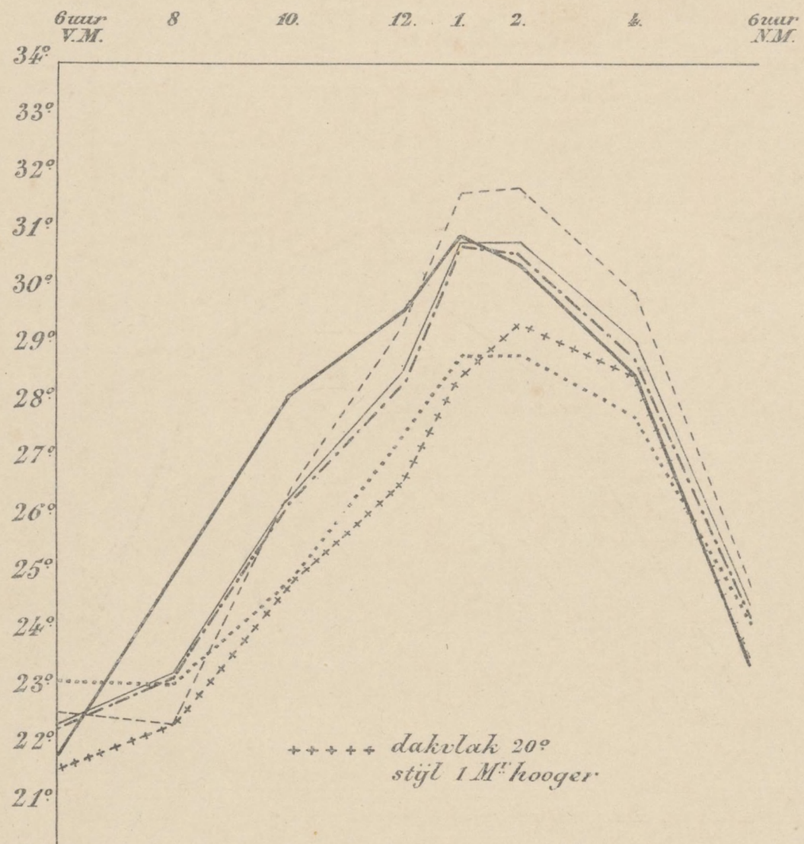


Fig:2.

Dakbedekking: asphaltvilt.

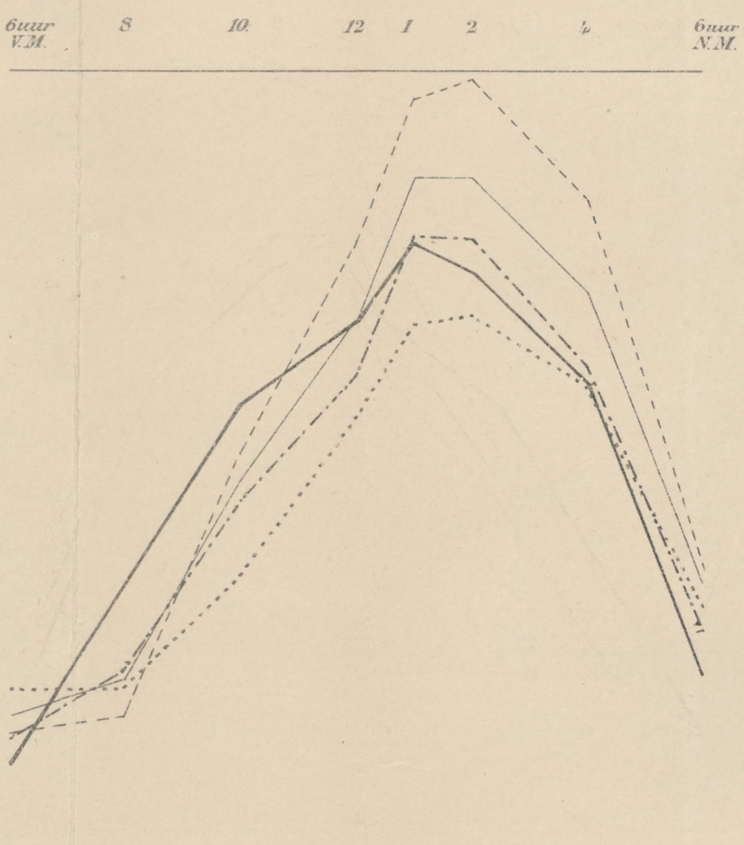


Fig:3.

Dakbedekking: pannen.

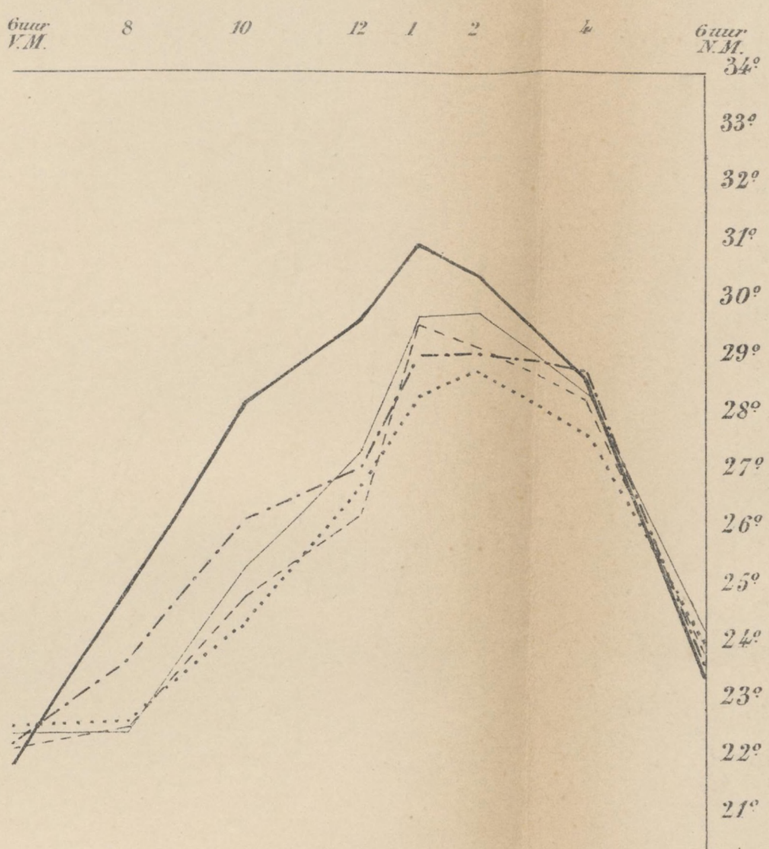


Fig:4.

Dakbedekking: sierappen (djati).

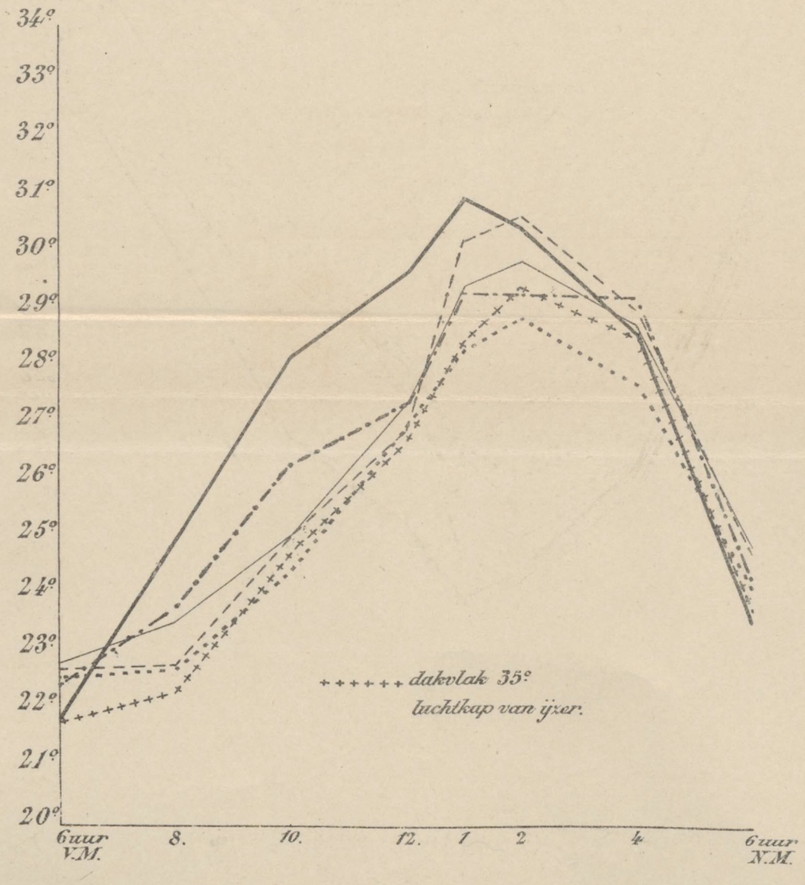
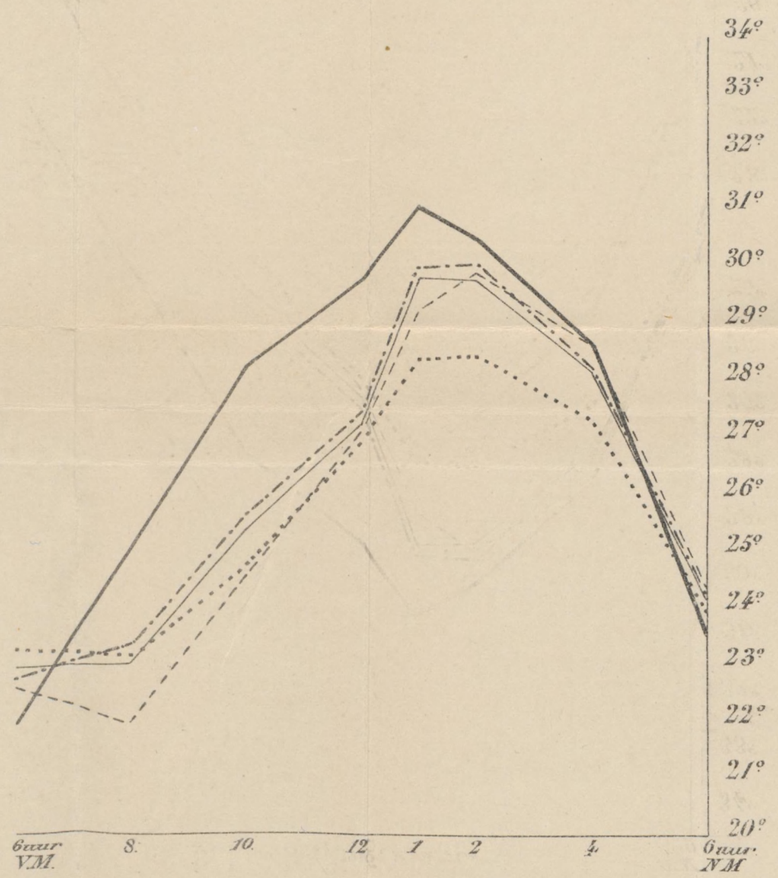


Fig:5.

Dakbedekking: atappen.



Verklaring der lijnen.

- ——— *Luchttemperatuur.*
- ——— *Dakvlak 35° helling.*
- —·—·—·— *idem met luchtkap van gelijk materiaal.*
- ····· *idem „ plafond van kadjangmatten.*
- – – – – *idem 20° helling.*