

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,

Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. F. M. Ch. Berkhout.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh;
Leden: ir. G. Meesters,
dr. ir. Tan Sin Hok

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Hoogeschoolweg 3, Bandoeng.

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: De berekening van portalen met behulp van veeringscoëfficiënten der knooppunten en eenheidsverplaatsingen der stijlsteunpunten, door ir. R. Roosseno Soerjohadikoesoemo. — Berekening van de plooi spanning in het plastische gebied voor het lijf van plaatstalen brugliggers, door prof. ir. P. P. Bijlaard. — *Berichten van allerlei aard: Octrooien. — Ontvangen geschriften. — Personalia. — Koninklijk Instituut van Ingenieurs: Bestuursmededeelingen.*

De berekening van portalen met behulp van veeringscoëfficiënten der knooppunten en eenheidsverplaatsingen der stijlsteunpunten

door

ir. R. ROOSSENO SOERJOHADIKOESOEMO,

Ingenieur 2de kl. bij de Onderafd. Constructiebureau van het Dept. van V. & W.

Korte inhoud.

Aangegeven wordt hoe de veeringscoëfficiënten voor de beide uiteinden van een belast veld kunnen worden bepaald. Met behulp hiervan worden de knoop- c.q. inklemmingsmomenten berekend voor het geval de knooppunten van het portaalstelsel zijdelings niet verschuiven.

Is een horizontale regel wel verschuifbaar, dan kan de vasthoudkracht in de toeslagstaaf worden opgeheven door de stijlsteunpunten een overeenkomstige horizontale verplaatsing te geven. De grootte dezer verplaatsing wordt bepaald met behulp van vooraf berekende eenheidsverplaatsingen.

Het een en ander wordt toegelicht aan een voorbeeld. De resultaten komen overeen met een controle-berekening, uitgevoerd volgens de vereffeningsmethode van Cross.

Bij de berekening van portaalconstructies maakt men onderscheid tusschen:

- 1) systemen met onverschuifbare knooppunten;
- 2) systemen met verschuifbare knooppunten.

De portalen onder 1) zijn veel eenvoudiger te berekenen dan die onder 2).

We behandelen eerst:

I. Portalen met onverschuifbare knooppunten.

Fig. 1 stelt een portaalstelsel voor waarvan de knooppunten niet kunnen verschuiven. Staafstuk *BE* is het eenige belaste veld.

Denken we ons staaf *BE* losgesneden, dan heeft men het volgende geval: een staaf aan beide zijden veerend ingeklemd wordt belast door de uitwendige krachten P_1 en P_2 .

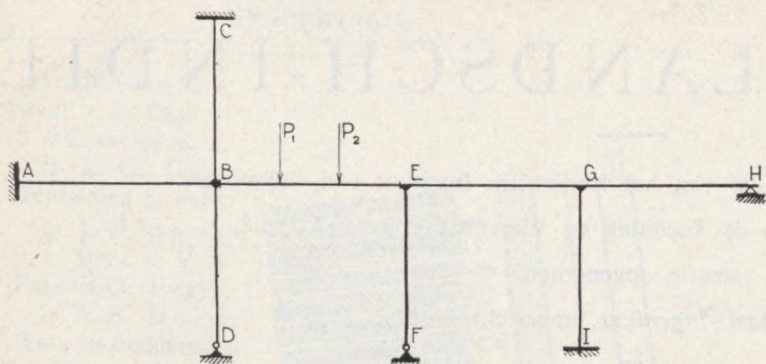


Fig. 1. Portaalstelsel met onverschuifbare knooppunten.

De graad van inklemming links (in punt B) wordt uitgedrukt door $\frac{1}{\varphi_1}$ indien men onder φ_1 verstaat den

hoek waarover de linker inklemming zal gaan draaien tengevolge van een moment van 1 tonmeter.

φ_1 zullen we den veeringscoëfficiënt noemen.

Bij volledige inklemming is de veeringscoëfficiënt $\varphi = 0$, terwijl bij een scharnier $\varphi = \infty$.

Is de draaiingshoek tengevolge van een moment M gelijk aan α dan heeft men $\alpha = M\varphi$.

De momentenlijn van het staafstuk BE wordt voorgesteld in fig. 2b.

Bekend mag worden verondersteld, dat de hoekverdraaiing van de raaklijn in B gelijk is aan de oplegreactie indien het gereduceerde momentenvlak als tweede belasting wordt beschouwd. Dit momentenvlak wordt gesplitst in:

- Mom. vlak door de uitwendige belasting;
- Driehoekig mom. vlak met M_1 als basis en E als top;
- Driehoekig mom. vlak met M_r als basis en B als top.

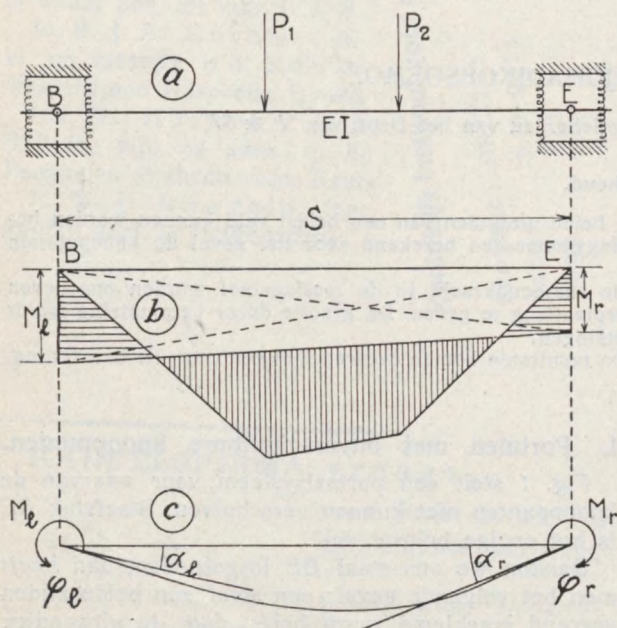


Fig. 2. Momentenlijn van staaf BE uit fig. 1.

We krijgen dan:

$$\alpha_1 = \frac{L}{EI} - \frac{M_1 S}{3EI} - \frac{M_r S}{6EI} \quad (1)$$

$$\frac{L}{EI} = \text{belastingsterm} = \text{linker}$$

oplegreactie der tweede belasting uitsluitend tengevolge van de uitwendige lasten.

Nu hebben we $\alpha_1 = M_1 \varphi_1$, zoodat (1) na substitutie wordt:

$$M_1 \varphi_1 = \frac{L}{EI} - \frac{M_1 S}{3EI} - \frac{M_r S}{6EI}$$

$$6EI \varphi_1 M_1 = 6L - 2SM_1 - SM_r$$

$$(6EI \varphi_1 + 2S) M_1 + SM_r = 6L \quad (2)$$

Noemen we $(6EI \varphi_1 + 2S) = \mu_1$ dan gaat (2) over in:

$$\mu_1 M_1 + SM_r = 6L \quad (3)$$

De bij het punt E (rechts) behorende vergelijking is blijkbaar:

$$\mu_1 M_r + SM_1 = 6R \quad (4)$$

Uit (3) en (4) volgt:

$$\left\{ \begin{aligned} M_1 &= \frac{6(\mu_r L - SR)}{\mu_1 \mu_r - S^2} \quad (5) \\ M_r &= \frac{6(\mu_1 R - SL)}{\mu_1 \mu_r - S^2} \quad (6) \end{aligned} \right.$$

Het komt er thans op aan om de grootheden μ_1 en μ_r te berekenen, welke gegeven zijn door de volgende betrekkingen:

$$\mu_1 = 6EI \varphi_1 + 2S \quad (7)$$

$$\mu_r = 6EI \varphi_r + 2S \quad (8)$$

Dit komt weer neer op het berekenen van φ_1 en φ_r , of wel van de veeringscoëfficiënten in de punten B en E.

Keeren we terug tot ons portaalstelsel in fig. 1, dan is op te merken dat de veeringscoëfficiënt in punt B wordt beheerscht door de staven BA, BC en BD.

Den veeringscoëfficiënt in B duiden we daarom aan door $\varphi_{B(ACD)}$.

Index B duidt het beschouwde punt aan terwijl A, C en D de eindpunten aangeven der in B samenkomende staven BA, BC en BD.

Aangezien deze drie staven aan hun einden of een scharnier of een inklemming hebben noemen we deze staven *eindstaven*.

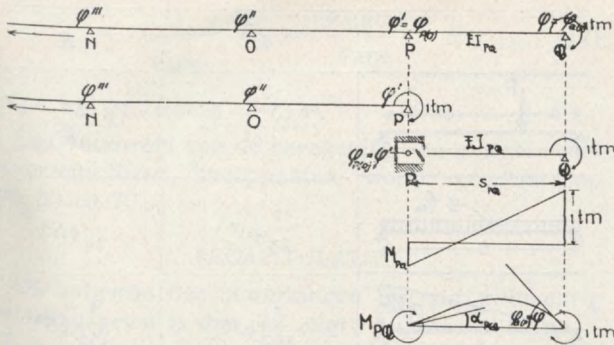
De veeringscoëfficiënt in E, dus $\varphi_{E(FG)}$, wordt beheerscht door staaf EF die wel *eindstaaf* is en staaf EG, die geen *eindstaaf* blijkt te zijn, maar een *tusschenstaaf*.

Bij de berekening van de veeringscoëfficiënten beginnen we bij de eindstaven.

Berekening van veeringscoëfficiënten.

Men heeft hierbij drie gevallen:

- een staafreeks;
- een ontmoeting van staven;
- een combinatie van a) en b).

Fig. 3. Staafreeks met bepaling van den veeringscoëfficiënt $\varphi_Q(P)$.

Staafreeks.

Fig. 3 stelt een staafreeks voor. Gevraagd wordt den veeringscoëfficiënt $\varphi_{Q(P)}$ uit te drukken in de veeringsgrootheid $\varphi_{P(O)}$.

De momentenlijn van het staafstuk PQ is in fig. 3 voorgesteld.

Men heeft:

$$\varphi_{Q(P)} = \frac{S_{PQ}}{3EI_{PQ}} - \frac{M_{PQ}S_{PQ}}{6EI_{PQ}} \quad (9)$$

Ook heeft men: $\alpha_{PQ} = \frac{S_{PQ}}{6EI_{PQ}} - \frac{M_{PQ}S_{PQ}}{3EI_{PQ}}$ en aan-

gezien $\alpha_{PQ} = M_{PQ}\varphi_{P(O)}$

$$M_{PQ}\varphi_{P(O)} = \frac{S_{PQ}}{6EI_{PQ}} - \frac{M_{PQ}S_{PQ}}{3EI_{PQ}}$$

M_{PQ} kan hieruit worden opgelost:

$$M_{PQ} = \frac{S_{PQ}}{\mu_{PQ}} \quad (10)$$

waarin $\mu_{PQ} = (6EI\varphi_{P(O)} + 2S_{PQ})$

Substitutie van (10) in (9) geeft

$$\varphi_{Q(P)} = \frac{S_{PQ}}{3EI_{PQ}} - \frac{S_{PQ}}{\mu_{PQ}} \times \frac{S_{PQ}}{6EI_{PQ}}$$

$$\varphi_{Q(P)} = \frac{S_{PQ}}{3EI_{PQ}} - \frac{S_{PQ}^2}{6\mu_{PQ}EI_{PQ}} \quad (11)$$

of

$$6EI\varphi_{Q(P)} = \frac{2\mu_{PQ}S_{PQ} - S_{PQ}^2}{\mu_{PQ}} \quad (12)$$

In woorden:

De veeringscoëfficiënt aan het einde van een staafreeks vermenigvuldigd met 6 maal den stijfheidsfactor van het laatste staafstuk is gelijk aan een breuk waarvan de teller gelijk is aan $(2\mu_{l.s.} S_{l.s.} - S_{l.s.}^2)$ en de noemer gelijk aan $\mu_{l.s.}$, indien met $S_{l.s.}$ en $\mu_{l.s.}$ het volgende wordt bedoeld:

$S_{l.s.}$ = lengte van het laatste staafstuk.

$\mu_{l.s.} = 6EI_{s.l.}\varphi' + 2S_{l.s.}$

terwijl φ' beteekent de veeringscoëfficiënt die aan φ voorafgaat.

Het bovenstaande kan direct worden toegepast op de eindstaven, waarbij men twee gevallen kan onderscheiden:

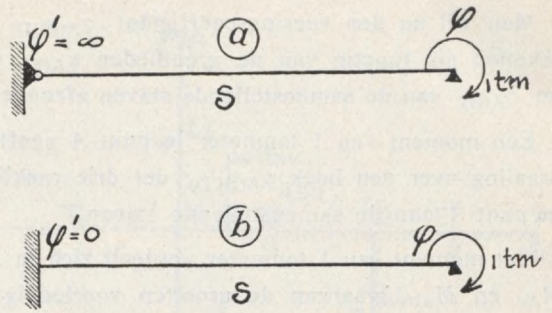


Fig. 4. Eindstaaf met a) scharnierend en b) ingeklemd uiteinde.

Geval 1. Eindsteunpunten scharnierend (zie fig. 4a)

$$\varphi' = \infty$$

$$6EI\varphi = \frac{2\mu S - S^2}{\mu} = 2S - \frac{S^2}{\mu}$$

$$\mu = 6EI\varphi' + 2S = \infty$$

$$\text{dus } \frac{S^2}{\mu} = 0, \text{ zoodat}$$

$$6EI\varphi = 2S \quad (\text{scharnierende eindstaaf}) \quad (13)$$

Geval 2. Eindsteunpunt ingeklemd (fig. 4b)

$$\varphi' = 0$$

$$\mu = 6EI\varphi' + 2S = 2S$$

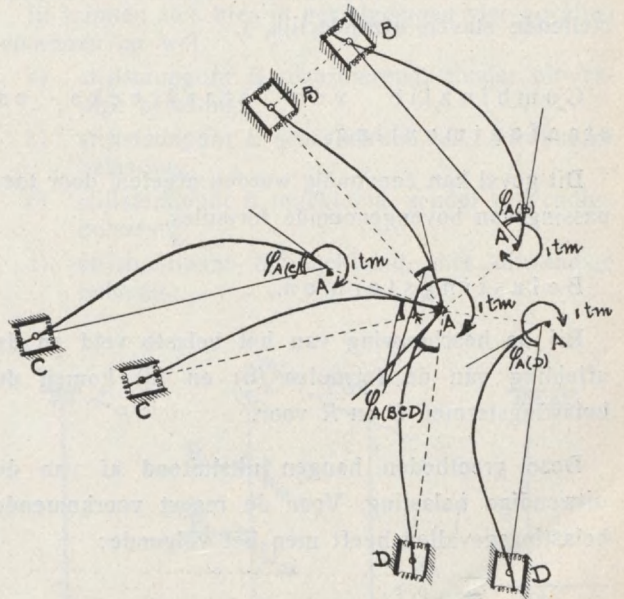
$$6EI\varphi = \frac{2\mu S - S^2}{\mu} = \frac{3S^2}{2S} = 1\frac{1}{2}S \quad (\text{ingeklemd}$$

$$\text{eindstaaf}) \quad (14)$$

Te beginnen bij de eindstaaf zijn dan de opvolgende veeringscoëfficiënten eenvoudig te berekenen.

Ontmoeting van staven.

Fig. 5 stelt voor een ontmoeting van drie staven AB , AC en AD in het punt A . De drie samenstellende staven zijn aan hun einden veerend ingeklemd, elk met een zekeren veeringscoëfficiënt.

Fig. 5. Knooppunt A met 3 samenstellende staven, belast met een koppel van 1 tm .

Men wil nu den veeringscoëfficiënt $\varphi_{A(BCD)}$ uitrekenen als functie van de grootheden $\varphi_{A(B)}$, $\varphi_{A(C)}$ en $\varphi_{A(D)}$ van de samenstellende staven afzonderlijk.

Een moment van 1 tonmeter in punt A geeft een draaiing over een hoek $\varphi_{A(BCD)}$ der drie raaklijnen in punt A aan de samenstellende staven.

Het moment van 1 tonmeter verdeelt zich in M_{AB} , M_{AC} en M_{AD} , waarvan de grootten voorloopig nog onbekend zijn.

De beschouwing van de 3 afzonderlijke staven en het knooppunt geeft (zie fig. 5):

staaf AB: $\varphi_{A(BCD)} = M_{AB} \cdot \varphi_{A(B)}$

staaf AC: $\varphi_{A(BCD)} = M_{AC} \cdot \varphi_{A(C)}$

staaf AD: $\varphi_{A(BCD)} = M_{AD} \cdot \varphi_{A(D)}$

knooppunt A: $\varphi_{A(BCD)} = 1 \cdot \varphi_{A(BCD)}$

tevens is $M_{AB} + M_{AC} + M_{AD} = 1$.

Zoodat

$$M_{AB} : M_{AC} : M_{AD} : 1 =$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\varphi_{A(BCD)}}{\varphi_{A(B)}} : \frac{\varphi_{A(BCD)}}{\varphi_{A(C)}} : \frac{\varphi_{A(BCD)}}{\varphi_{A(D)}} : 1 \\ &= \frac{1}{\varphi_{A(B)}} : \frac{1}{\varphi_{A(C)}} : \frac{1}{\varphi_{A(D)}} : \frac{1}{\varphi_{A(BCD)}} \dots \quad (15a) \end{aligned}$$

waaruit volgt:

$$\frac{1}{\varphi_{A(BCD)}} = \frac{1}{\varphi_{A(B)}} + \frac{1}{\varphi_{A(C)}} + \frac{1}{\varphi_{A(D)}} \dots \dots \dots (15b)$$

De reciproke waarde van den veeringscoëfficiënt in een knooppunt is derhaive gelijk aan de som der reciproke waarden van de coëfficiënten der samenstellende staven afzonderlijk ¹⁾.

Combinatie van staafreeks en staafontmoeting.

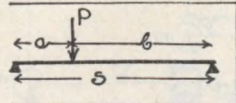
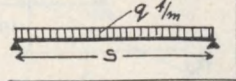
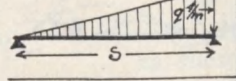
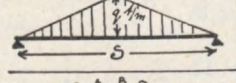
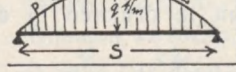
Dit geval kan eenvoudig worden afgeleid door toepassing van bovengenoemde formules.

Belastingstermen.

Bij de beschouwing van het belaste veld en de afleiding van de formules (5) en (6) komen de belastingstermen L en R voor.

Deze grootheden hangen uitsluitend af van de uitwendige belasting. Voor de meest voorkomende belastinggevallen heeft men het volgende:

1) Deze stelling doet ons denken aan de stelling van den substitutie-weerstand in de leer der electriciteit.

	L	R
	$\frac{Pb(S^2 - b^2)}{6l}$	$\frac{Pa(S^2 - a^2)}{6l}$
	$\frac{1}{24} q S^3$	$\frac{1}{24} q S^3$
	$\frac{7}{360} q S^3$	$\frac{8}{360} q S^3$
	$\frac{5}{192} q S^3$	$\frac{5}{192} q S^3$
	$\frac{1}{30} q S^3$	$\frac{1}{30} q S^3$

Berekening der andere knooppuntsmomenten na berekening van M_l en M_r .

Voor de berekening van M_l en M_r van het belaste veld moeten eerst de veeringscoëfficiënten φ_l en φ_r worden bepaald. Zooals boven reeds is vermeld beginnen we bij de eindstaven om al voortgaande de eindpunten van het belaste veld te berekenen.

De berekening der knooppuntsmomenten geschiedt juist andersom. Ook hier moeten we weer de reeds genoemde drie gevallen onderscheiden n.l.

- a) staafreeks;
- b) ontmoeting van staven;
- c) combinatie van a) en b).

Staafreeks (zie fig. 3).

Heerscht in punt Q in plaats van een moment van 1 tm een moment M (of M_{QP}) dan wekt dit in P een moment M_{PQ} op. M_{PQ} is een functie van M (of M_{QP}), El_{PQ} , S_{PQ} en $\varphi_{P(O)}$ (of φ').

Volgens formule (10) krijgen we dan:

$$M_{PQ} = \frac{S_{PQ}}{\mu_{PQ}} M_{QP} \dots \dots \dots (16)$$

Ontmoeting van staven (zie fig. 4).

In plaats van 1 tm denke men nu in punt A een moment M (of M_A).

De distributie van M (of M_A) over de afzonderlijke staven is dan volgens formule (15a) evenredig met de reciproke waarden der veeringscoëfficiënten van de samenstellende staven afzonderlijk aldus:

$$M_{AB} : M_{AC} : M_{AD} = \frac{1}{\varphi_{A(B)}} : \frac{1}{\varphi_{A(C)}} : \frac{1}{\varphi_{A(D)}} \text{ ter-}$$

wijl bovendien $M_{AB} + M_{AC} + M_{AD} = 1$.

Hieruit volgt

$$M_{AB} = \frac{\frac{1}{\varphi_{A(B)}}}{\frac{1}{\varphi_{A(B)}} + \frac{1}{\varphi_{A(C)}} + \frac{1}{\varphi_{A(D)}}} \times M_A =$$

$$= \frac{1}{\varphi_{A(B)}} M_A = \frac{\varphi_{A(BCD)}}{\varphi_{A(B)}} M_A \dots (17)$$

Een voorbeeld van de berekening van portalen met onverschuifbare knooppunten wordt gegeven op blz. 69 en 70.

RECAPITULATIE.

De volgorde der bewerkingen bij een willekeurig belastingsgeval is dus als volgt:

- 1) splits de gegeven belasting in een aantal gevallen, bij ieder waarvan slechts 1 veld belast wordt;
- 2) bereken de waarden φ_l en φ_r van de belaste staaf te beginnen van uit de eindstaven;
- 3) bereken de belastingstermen L en R ;
- 4) bereken met de formules (5) en (6) de momenten M_l en M_r ;
- 5) leid de andere knooppuntsmomenten af met de formules (16) en (17), te beginnen van uit het belaste veld naar de eindstaven toe;
- 6) voer dezelfde bewerkingen 2) t/m 5) uit voor de gevallen genoemd in 1);
- 7) superponeer de verschillende uitkomsten en men vindt de gezochte krachtsverdeling.

Opmerking: Het is aan te bevelen om door middel van een stippellijn direct aan te geven welke momenten positief c.q. negatief zullen worden gerekend (zie fig. 6).

Is de trekspanning aan denzelfden kant gelegen als de stippellijn, dan noemt men het moment positief.

II. Portalen met verschuifbare knooppunten.

Bij de berekening van portalen van dit type gaat men als volgt te werk.

Men zorgt er voor dat de knooppunten eerst niet kunnen verschuiven, door toepassing van een toeslagstaaf T . Deze staaf T moet scharnierend verbonden zijn aan een knooppunt van den horizontalen regel.

Voorloopig rekent men de krachtsverdeling uit volgens de hierboven uitgewerkte methode.

Het is nu zaak de axiaalkracht (trek of druk) in de toeslagstaaf T uit te rekenen. Immers dank zij deze vasthoudkracht (Duitsch: „Festhaltungskraft”, verg. E. Suter: Methode der Festpunkte) zijn de knooppunten van het portaalstelsel niet verschoven.

Deze vasthoudkracht T moet als reactiekracht evenwicht maken met de horizontale stijldwarskrachten in de onmiddellijke nabijheid van de knooppunten van den horizontalen regel en wel zooals deze horizontale krachten op den regel worden uitgeoefend.

In fig. 6 is T de toeslagstaaf, terwijl de in T opgewekte staafkracht afhankelijk is van de krachtsverdeling in de stijlen BA , BC en DE .

Nemen we bijv. aan, dat door de een of andere belasting de staafkracht T een

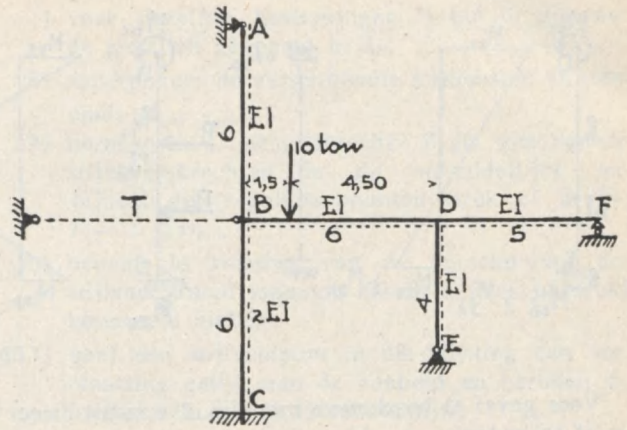


Fig. 6. Portaalstelsel met verschuifbare knooppunten en toeslagstaaf.

drukkracht is. Aangezien in wezen T nul moet zijn, moeten de punten A , C en E een zeker bedrag δ naar rechts verschoven worden (B , D en F blijven hierbij op hun plaats).

De waarde van δ is voorloopig nog onbekend.

Geven we A , C en E een verschuiving gelijk aan de eenheid en is de vermindering van T door deze verschuiving gelijk aan $\Delta_1 T$ dan zal de gezochte

grootheid δ zijn: $\delta = \frac{T}{\Delta_1 T}$.

De grootheid $\Delta_1 T$, veroorzaakt door gelijktijdige verschuiving van A , C en E gelijk aan de eenheid, kan nu worden gevonden door superpositie van de afzonderlijke verschuivingen van A , C en E .

Berekening van de staafkracht T .

De vasthoudkracht T is gelijk aan de algebraïsche som der stijldwarskrachten in de regelknooppunten.

Beschouwen we bijv. stijl DE .

Er kunnen zich hier in het algemeen vier gevallen voordoen en wel:

- a) stijlsteunpunt E scharnierend, zonder uitwendige belasting;
- b) stijlsteunpunt E scharnierend, met uitwendige belasting;
- c) stijlsteunpunt E ingeklemd, zonder uitwendige belasting;
- d) stijlsteunpunt E ingeklemd, met uitwendige belasting.

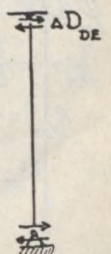
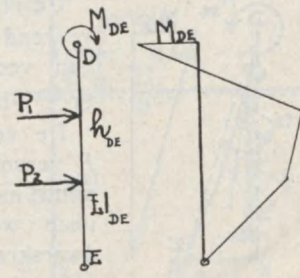
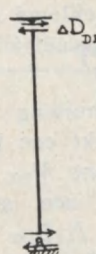
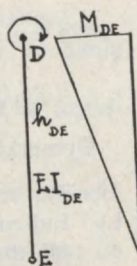


Fig. 7.

Fig. 8.

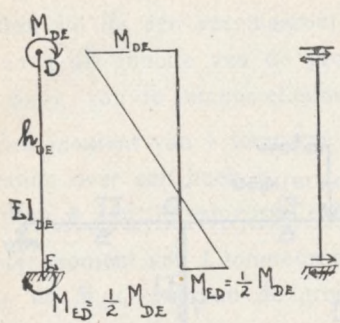


Fig. 9.

Voor geval a) beschouwe men fig. 7 waaruit direct is af te leiden:

$$\Delta D_{DE} = \frac{M_{DE}}{h_{DE}} \dots \dots \dots (18)$$

Voor geval b) heeft men (zie fig. 8)

$$\Delta D_{DE} = Z_{DE} + \frac{M_{DE}}{h_{DE}} \dots \dots \dots (19)$$

indien met Z_{DE} wordt bedoeld de oplegreactie in D veroorzaakt door de uitwendige belasting (als balk op 2 steunpunten).

Voor geval 3 krijgt men (fig. 9):

$$\Delta D_{DE} = \frac{M_{DE}}{h_{DE}} + \frac{M_{ED}}{h_{DE}} = 1\frac{1}{2} \frac{M_{DE}}{h_{DE}} \dots \dots \dots (20)$$

Tenslotte geeft geval 4 het volgende (fig. 10):

Hier is $M_{ED} \neq \frac{1}{2} M_{DE}$

Men heeft dan

$$\Delta D_{DE} = Z_{DE} + \frac{M_{DE}}{h_{DE}} - \frac{M_{ED}}{h_{DE}}$$

Men vindt dus

$$T = \Sigma \Delta D_{m.n.} \text{ (stijlen)} \dots \dots \dots (21)$$

Geeft $\Sigma \Delta D_{m.n.}$ zooals deze krachten op den horizontalen regel worden uitgeoefend een resulteerende naar rechts, zoo is blijkbaar T een trekkracht en in het tegenovergestelde geval een drukkracht.

Invloed van de afzonderlijke verschuiving van een stijlsteunpunt over een bedrag gelijk aan de eenheid.

Bepalen we ons weer tot stijl DE in fig. 6 en geven we E nu een verplaatsing naar rechts gelijk aan de eenheid.

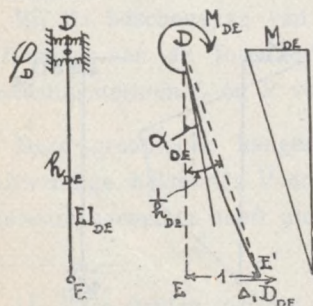


Fig. 11.

De staaf DE is in D veerend ingeklemd met een veeringscoëfficiënt $\varphi_D = \varphi_D(BF)$.

De verschuiving van E veroorzaakt een buigend moment M_{DE} en deze weer een stijl-dwarskracht $\Delta_1 D_{DE}$ (de index 1 doelt op de verschuiving 1; zie fig. 11).

Men heeft:

$$\alpha_{DE} = \frac{1}{h_{DE}} - \frac{M_{DE} h_{DE}}{3EI_{DE}} = M_{DE} \varphi_D$$

waaruit na eenige herleiding volgt

$$M_{DE} = \frac{6EI_{DE}}{h_{DE} \mu_{DE}} \dots \dots \dots (22a)$$

indien $\mu_{DE} = 6EI_{DE} \varphi_D + 2h_{DE}$

$$\Delta_1 D_{DE} = \frac{M_{DE}}{h_{DE}} = \frac{6EI_{DE}}{h_{DE}^2 \mu_{DE}} \dots \dots \dots (22b)$$

Is in E geen scharnier aanwezig maar een inklemming dan heeft men (zie fig. 12):

Punt D.

$$\alpha_{DE} = \frac{1}{h_{DE}} + \frac{M_{ED} h_{DE}}{6EI_{DE}} - \frac{M_{DE} h_{DE}}{3EI_{DE}} = M_{DE} \varphi_D$$

$$(6EI_{DE} \varphi_D + 2h_{DE}) M_{DE} - h_{DE} M_{ED} = \frac{6EI_{DE}}{h_{DE}}$$

$$\mu_{DE} M_{DE} - h_{DE} M_{ED} = \frac{6EI_{DE}}{h_{DE}} \dots \dots \dots (23)$$

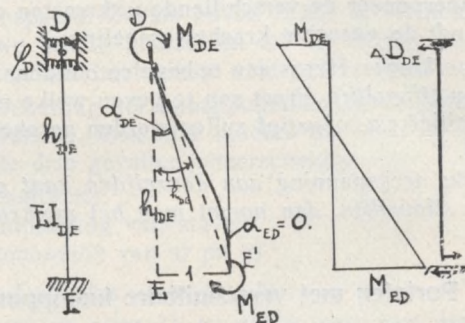


Fig. 12.

Punt E.

$$\alpha_{ED} = 0 = -\frac{1}{h_{DE}} + \frac{M_{ED} h_{DE}}{3EI_{DE}} - \frac{M_{DE} h_{DE}}{6EI_{DE}}$$

$$2h_{DE} M_{ED} - M_{DE} h_{DE} = \frac{6EI_{DE}}{h_{DE}} \dots \dots \dots (24)$$

Uit (23) en (24) volgt

$$M_{DE} = \frac{18EI_{DE}}{h_{DE} (2\mu_{DE} - h_{DE})} \dots \dots \dots (25)$$

$$M_{ED} = \frac{6EI_{DE} (h_{DE} + \mu_{DE})}{h_{DE}^2 (2\mu_{DE} - h_{DE})} \dots \dots \dots (26)$$

We krijgen dan:

$$\Delta_1 D_{DE} = \frac{M_{DE} + M_{ED}}{h_{DE}} \dots \dots \dots (27)$$

Opmerking:

- $\mu_{DE} = 6EI_{DE} \varphi_D + 2h_{DE}$
- Indien in fig. 12 D een scharnier is, hebben we als het ware te doen met het inklemmingsmoment van een consôle bij een doorbuiging = 1.

Passen we (26) toe:

$$\varphi_D = \infty \quad \mu_{DE} = \infty \quad M_{ED} = \frac{6EI_{DE} \left(\frac{h_{DE}}{\mu_{DE}} + 1 \right)}{h_{DE}^2 \left(2 - \frac{h_{DE}}{\mu_{DE}} \right)}$$

$$M_{ED} = + \frac{6EI_{DE}}{2h_{DE}^2} = + \frac{3EI_{DE}}{h_{DE}^2}$$

De bekende consôle-doorbuigingsformule geeft:

$$f = 1 = \frac{Ph^3}{3EI}; \text{ hieruit volgt } P = \frac{3EI}{h^3}$$

Het inklemmingsmoment is dan:

$$P \cdot h = \frac{3EI}{h^3} \cdot h = \frac{3EI}{h^2}, \text{ waaruit blijkt dat de waarden overeenstemmen.}$$

Door de verschuiving van het stijlvoetpunt E over een bedrag 1 ontstaat er dus een moment M_{DE} , dat zich verder voortplant over de aansluitende staven.

De knooppuntsmomenten kunnen dan met (16) en (17) worden berekend.

Bij iedere stijlvoetpuntsverschuiving behoort een momentenlijn van het systeem.

Geeft men achtereenvolgens de andere stijlvoetpunten een gelijkgerichte verschuiving van 1, dan verkrijgt men door superpositie het *momentenvlak bij gelijktijdige verschuiving van alle stijlsteunpunten gelijk aan de eenheid*. Dit momentenvlak zullen we $M_{\Delta 1}$ noemen.

Is men zoover dan beschouwt men de *stijlen* en hun momentenverloop.

De som der stijldwarskrachten in de onmiddellijke nabijheid van de regelknooppunten te berekenen volgens (18) en (20) levert dan de op blz. 67 genoemde kracht $\Delta_1 T$, t.w.: $\Delta_1 T = \Sigma \Delta_1 D_{m.n.}$

De index 1 duidt op de gelijke verschuiving 1 der stijlsteunpunten.

Bepaalt men nu $\delta = \frac{T}{\Delta_1 T}$ dan rest ons nog evenbedoeld momentenvlak $M_{\Delta 1}$ te vermenigvuldigen met δ .

Als slot hebben we:

$$M_{\text{definitief}} = M_{\text{onversch. knoopp.}} + \delta M_{\Delta 1} \quad (28)$$

RECAPITULATIE.

De volgorde der verschillende bewerkingen bij de berekening van portaalsystemen met verschuifbare knooppunten is dus als volgt:

- 1) voeg aan 't systeem de toeslagstaaf T toe om de knooppunten onverschuifbaar te maken;
- 2) splits de belasting in eenige gevallen, zoodanig dat steeds 1 veld belast wordt;
- 3) bereken φ_1 en φ_r van de belaste staaf te beginnen vanuit de eindstaven;
- 4) bereken de belastingstermen L en R ;
- 5) bereken met de formules (5) en (6) de momenten M_l en M_r ;
- 6) leid de andere knooppuntsmomenten af met de formules (16) en (17), te beginnen van het belaste veld uit naar de eindstaven toe;

- 7) voer dezelfde bewerkingen 3) t/m 6) uit voor de gevallen genoemd in 2);
- 8) superponeer de verschillende uitkomsten en men vindt $M_{\text{onv. knoopp.}}$;
- 9) bereken de „vasthoudkracht” T als som van de stijldwarskrachten in de onmiddellijke nabijheid der regelknooppunten (trek of druk): $T = \Sigma \Delta D_{m.n.}$;
- 10) bepaal de richting van de verschuiving der stijlvoetpunten teneinde kracht T (trek of druk) kleiner te maken;
- 11) geef een stijlvoetpunt in die richting een verplaatsing gelijk aan de eenheid en bereken de hierbij behorende momentenlijn;
- 12) herhaal de bewerking onder 11) voor ieder stijlvoetpunt;
- 13) superponeer de momentenlijnen bedoeld onder 11) en 12). Deze sommomentenlijn noemen we $M_{\Delta 1}$;
- 14) bepaal de grootheid $\Delta_1 T$, die gelijk is aan de som van de stijldwarskrachten in de onmiddellijke nabijheid der regelknooppunten. De momenten in de stijlen vindt men reeds onder 13). $\Delta_1 T = \Sigma \Delta_1 D_{m.n.}$;
- 15) bepaal het quotient $\delta = \frac{T}{\Delta_1 T}$;
- 16) vermenigvuldig $M_{\Delta 1}$ met δ . Men krijgt $\delta M_{\Delta 1}$.
- 17) Sommeer de momentenlijn onder 8) en die onder 16).

Rekenvoorbeeld.

Van het portaalsysteem in fig. 6 wordt veld BD belast met $P = 10$ ton.

Men brengt de toeslagstaaf T aan en berekent de momenten voor het systeem met onverschuifbare knooppunten.

De tusschen haakjes geplaatste getallen hebben betrekking op de toegepaste formules.

Berekening der coëfficiënten φ (Practischer is het $6EI\varphi$ te nemen).

$$6EI\varphi_{B(A)} = 2 \cdot 6 = 12 \quad (13)$$

$$6 \cdot 2EI\varphi_{B(C)} = 1\frac{1}{2} \cdot 6 = 9 \quad (14)$$

$$6EI\varphi_{B(C)} = 4,50$$

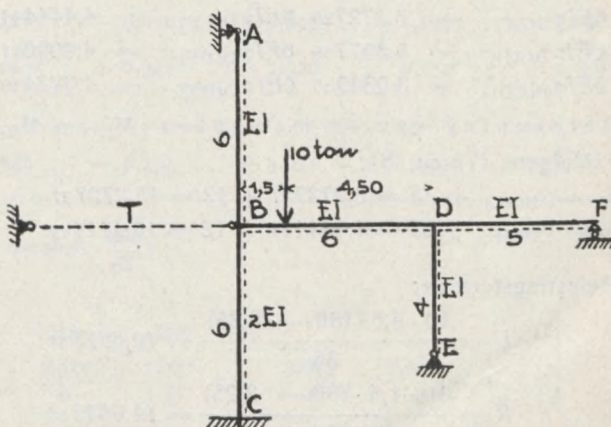


Fig. 6.

$$\frac{1}{6EI\varphi_{B(AC)}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4,50} = 0,305556 \dots (15b)$$

$$6EI\varphi_{B(AC)} = 3,272727$$

$$6EI\varphi_{D(B)} = \frac{2\mu \cdot 6 - 6^2}{\mu} \dots (12)$$

$$\mu = 6EI\varphi_{B(AC)} + 2S_{BD} = 3,272727 + 12 = 15,272727$$

$$6EI\varphi_{D(B)} = \frac{2 \cdot 15,272727 \cdot 6 - 36}{15,272727} = 9,642857$$

$$6EI\varphi_{D(E)} = 2 \cdot 4 = 8 \dots (13)$$

$$\frac{1}{6EI\varphi_{D(BE)}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{9,642857} = 0,228704 \dots (15b)$$

$$6EI\varphi_{D(BE)} = 4,372470$$

$$6EI\varphi_{D(F)} = 2 \cdot 5 = 10 \dots (13)$$

$$\frac{1}{6EI\varphi_{D(EF)}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{8} = 0,2250$$

$$6EI\varphi_{D(EF)} = 4,444444$$

$$6EI\varphi_{B(D)} = \frac{2\mu \cdot 6 - 6^2}{\mu} = \frac{\mu_{DB} = 4,444444 + 12 = 16,444444}{2 \cdot 6 \cdot 16,444444 - 36} = 9,810811$$

$$\dots (12)$$

$$\frac{1}{6EI\varphi_{B(CD)}} = \frac{1}{4,50} + \frac{1}{9,810811} = 0,324151$$

$$6EI\varphi_{B(CD)} = 3,084986$$

$$\frac{1}{6EI\varphi_{B(AD)}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{9,810811} = 0,083333 +$$

$$+ 0,101928 = 0,185261$$

$$6EI\varphi_{B(AD)} = 5,397769$$

$$\frac{1}{6EI\varphi_{D(BF)}} = \frac{1}{9,642857} + \frac{1}{10} = 0,203704$$

$$6EI\varphi_{D(BF)} = 4,909091$$

Verzamelstaat:

Knooppunt B	Knooppunt D
$6EI\varphi_{B(C)} = 4,500000$	$6EI\varphi_{D(B)} = 9,642857$
$6EI\varphi_{B(A)} = 12,000000$	$6EI\varphi_{D(E)} = 8,000000$
$6EI\varphi_{B(D)} = 9,810811$	$6EI\varphi_{D(F)} = 10,000000$
$6EI\varphi_{B(AC)} = 3,272726$	$6EI\varphi_{D(EF)} = 4,444444$
$6EI\varphi_{B(AD)} = 5,397769$	$6EI\varphi_{D(BF)} = 4,909091$
$6EI\varphi_{B(CD)} = 3,084986$	$6EI\varphi_{D(BE)} = 4,372470$

Berekening van de momenten M_L en M_R .

Volgens (7) en (8):

$$\mu_l = \varphi_{B(AC)} + 2S = 3,272727 + 12 = 15,272727$$

$$\mu_r = \varphi_{D(EF)} + 2S = 4,444444 + 12 = 16,444444$$

Belastingstermen:

$$L = \frac{10 \cdot 4,5 \cdot (36 - 20,25)}{36} = 19,687500$$

$$R = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot (36 - 2,25)}{36} = 14,062500$$

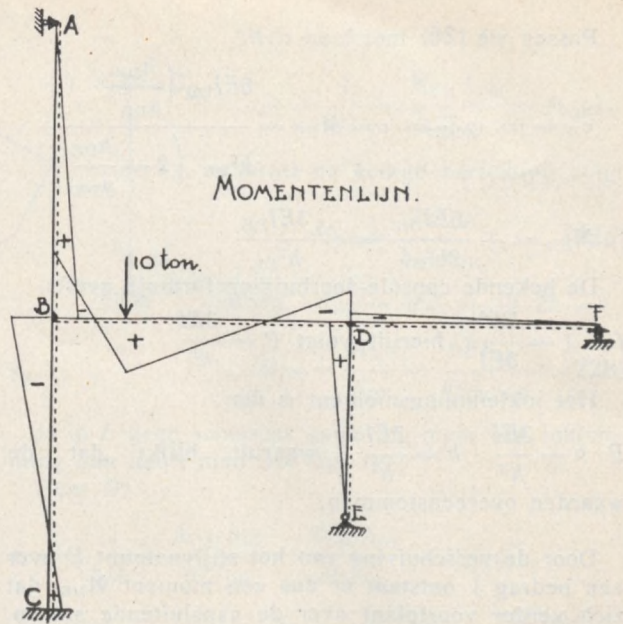


Fig. 13.

Volgens (5) en (6):

$$M_L = \frac{6(16,444444 \cdot 19,687500 - 6 \cdot 14,062500)}{16,444444 \cdot 15,272727 - 36} = 6,675528 \text{ tm } (-)$$

$$M_R = \frac{6(15,272727 \cdot 14,062500 - 6 \cdot 19,687500)}{16,444444 \cdot 15,272727 - 36} = 2,697007 \text{ tm } (-)$$

Volgens (17):

$$M_{BA} = \frac{3,272727}{12} \cdot 6,675528 = 1,8206 \text{ tm } (+)$$

$$M_{BC} = \frac{3,272727}{4,5} \cdot 6,675528 = 4,8549 \text{ tm } (-)$$

$$M_{CB} = \frac{4,8549}{2} = 2,4274 \text{ tm } (+)$$

$$M_{DF} = \frac{4,4444}{10} \cdot 2,6970 = 1,1987 \text{ tm } (-)$$

$$M_{DE} = \frac{4,4444}{8} \cdot 2,6952 = 1,4983 \text{ tm } (+)$$

Berekening van de Staafkracht T

Druk Trek

$$\text{Stijl BA geeft } \frac{1,8206}{6} = 0,30343$$

$$\text{Stijl BC geeft } 1\frac{1}{2} \cdot \frac{4,8549}{6} = 1,21372$$

$$\text{Stijl DE geeft } \frac{1,4983}{4} = 0,37458$$

$$0,67801 \quad 1,21372$$

$$T = 1,21372 - 0,67801 = 0,53571 \text{ ton.}$$

De verschuiving der stijlsteunpunten is dus naar links.

Stijlsteunpunt A naar links over een afstand 1.

Volgens (22a): $M_{BA} = \frac{6EI}{6\mu_{AB}}$

$\mu_{AB} = 6EI\varphi_{B(CD)} + 2S = 3,084986 + 12 = 15,084986$

$$M_{BA} = \frac{EI}{15,084986} = 0,066291 EI = 66,291 \times 10^{-3} EI$$

Hieruit worden de andere momenten afgeleid met de formules (16) en (17). De volledige becijfering wordt gegeven in de ondervolgende tabel.

No.	Omschrijving	M_{BA}	M_{BC}	M_{CB}	M_{BD}	M_{DB}	M_{DE}	M_{DF}	
1	Knoopp. onver.	+ 1,8206	— 4,8549	+ 2,4274	— 6,6755	— 2,6970	+ 1,4983	— 1,1987	
2	Druk T in ton Trek	0,30343					0,37458		0,67801 0,53571 t
			0,80915	0,40457					1,21372
3	A — 1 naar lks	+ 66,291	+ 45,444	— 22,722	— 20,847	+ 7,607	— 4,226	+ 3,381	} $\times 10^{-3} EI$
4	C — 1 naar lks	+ 68,157	+ 151,575	— 242,455	+ 83,418	— 30,436	+ 16,909	— 13,527	
5	E — 1 naar lks	— 6,334	+ 16,892	— 8,446	+ 23,226	— 59,121	+ 116,179	+ 57,058	
6	A, C, E — 1 naar lks $M_{\Delta I}$	+ 128,114	+ 213,911	— 273,623	+ 85,797	— 81,950	+ 128,862	+ 46,911	
7	Druk $\Delta I T$ Trek	21,352	35,652	45,604			32,216		134,824 $\cdot 10^{-3} EI$
8	$\delta M_{\Delta I}$	+ 0,5091	+ 0,8501	— 1,0874	+ 0,3410	— 0,3257	+ 0,5121	+ 0,1864	$\delta = \frac{0,53571}{0,134824 EI} = \frac{3,974}{EI}$
9	$M_{\text{definitief}}$	+ 2,3297	— 4,0048	+ 1,3400	— 6,3345	— 3,0227	+ 2,0104	— 1,0123	(1) + (8)

Contrôle:

$$-\frac{4,0048}{6} - \frac{1,3400}{6} + \frac{2,3297}{6} + \frac{2,0104}{4} = -\frac{3,0151}{6} + \frac{2,0104}{4} = -0,50252 + 0,5026 = 0$$

(BC) (CB) (BA) (DE)

De momentenlijn is geschetst in fig. 13.

De *cursieve* waarden in deze tabel te berekenen met de formule 22a

De *vet gedrukte* waarden te berekenen met de formules 25 en 26.

Het voorgaande geval, berekend met de vereffeningmethode van Cross, heeft de in het volgende staatje gegeven waarden tot uitkomst.

	M_{BA}	M_{BC}	M_{CB}	M_{BD}	M_{DB}	M_{DE}	M_{DF}
Knooppunten niet verschuifbaar *)	+ 1,821	— 4,855	+ 2,4275	— 6,676	— 2,695	+ 1,4975	— 1,198
Correctie door verschuiving	+ 0,509	+ 0,850	— 1,0875	+ 0,341	— 0,326	+ 0,5152	+ 0,186
Uiteindelijk moment	+ 2,330	— 4,005	+ 1,340	— 6,335	— 3,021	+ 2,010	— 1,012

*) $T = 0,536$ t.

$$\delta = \frac{3,9744}{EI} (= 0,00828 \cdot \frac{480}{EI})$$

Contrôle:

$$-\frac{4,005}{6} - \frac{1,340}{6} + \frac{2,330}{6} + \frac{2,010}{4} = -\frac{3,015}{6} + \frac{2,010}{4} = 0$$

BC CB BA DE

Literatuur.

1. A. Bendixen: Die Methode der Alpha-Gleichungen zur Berechnung von Rahmenkonstruktionen.
2. A. Ostfeld: Die Deformationsmethode.
3. F. Bleich: Die Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke nach der Methode des Viermomentensatzes.
4. E. Suter: Die Methode der Festpunkte zur Berechnung der statisch unbestimmten Konstruktionen.
5. C. G. J. Vreedenburgh: Bepaling van de extreme momenten in doorgaande liggers en portaalssystemen zonder gebruikmaking van invloedsoppervlakken. *De Ingenieur in N.-I.* no. 9 — 1937.
6. idem: De berekening van knooppunten in statisch onbepaalde staafverbindingen volgens de methode van Cross. *De Ing. in N.-I.* no. 1 — 1938.
7. idem: Toepassing van den elastischen stangenveelhoek voor de berekening van portaalssystemen bij horizontale belasting. *De Ingenieur in N.-I.* no. 9 — 1935.
8. C. G. J. Vreedenburgh en L. G. Gerrits: Grafische berekening van statisch onbepaalde liggers en portaalssystemen met niet-verschuifbare knooppunten met behulp van een elastischen stangenveelhoek. *De Waterstaatsingenieur* 1929.
9. Cross: Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments. *Proceedings American Society of Civil Engineers* 1930 blz. 919.
10. Grinter: Wind stress analysis simplified. *Proceedings A. S. C. E.* 1933 blz. 3.
11. Stevens: Grapho-analytische methode ter berekening van statisch onbepaalde portaalconstructies met verschuifbare knooppunten. *De Waterstaatsingenieur* no. 11 — 1933.
12. A. Kleinlogel: Rahmenformeln.
13. idem: Mehrstielige Rahmen, Band I en II.
14. K. Beyer: Die Statik im Eisenbetonbau, I en II.
15. A. Strassner: Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke und der elastischen Bogenträger.
16. idem: Berechnung statisch unbestimmter Systeme, I en II.
17. *Der Bauingenieur* 1938 — Heft 3/4 blz. 45.
18. *Staal* 1938 — no. 6 blz. 69.

Berekening van de plooispanning in het plastische gebied voor het lijf van plaatstalen brugliggers

door

prof. ir. P. P. BIJLAARD.

1. Bepaling van het verband tusschen de bij het plooiën in het plastische gebied ontstaande extra vervormingen en extra spanningen.

Bij de uiteinden van plaatstalen liggers (fig. 1), waar de grootste schuifspanningen in het lijf optreden, zijn de door het moment geleverde spanningen nog zeer klein, zoodat ze bij de berekening van de zekerheid van de lijfplaat tegen plooiën buiten beschouwing gelaten kunnen worden. De belasting van een door boven- en onderrand en twee verstijvingen begrensde deel van de lijfplaat kan dus gedacht worden als in fig. 2, waarbij de schuifspanningen τ dus

gelijkmatic over de hoogte b van het lijf verdeeld worden gedacht. Als de verstijvingen zoo zwaar zijn, dat ze bij het plooiën van de plaat niet verbogen worden, hetgeen altijd gemakkelijk te verwezenlijken is, kunnen de randen van de plaat in fig. 2 bij $x = 0$, $x = a$, $y = 0$ en $y = b$ als z.g. vrij opgelegd beschouwd worden.

Voor het elastische gebied werd de plooispanning τ voor dit geval berekend door Timoshenko volgens de energiemethode¹⁾. Voor een oneindig lange plaat, dus voor $a = \infty$, gaven Southwell en Skan een directe oplossing van de dit geval beheerschende differentiaalvergelijking, waarmee dus een exacte waarde voor de plooispanning voor dit geval werd verkregen²⁾. Later is deze op dezelfde

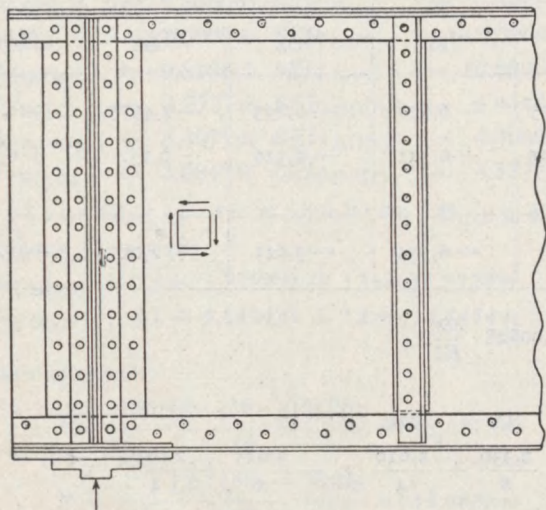


Fig. 1.

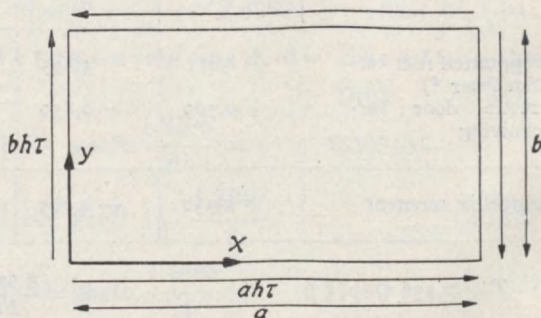


Fig. 2.

- 1) Timoshenko. *Der Eisenbau*. H 5/6. (1921).
- 2) Southwell en Skan. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A.* p. 582. (1924).

wijze nog iets nauwkeuriger berekend door Seydel³⁾.

Zooals reeds eerder werd opgemerkt⁴⁾, werd tot nu toe de plooispanning in het *plastische gebied* berekend door de voor de elastisch gedachte plaat ge-

vonden plooispanning met $\frac{T}{E}$ te vermenigvuldigen,

als T en E resp. den knikmodulus voor de aequivalente lijnspanning en den elasticiteitsmodulus voorstellen. Men vindt zoo bijv. dat een vierkante plaat

($a = b$) niet beneden de vloeigrens zal plooiën als $\frac{b}{h}$

kleiner blijft dan 73, als h de plaatdikte voorstelt. Zooals hieronder zal blijken is zoo'n plaat in het plastische gebied echter veel stijver en zal een plooiën beneden de vloeigrens reeds uitgesloten geacht

kunnen worden als $\frac{b}{h}$ slechts kleiner is dan 98.

Deze grootere weerstand van platen tegen plooiën in het plastische gebied bleek bij op druk belaste platen voor een groot deel het gevolg te zijn van het feit, dat de bij het plooiën op de *drukspanningen* gesuperponeerde oneindig kleine *schuifspanningen* de aequivalente lijnspanning σ_q niet verhoogden, waardoor de plaat zich onder de werking daarvan vrijwel elastisch, dus als zeer stijf, gedraagt⁵⁾ ⁶⁾. Omgekeerd is deze groote weerstand bij op zuivere *schuif* belaste platen een gevolg van het feit, dat de plaat zich onder de daarop gesuperponeerde oneindig kleine *normaalspanningen* vrijwel elastisch gedraagt, omdat deze evenmin σ_q vergrootten.

Volgens de plasticiteitsvoorwaarde van den begrensden gedaanteveranderingsarbeid (Huber — v. Mises — Hencky) is:

$$\sigma_q = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \dots\dots\dots (1)$$

Oorspronkelijk is alleen τ_{xy} van nul verschillend. Door de gesuperponeerde oneindig kleine normaalspanningen σ_x' en σ_y' wordt:

$$\begin{aligned} d\sigma_q &= \frac{\partial \sigma_q}{\partial \sigma_x} \sigma_x' + \frac{\partial \sigma_q}{\partial \sigma_y} \sigma_y' = \frac{2\sigma_x - \sigma_y}{2\sigma_q} \sigma_x' + \\ &+ \frac{2\sigma_y - \sigma_x}{2\sigma_q} \sigma_y' = 0 \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

daar σ_x en σ_y oorspronkelijk nul zijn.

Dit is ook uit de spanningscirkels te zien. Oorspronkelijk wordt de spanningstoestand door den getrokken cirkel $\rho_1 \rho_2$ in fig. 3 aangegeven, waarbij de beeldpunten V_x en V_y resp. de spanningen op X- en Y-vlak voorstellen. Worden nu in het X- en Y-vlak resp. oneindig kleine spanningen σ_x' en σ_y' gesuperponeerd, dan ontstaat de gestippelde cirkel $\rho_1' \rho_2'$, waarvan de diameter slechts een afstand, die oneindig klein van de tweede orde is, grooter is dan die van cirkel $\rho_1 \rho_2$. Nu worden de cirkels $\rho_1 \rho_2$ voor alle bij de vloeigrens σ_v gelegen vlakke spanningstoestanden bij de vloeigrens

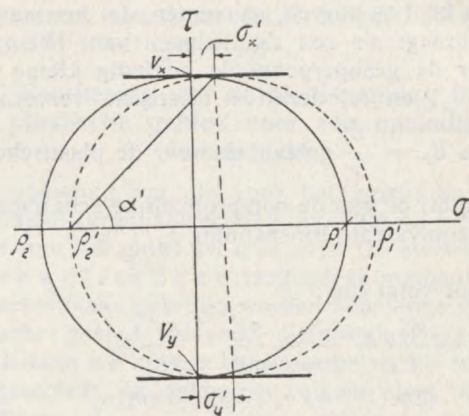


Fig. 3.

voorwaarde van den begrensden gedaanteveranderingsarbeid, zooals vroeger werd afgeleid⁷⁾, omhuld door de ellips:

$$3\sigma^2 + 12\tau^2 - 4\sigma_v^2 = 0 \dots\dots\dots (3)$$

Evenzoo zullen de cirkels $\rho_1 \rho_2$ voor alle vlakke spanningstoestanden, die aequivalent zijn aan een bepaalden lijnspanningstoestand σ_q , begrens worden door een ellips:

$$3\sigma^2 + 12\tau^2 - 4\sigma_q^2 = 0 \dots\dots\dots (4)$$

In de punten V_x en V_y in fig. 3 loopt deze ellips evenwijdig aan de σ -as, zoodat de cirkel $\rho_1' \rho_2'$ een spanningstoestand voorstelt, die aequivalent is met een lijnspanning, die slechts een bedrag, dat oneindig klein van de tweede orde is, grooter is dan de met den oorspronkelijken spanningstoestand aequivalente lijnspanning σ_q .

Ook als de maximum schuifspanning bijv. maatgevend zou zijn voor de plastische vervorming (Mohr — Coulomb — Guest), zou, daar dan de omhullende van de cirkels $\rho_1 \rho_2$ voor alle aequivalente vlakke spanningstoestanden, op de plaats waar ze de τ -as snijdt evenwijdig aan de σ -as loopt⁸⁾, de met den spanningstoestand $\rho_1' \rho_2'$ aequivalente lijnspanning slechts een oneindig klein bedrag van de tweede orde grooter zijn dan de oorspronkelijke aequivalente lijnspanning σ_q , zoodat ook in dat geval de gesuperponeerde normaalspanningen σ_x' en σ_y' vrijwel alleen elastische vormveranderingen zouden geven.

De oneindig kleine normaalspanningen σ_x' en σ_y' zullen *hierdoor* n.l. slechts specifieke plastische lengteveranderingen ε_x' en ε_y' kunnen doen ontstaan, die oneindig klein van de tweede orde zijn, dus nul. Dat we van „vrijwel” alleen elastische vormveranderingen spreken, vindt zijn oorzaak daarin, dat nog kleine plastische vormveranderingen mogelijk zijn, omdat bij den spanningstoestand $\rho_1' \rho_2'$ in het algemeen de verhouding van de hoofdspansingen anders is dan bij den spanningstoestand $\rho_1 \rho_2$, terwijl ook de hoek α' , die het vlak waarin ρ_1' werkt maakt met het X-vlak, in het algemeen van den oorspronkelijken hoek $\alpha = 45^\circ$ tusschen het vlak van ρ_1 en het X-vlak, zal verschillen. Als we n.l., om aan den

3) Seydel. *Ingenieur Archiv*. p. 169. (1933).

4) Bijlaard. *De Ingenieur in Ned.-Indië*. No. 2 (1939).

5) Bijlaard. *Proceedings Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen*. No. 5 en 7. (1938).

6) idem *De Ingenieur in Ned.-Indië*. No. 3. (1939).

7) Bijlaard. *De Ingenieur*. No. 37. (1931).

8) idem *De Ingenieur*. No. 8. (1931).

veiligen kant te blijven, aannemen, dat het materiaal zich gedraagt als een z.g. lichaam van Hencky, zal voor de gesuperponeerde oneindig kleine spanningen σ'_x en σ'_y dezelfde plastische vervormingsmodulus $E_p = \frac{E}{e}$ gelden als voor de plastische vervorming bij de aan de oorspronkelijke schuifspanningen τ aequivalente lijnspanning σ_q ⁵⁾ ⁶⁾.

Hieruit volgt dus:

$$\varepsilon'_x = \frac{\sigma'_x}{E} + \frac{\sigma'_x}{E_p} - \frac{\sigma'_y}{mE} - \frac{\sigma'_y}{2E_p} = \frac{2m(1+e)\sigma'_x - (2+em)\sigma'_y}{2mE} \quad (5)$$

en door verwisseling van x en y :

$$\varepsilon'_y = \frac{2m(1+e)\sigma'_y - (2+em)\sigma'_x}{2mE} \quad (6)$$

Uit (5) en (6) volgt:

$$\sigma'_x = \frac{2mE \{ 2m(1+e)\varepsilon'_x + (2+em)\varepsilon'_y \}}{4(m^2-1) + 4em(2m-1) + 3e^2m^2} \quad (7)$$

$$\sigma'_y = \frac{2mE \{ 2m(1+e)\varepsilon'_y + (2+em)\varepsilon'_x \}}{4(m^2-1) + 4em(2m-1) + 3e^2m^2} \quad (8)$$

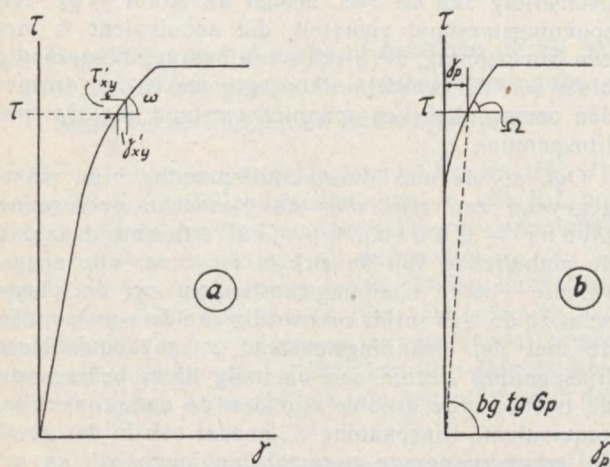


Fig. 4.

De extra spanningen σ'_x en σ'_y beïnvloeden de extra hoekverdraaiing γ'_{xy} niet direct. Daar ze volgens vergelijking (2) evenmin de grootte van de aequivalente lijnspanning σ_q beïnvloeden, zullen de door de extra schuifspanningen τ'_{xy} gegeven vormveranderingen γ'_{xy} even groot zijn als wanneer de extra spanningen σ'_x en σ'_y er niet waren. Volgens fig. 4a, waar het verband tusschen τ en γ is aangegeven, is dus:

$$\gamma'_{xy} = \frac{\tau'_{xy}}{\tau \omega} \quad (9)$$

als ω de hellingshoek van het τ, γ -diagram voorstelt bij de oorspronkelijk aanwezige schuifspanning τ .

Splitsen we de vormveranderingen in elastische en plastische, dan is voor γ'_{xy} ook te schrijven:

$$\gamma'_{xy} = \frac{\tau'_{xy}}{G} + \frac{\tau'_{xy}}{\tau \Omega} \quad (10)$$

als Ω de hellingshoek is van het in fig. 4b voorgestelde diagram, dat het verband aangeeft tusschen de schuifspanning τ en de plastische hoekverdraaiing γ_p , terwijl G de glijdingsmodulus is. Nu is in fig. 4b:

$$\gamma_p = \frac{\tau}{G_p}$$

als G_p de plastische glijdingsmodulus is. Verder is

$$G_p = \frac{E_p}{3} = \frac{E}{3e} \quad (6).$$

De vorm van het τ, γ_p -diagram is dus uit het σ, ε_p -diagram te vinden door in het laatste diagram de spanningen 3 keer zoo klein te tekenen. Stelt φ den hellingshoek van het σ, ε_p -diagram bij de aequivalente lijnspanning σ_q voor, dan is dus voor het τ, γ_p -diagram bij de schuifspanning τ in fig. 4b ⁹⁾:

$$\text{tg } \Omega = \frac{1}{3} \text{tg } \varphi \quad (11)$$

Volgens (10) en (11) is nu dus:

$$\gamma'_{xy} = \frac{\tau'_{xy}}{G} + \frac{3\tau'_{xy}}{\text{tg } \varphi} = \frac{3mE + 2(m+1)\text{tg } \varphi}{mE \text{tg } \varphi} \tau'_{xy}$$

of:

$$\tau'_{xy} = \frac{mE \text{tg } \varphi}{3mE + 2(m+1)\text{tg } \varphi} \gamma'_{xy} \quad (12)$$

Met onze vroegere notaties ⁵⁾:

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_x &= E(A\varepsilon'_x + B\varepsilon'_y) \\ \sigma'_y &= E(C\varepsilon'_x + D\varepsilon'_y) \\ \tau'_{xy} &= EF\gamma'_{xy} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

wordt dus volgens (7), (8) en (12):

$$\left. \begin{aligned} A = D &= \frac{4m^2(1+e)}{4(m^2-1) + 4em(2m-1) + 3e^2m^2} \\ B = C &= \frac{2m(2+em)}{4(m^2-1) + 4em(2m-1) + 3e^2m^2} \\ F &= \frac{m \text{tg } \varphi}{3mE + 2(m+1)\text{tg } \varphi} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Dit zijn dezelfde waarden die we reeds eerder vonden ⁵⁾. Ze werden vroeger berekend uit de door ons afgeleide waarden van A, B, C, D en F voor het plastisch plooiën voor het algemeene geval van een willekeurigen spanningstoestand $\rho_1 \rho_2$, waarbij X - en Y -as in de richting van de hoofdspansingen waren gelegd, n.l. door daarin $\beta = \frac{\rho_2}{\rho_1} = -1$ te stellen en daar-

na, uit de voor dit assensstelsel geldende betrekkingen tusschen extra spanningen en extra vervormingen, met behulp van de daarvoor geldende transformatieformules, bedoelde betrekkingen te bepalen voor het

9) Het feit, dat op deze wijze het τ, γ_p -diagram op andere schaal is getekend dan het σ, ε_p -diagram, doet aan de grootte van den hoek Ω natuurlijk niets af.

Volgens vergelijking (1) is $\sigma_q = \tau \sqrt{3}$ dus $\tau = \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma_q$, terwijl hierboven $\tau = \frac{1}{3} \sigma_q$ gemaakt zou worden. Om dezelfde schaal te krijgen als voor het σ, ε_p -diagram zou het zoo verkregen τ, γ_p -diagram dus nog $\sqrt{3}$ maal vergroot moeten worden, zoowel in τ - als γ_p -richting.

in fig. 2 aangenomen assenstelsel, dat ten opzichte van het met de hoofdspansingsrichtingen samenvallende assenstelsel 45° gedraaid is. Zooals we daar reeds vermelden, kunnen deze betrekkingen ook direct afgeleid worden, hetgeen hierboven is geschied. Dat de afleiding voor dit bijzondere geval betrekkelijk eenvoudig is, vindt zijn oorzaak in het feit, dat hier de aequivalente lijnspanning σ_q slechts door de extra spanningen τ'_{xy} en blijkens vergelijking (2) niet door σ'_x en σ'_y vergroot wordt. Meetkundig uitgedrukt wil dit het volgende zeggen. De oorspronkelijke spanningstoestand, $\sigma_x = 0$, $\sigma_y = 0$, $\tau_{xy} = \tau$, wordt aangegeven door het snijpunt van de τ -as met de ellipsoïde:

$$\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2 = \sigma_q^2 \quad (15)$$

welke blijkens vergelijking (1) de meetkundige plaats is van alle spanningstoestanden met gelijke σ_q . Worden op dezen spanningstoestand oneindig kleine extra spanningen σ'_x en σ'_y gesuperponeerd, dan blijft het beeldpunt van den resulterenden spanningstoestand op dezelfde ellipsoïde (dus wordt σ_q niet verhoogd), omdat in het punt dat de oorspronkelijke spanningstoestand aangeeft, het raakvlak aan de ellipsoïde evenwijdig aan het σ_x, σ_y -vlak loopt.

Bij de door vergelijking (13) uitgedrukte betrekkingen, waarin volgens vergelijking (14) $D = A$ en $C = B$ is, wordt nu, bij geheel plastisch gedachte plaat, de voorwaarde voor plooien voor het in fig. 2 weergegeven geval ⁵⁾:

$$EI \left\{ A \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) + 2(B + 2F) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right\} - 2h\tau_p \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = 0 \quad (16)$$

waarin τ_p de plooispanning bij geheel plastisch gedachte plaat voorstelt. Voor de werkelijke plooispanning is dan bij benadering te schrijven ⁵⁾ ⁴⁾:

$$\tau_K = \frac{\tau_E + 3\tau_p}{4} \quad (17)$$

waarin τ_E de plooispanning bij geheel elastisch gedachte plaat voorstelt ^{9a)}. Voor het elastische gebied is $e = 0$ en $\tan \varphi = \infty$, zoodat uit vergelijking (14) volgt,

dat $A = B + 2F = \frac{m^2}{m^2 - 1}$, waarmee (16) overgaat

in de voor het elastische gebied geldende differentiaalvergelijking.

In vergelijking (16) stelt de laatste term van het eerste lid, zonder het min-teeken en vermenigvuldigd gedacht met $dx dy$, de bij een kleine uitbuiging door de schuifspanningen op een deeltje $h dx dy$ geleverde uitbuigende kracht voor, terwijl de eerste term, eveneens met $dx dy$ vermenigvuldigd, de door de op dat deeltje werkende dwarskrachten geleverde terugbuigende kracht aangeeft. Bij de plooispanning zijn

9a) De werkelijke inwendige spanningsverdeling bij plooien in het plastische gebied is zeer ingewikkeld, zooals we vroeger reeds aantoonen ⁵⁾, tenzij we, zooals bijv. in ons voorafgaand artikel ⁶⁾, vereenvoudigende onderstellingen invoeren, door daar n.l., in overeenstemming met de daar gevonden formule (12), ook bij het bepalen van de inwendige spanningsverdeling de kleine extra buigspanningen σ'_x en σ'_y consequent buiten beschouwing te laten. Men blijft zoo aan den veiligen kant.

deze krachten aan elkaar gelijk, hetgeen door vergelijking (16) wordt uitgedrukt.

2. Berekening van de plooispanning in het plastische gebied voor een oneindig lange plaat.

De oplossing van de voor het elastische gebied geldende differentiaalvergelijking is tot nu toe slechts gelukt voor het geval dat $a = \infty$ is. De hiervoor door Southwell en Skan aangegeven methode ²⁾ kan ook rechtstreeks gebruikt worden voor onze voor het plastische gebied geldende differentiaalvergelijking (16). Kiezen we hiertoe het assenstelsel als in fig. 5, dan geschiedt de oplossing volgens deze methode als volgt.

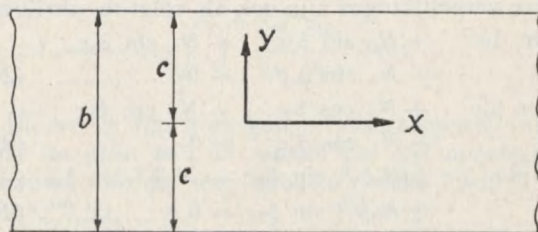


Fig. 5.

Stel $w = Y e^{i\alpha x}$, waarin Y een functie van y alleen en $i = \sqrt{-1}$ is. Invulling hiervan in (16) leidt tot de gewone differentiaalvergelijking van de vierde orde:

$$EI \left\{ A \frac{d^4 Y}{dy^4} - 2(B + 2F) \alpha^2 \frac{d^2 Y}{dy^2} + A \alpha^4 Y \right\} - 2i\alpha h\tau_p \frac{dY}{dy} = 0 \quad (18)$$

Stel nu verder $Y = e^{i\beta y}$, dan gaat (18) over in:

$$EI \{ A\beta^4 + 2(B + 2F) \alpha^2 \beta^2 + A \alpha^4 \} + 2\alpha\beta h\tau_p = 0$$

of:

$$\beta^4 + 2 \frac{B + 2F}{A} \alpha^2 \beta^2 + 2 \frac{h\tau_p}{EIA} \alpha \beta + \alpha^4 = 0 \quad (19)$$

Worden de wortels van deze vergelijking $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ en β_4 genoemd, dan is dus:

$$Y = N_1 e^{i\beta_1 y} + N_2 e^{i\beta_2 y} + N_3 e^{i\beta_3 y} + N_4 e^{i\beta_4 y} \quad (20)$$

De randvoorwaarden voor $y = \pm c$ (fig. 5) luiden, daar de plaat daar als vrij opgelegd beschouwd kan

worden en $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$ daar nul is:

$$w = 0 \quad \text{en} \quad \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0$$

of, daar $w = Y e^{i\alpha x}$ is:

$$Y = 0 \quad \text{en} \quad \frac{d^2 Y}{dy^2} = 0 \quad (21)$$

Invulling van (20) in deze randvoorwaarden geeft:

$$N_1 e^{i\beta_1 c} + N_2 e^{i\beta_2 c} + N_3 e^{i\beta_3 c} + N_4 e^{i\beta_4 c} = 0 \quad (22)$$

$$N_1 e^{-i\beta_1 c} + N_2 e^{-i\beta_2 c} + N_3 e^{-i\beta_3 c} + N_4 e^{-i\beta_4 c} = 0 \quad (23)$$

$$-N_1 \beta_1^2 e^{i\beta_1 c} - N_2 \beta_2^2 e^{i\beta_2 c} - N_3 \beta_3^2 e^{i\beta_3 c} - N_4 \beta_4^2 e^{i\beta_4 c} = 0 \quad (24)$$

$$-N_1 \beta_1^2 e^{-i\beta_1 c} - N_2 \beta_2^2 e^{-i\beta_2 c} - N_3 \beta_3^2 e^{-i\beta_3 c} - N_4 \beta_4^2 e^{-i\beta_4 c} = 0 \quad (25)$$

Deze vergelijkingen zijn ook als volgt te schrijven:

$$N_1 \sin \beta_1 c + N_2 \sin \beta_2 c + N_3 \sin \beta_3 c + N_4 \sin \beta_4 c = 0 \quad (26)$$

$$N_1 \cos \beta_1 c + N_2 \cos \beta_2 c + N_3 \cos \beta_3 c + N_4 \cos \beta_4 c = 0 \quad (27)$$

$$N_1 \beta_1^2 \sin \beta_1 c + N_2 \beta_2^2 \sin \beta_2 c + N_3 \beta_3^2 \sin \beta_3 c + N_4 \beta_4^2 \sin \beta_4 c = 0 \quad (28)$$

$$N_1 \beta_1^2 \cos \beta_1 c + N_2 \beta_2^2 \cos \beta_2 c + N_3 \beta_3^2 \cos \beta_3 c + N_4 \beta_4^2 \cos \beta_4 c = 0 \quad (29)$$

Verg. (26) en (27) worden resp. verkregen als het halve verschil en de halve som van (22) en (23). Evenzoo volgen (28) en (29) uit (24) en (25).

Verg. (26), (27), (28) en (29) zullen alleen van nul verschillende waarden voor N_1 , N_2 , N_3 en N_4 kunnen leveren, als de noemerdeterminant Δ van dit systeem van homogene lineaire vergelijkingen nul wordt, hetgeen de voorwaarde voor plooiën levert. Deze plooivoorwaarde $\Delta = 0$, die dezelfde is als die voor het elastische gebied, geeft bij uitwerking:

$$(\beta_1^2 - \beta_2^2)(\beta_3^2 - \beta_4^2) \sin(\beta_1 c - \beta_3 c) \sin(\beta_2 c - \beta_4 c) = 0 \quad (30)$$

Daar in onze vergelijking (19), evenals in de voor het elastische gebied geldende karakteristieke vergelijking²⁾, alle coëfficiënten reëel zijn en de coëfficiënt van β^3 nul is, zoodat de som van de wortels $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 = 0$ moet zijn, kan ook hier gesteld worden:

$$\left. \begin{aligned} \beta_{1,2} &= \gamma \pm \delta \\ \beta_{3,4} &= -\gamma \pm \varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

waarin γ reëel is en δ en ε reëel of imaginair.

Als voor vergelijking (19) geschreven wordt:

$$(\beta - \beta_1)(\beta - \beta_2)(\beta - \beta_3)(\beta - \beta_4) = 0 \quad (32)$$

en daarin de vergelijkingen (31) worden ingevuld, volgt na uitwerking, door vergelijking van de coëfficiënten met die van (19), dat:

$$\left. \begin{aligned} -2\gamma^2 - \delta^2 - \varepsilon^2 &= 2 \frac{B + 2F}{A} \alpha^2 \\ -\gamma(\delta^2 - \varepsilon^2) &= \frac{h\tau_p}{EIA} \alpha \\ (\gamma^2 - \delta^2)(\gamma^2 - \varepsilon^2) &= \alpha^4 \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

Worden de vergelijkingen (31) ook in (30) ingevuld, dan gaat deze vergelijking, daar $2c = b$ is (fig. 5), over in:

$$8\gamma^2 \delta \varepsilon (\cos \delta b \cos \varepsilon b - \cos 2\gamma b) = \{4\gamma^2(\delta^2 + \varepsilon^2) - (\delta^2 - \varepsilon^2)^2\} \sin \delta b \sin \varepsilon b \dots \quad (34)$$

We zullen nu het plooiën even beneden de vloeigrens τ_v nagaan. Daar is $\tan \varphi = 0,294E$ en $e = 0,1675^5)^6$, zoodat, daar $m = \frac{10}{3}$ is, volgens

$$(14): \quad A = 0,960, B = 0,316 \text{ en } F = 0,078 \quad (35)$$

Invulling hiervan in (33) geeft:

$$\left. \begin{aligned} -2\gamma^2 - \delta^2 - \varepsilon^2 &= 0,983 \alpha^2 \\ -\gamma(\delta^2 - \varepsilon^2) &= \frac{h\tau_p}{0,96 EI} \alpha \\ (\gamma^2 - \delta^2)(\gamma^2 - \varepsilon^2) &= \alpha^4 \end{aligned} \right\} \quad (36)$$

Daar $w = Ye^{i\alpha x}$ is gesteld, zal, als l de (halve) golflengte van de plooiën in X -richting voorstelt,

$\alpha l = \pi$ zijn, zoodat $\alpha = \frac{\pi}{l}$ is. Om uit (34) en (36) de

plooispanning τ_p te berekenen gaan we ook op de zelfde wijze te werk als Southwell voor het elastische gebied. Bij een bepaalde golflengte, dus een bepaalde α , nemen we een bepaalde negatieve waarde van γ aan en berekenen daaruit δ en ε met behulp van de eerste en derde vergelijking van (36). We probeeren nu voor welke waarde van γ de waarden γ , δ en ε aan verg. (34) voldoen. Deze waarden van γ , δ en ε substitueeren we in de tweede vergelijking van (36), waaruit dus τ_p volgt. We doen hetzelfde bij andere golflengten, dus andere waarden van α , en zoeken zoo naar de minimum waarde van τ_p . De achtereenvolgens gevonden waarden zijn hieronder vermeld:

l	$1,25 \ b$	b	$0,8 \ b$	$1,1 \ b$
α	$\frac{4 \pi}{5 b}$	$\frac{\pi}{b}$	$\frac{5 \pi}{4 b}$	$\frac{\pi}{1,1 b}$
γ	$-\frac{2,90}{b}$	$-\frac{3,07}{b}$	$-\frac{3,44}{b}$	$-\frac{2,975}{b}$
δ	$\frac{2,717}{b}$	$\frac{2,745}{b}$	$\frac{2,802}{b}$	$\frac{2,729}{b}$
ε	$\frac{5,515 i}{b}$	$\frac{6,010 i}{b}$	$\frac{6,830 i}{b}$	$\frac{5,760 i}{b}$
τ_p	$3,49 E \left(\frac{h}{b}\right)^2$	$3,44 E \left(\frac{h}{b}\right)^2$	$3,82 E \left(\frac{h}{b}\right)^2$	$3,38 E \left(\frac{h}{b}\right)^2$

De plooispanning τ_p bij geheel plastisch gedachte plaat is dus bij de vloeigrens:

$$\tau_p = 3,38 E \left(\frac{h}{b}\right)^2 \quad (37)$$

Voor het elastische gebied is de door Southwell en Skan bij een golflengte van $1,33 \ b$ ver-

kregen uitkomst voor de plooispanning nog iets verbeterd door Seydel³⁾, die bij een golfenlengte van $1,25 b$ als plooispanning vindt:

$$\tau_E = 4,82 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots\dots\dots (38)$$

De werkelijke plooispanning bij de vloeigrens τ_v is dus volgens (17), (37) en (38):

$$\tau_K = 3,74 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots\dots\dots (39)$$

Nu is $\tau_v = \frac{2400}{\sqrt{3}} \text{ kg/cm}^2 = 1386 \text{ kg/cm}^2$, zoodat,

met $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$, uit de voorwaarde $\tau_K = \tau_v$ volgt:

$$\frac{b}{h} = 75,3 \dots\dots\dots (40)$$

Aangenomen mag dus worden, dat de plaat niet beneden de vloeigrens zal plooiën als de verhouding

$\frac{b}{h}$ kleiner dan 75 is.

Volgens de tot nu toe bestaande opvattingen zou even beneden de vloeigrens:

$$\tau_K = \frac{T}{E} \tau_E = 4,82 T \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots\dots\dots (41)$$

zijn. Daar even beneden de vloeigrens $T = 875000 \text{ kg/cm}^2$ kan worden gesteld⁵⁾ volgt hieruit, dat dan een plooiën beneden τ_v eerst onmogelijk zou zijn als

$\frac{b}{h}$ kleiner dan 55 was.

3. Berekening van de plooispanning in het plastische gebied voor een vierkante plaat.

Voor het geval dat de afmetingen a en b van de plaat (fig. 2) eindig zijn, is een directe oplossing van de differentiaalvergelijking voor plooiën in het elastische gebied tot nu toe niet gelukt. De directe oplossing van de voor het plastische gebied geldende vergelijking (16) is dus vooralsnog evenmin mogelijk. We passen daarom voor dit geval de ook voor het elastische gebied¹⁰⁾ gebruikte energiemethode van Timoshenko toe.

Bij geheel plastisch gedachte plaat vonden we voor den bij het plooiën te verrichten arbeid⁵⁾:

$$A_i = \frac{1}{2} EI \iint \left\{ A \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)^2 + (B + C) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 + 4F \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right\} dx dy$$

Daar voor dit geval volgens (14) $D = A$ en $C = B$ is, wordt hier:

$$\begin{aligned} A_i &= \frac{1}{2} EI \int_0^a \int_0^b \left[A \left\{ \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 \right\} + \right. \\ &\quad \left. + 2B \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 4F \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right] dx dy = \\ &= \frac{1}{2} EI \int_0^a \int_0^b \left\{ A \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 + \right. \\ &\quad \left. + 2(B - A) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 4F \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right\} dx dy \dots\dots\dots (42) \end{aligned}$$

De door de schuifspanningen τ_P bij het plooiën geleverde arbeid is evenals die voor het elastische gebied¹¹⁾:

$$A_u = -h \tau_P \int_0^a \int_0^b \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} dx dy \dots\dots\dots (43)$$

Bij het in fig. 2 aangenomen assenstelsel voldoet, daar de plaat aan de randen als vrij opgelegd beschouwd wordt, de dubbele reeks van Fourier^{10) 12)}:

$$w = \sum_{p=1}^{\infty} \sum_{q=1}^{\infty} a_{pq} \sin \frac{p\pi x}{a} \sin \frac{q\pi y}{b} \dots\dots\dots (44)$$

als vergelijking voor het middenvlak van de plaat in uitgebogen toestand, aan de randvoorwaarden. Deze vergelijking moet nu in (42) en (43) gesubstitueerd worden. Ter toelichting zij vermeld, dat verg. (44) de volgende reeks voorstelt:

$$\begin{aligned} &(a_{11} \sin \frac{\pi x}{a} + a_{21} \sin \frac{2\pi x}{a} + a_{31} \sin \frac{3\pi x}{a} + \\ &+ \dots) \sin \frac{\pi y}{b} + (a_{12} \sin \frac{\pi x}{a} + a_{22} \sin \frac{2\pi x}{a} + \\ &+ a_{32} \sin \frac{3\pi x}{a} + \dots) \sin \frac{2\pi y}{b} + (a_{13} \sin \frac{\pi x}{a} + \\ &+ a_{23} \sin \frac{2\pi x}{a} + a_{33} \sin \frac{3\pi x}{a} + \dots) \sin \frac{3\pi y}{b} + \\ &+ \dots \end{aligned}$$

Zooals nu duidelijk zal zijn, is bijv.:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = -\frac{\pi^2}{a^2} \sum \sum a_{pq} p^2 \sin \frac{p\pi x}{a} \sin \frac{q\pi y}{b}$$

en:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = -\frac{\pi^2}{b^2} \sum \sum a_{pq} q^2 \sin \frac{p\pi x}{a} \sin \frac{q\pi y}{b}$$

Het bepalen van de door verg. (42) aangegeven dubbele integraal wordt nu zeer vereenvoudigd door de omstandigheid, dat, zooals bekend:

$$\int_0^1 \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi x}{l} dx = 0$$

11) Timoshenko. Theory of elastic stability. p. 314.

12) Hartmann. Knickung, Kippung, Beulung. p. 185 e.v.

10) Timoshenko. Theory of elastic stability. p. 357 e.v.

als m ongelijk aan n is. Hierdoor zullen bijv. in de vorm:

$$\int_0^a \int_0^b \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 dx dy =$$

$$\pi^4 \int_0^a \int_0^b \left\{ \Sigma \Sigma a_{pq} \left(\frac{p^2}{a^2} + \frac{q^2}{b^2} \right) \sin \frac{p\pi x}{a} \sin \frac{q\pi y}{b} \right\}^2 dx dy$$

..... (45)

alleen kwadraten van de termen van de reeks overblijven, zoodat, daar:

$$\int_0^1 \sin^2 \frac{m\pi x}{l} dx = \frac{l}{2} \text{ is, verg. (45) overgaat in:}$$

$$\int_0^a \int_0^b \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 dx dy =$$

$$= \frac{\pi^4 ab}{4} \Sigma \Sigma a_{pq}^2 \left(\frac{p^2}{a^2} + \frac{q^2}{b^2} \right)^2 \dots\dots (46)$$

Voor de andere termen van verg. (42), die bij het plooiën in het elastische gebied wegvallen, vindt men op dezelfde wijze:

$$\int_0^a \int_0^b \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} dx dy = \int_0^a \int_0^b \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 dx dy =$$

$$= \frac{\pi^4}{4ab} \Sigma \Sigma a_{pq}^2 p^2 q^2 \dots\dots (47)$$

Invulling van (46) en (47) in (42) geeft:

$$A_1 = \frac{\pi^4 EI}{8ab} \left\{ A a^2 b^2 \Sigma \Sigma a_{pq}^2 \left(\frac{p^2}{a^2} + \frac{q^2}{b^2} \right)^2 - \right.$$

$$\left. - 2(A - B - 2F) \Sigma \Sigma a_{pq}^2 p^2 q^2 \right\} \dots\dots (48)$$

Invulling van (44) in (43) geeft natuurlijk dezelfde uitdrukking als voor het elastische gebied^{10) 12)}. Daar n.l.:

$$\int_0^1 \sin \frac{m\pi x}{l} \cos \frac{n\pi x}{l} dx = 0$$

als $m + n$ even is en:

$$\int_0^1 \sin \frac{m\pi x}{l} \cos \frac{n\pi x}{l} dx = \frac{2l}{\pi} \frac{m}{m^2 - n^2}$$

als $m + n$ oneven is, wordt volgens (43):

$$A_{11} = -4h\tau_P \Sigma \Sigma \Sigma \Sigma a_{pq} a_{rs} \frac{p q r s}{(r^2 - p^2)(q^2 - s^2)} \dots (49)$$

waarin dus p, q, r en s zoodanige geheele getallen zijn, dat $p + r$ en $q + s$ oneven zijn.

De voorwaarde $A_1 = A_{11}$ levert dan volgens (48) en (49):

$$A a^2 b^2 \Sigma \Sigma a_{pq}^2 \left(\frac{p^2}{a^2} + \frac{q^2}{b^2} \right)^2 -$$

$$\tau_P = - \frac{\pi^4 EI}{32abh} \frac{-2(A - B - 2F) \Sigma \Sigma a_{pq}^2 p^2 q^2}{\Sigma \Sigma \Sigma \Sigma a_{pq} a_{rs} \frac{p q r s}{(r^2 - p^2)(q^2 - s^2)}} \dots\dots (50)$$

De constanten a_{mn} moeten nu zoo gekozen worden, dat τ_P zoo klein mogelijk wordt. Hiertoe moeten dus de afgeleiden van τ_P naar elk der coëfficiënten a_{mn} nul zijn. Worden de teller en noemer van de laatste breuk van (50) resp. T en N genoemd, zoodat:

$$\tau_P = - \frac{\pi^4 EI}{32abh} \frac{T}{N} \dots\dots (51)$$

dan geldt dus voor elk der coëfficiënten a_{mn} de voorwaarde:

$$N \frac{\partial T}{\partial a_{mn}} - T \frac{\partial N}{\partial a_{mn}} = 0$$

of in verband met (51):

$$\frac{\pi^4 EI}{32abh\tau_P} \frac{\partial T}{\partial a_{mn}} + \frac{\partial N}{\partial a_{mn}} = 0$$

waarvoor geschreven wordt:

$$-\lambda \beta^2 \frac{\partial T}{\partial a_{mn}} + \frac{\partial N}{\partial a_{mn}} = 0 \dots\dots (52)$$

$$\text{waarin } \beta = \frac{a}{b} \text{ en } \lambda = - \frac{\pi^4 EI}{32a^2 \beta h \tau_P} \dots\dots (53)$$

De teller T bevat twee reeksen, waarvan de eerste ook in het elastische gebied voorkomt. Zooals, ook zonder deze reeksen uit te schrijven, te zien is, geldt in het algemeen:

$$\frac{\partial T}{\partial a_{mn}} = 2A a^2 b^2 a_{mn} \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 - 2P a_{mn} m^2 n^2 \dots (54)$$

als $2(A - B - 2F) = P$ wordt gesteld.

Gebruik makend van (54) en van de door Hartmann¹²⁾ voor het elastisch plooiën reeds uitvoerig

toegelichte berekening van $\frac{\partial N}{\partial a_{mn}}$, gaat (52) nu over

in het volgende systeem van vergelijkingen (als $m + n \leq 6$ wordt genomen):

$$-\lambda \beta^2 \left\{ 2A a^2 b^2 a_{11} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right)^2 - 2P a_{11} \right\} +$$

$$+ 2 \left(-\frac{4}{9} a_{22} - \frac{8}{45} a_{24} - \frac{8}{45} a_{42} \right) = 0$$

$$-\lambda \beta^2 \left\{ 2A a^2 b^2 a_{12} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{4}{b^2} \right)^2 - 8P a_{12} \right\} +$$

$$+ 2 \left(\frac{4}{9} a_{21} - \frac{4}{5} a_{23} + \frac{8}{45} a_{41} \right) = 0$$

$$-\lambda \beta^2 \left\{ 2A a^2 b^2 a_{13} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{9}{b^2} \right)^2 - 18P a_{13} \right\} +$$

$$+ 2 \left(\frac{4}{5} a_{22} - \frac{8}{7} a_{24} + \frac{8}{25} a_{42} \right) = 0$$

$$\dots\dots\dots$$

$$-\lambda \beta^2 \left\{ 2A a^2 b^2 a_{22} \left(\frac{4}{a^2} + \frac{4}{b^2} \right)^2 - 32P a_{22} \right\} +$$

$$+ 2 \left(\frac{4}{5} a_{31} - \frac{36}{25} a_{33} + \frac{20}{63} a_{51} \right) +$$

$$+ 2 \left(-\frac{4}{9} a_{11} + \frac{4}{5} a_{13} + \frac{20}{63} a_{15} \right) = 0$$

Dit zijn weer homogene lineaire vergelijkingen, die alleen van nul verschillende waarden voor a_{mn} geven als de noemerdeterminant Δ van het systeem nul wordt. Deze determinant is, evenals die voor

$$\begin{array}{ccccc|c} mn & 11 & 13 & 22 & 31 & 33 & \\ 11 & \lambda \{ A (1 + \beta^2)^2 - P \beta^2 \} & . & \frac{4}{9} & . & . & \\ 13 & . & \lambda \{ A (1 + 9 \beta^2)^2 - 9 P \beta^2 \} & -\frac{4}{5} & . & . & \\ 22 & \frac{4}{9} & -\frac{4}{5} & 16 \lambda \{ A (1 + \beta^2)^2 - P \beta^2 \} & -\frac{4}{5} & \frac{36}{25} & \\ 31 & . & . & -\frac{4}{5} & \lambda \{ A (9 + \beta^2)^2 - 9 P \beta^2 \} & . & \\ 33 & . & . & \frac{36}{25} & . & 81 \lambda \{ A (1 + \beta^2)^2 - P \beta^2 \} & \end{array} = 0$$

Bepalen we ons tot een vierkante plaat, dus stellen we $\beta = 1$, dan volgt hieruit na uitwerking en substitutie van P :

$$\lambda = \pm \frac{1}{225 (A + B + 2F)} \cdot \sqrt{\frac{8249 A + 2601 (B + 2F)}{41 A + 9 (B + 2F)}} \dots (55)$$

en hieruit volgens (53), daar $a = b$ is en het teeken van τ_P niet ter zake doet:

$$\tau_P = \frac{225 \pi^4}{384} (A + B + 2F) E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \cdot \sqrt{\frac{41 A + 9 (B + 2F)}{8249 A + 2601 (B + 2F)}} \dots (56)$$

Met de even beneden de vloeigrens volgens (35) geldende waarden $A = 0,960$, $B = 0,316$ en $F = 0,078$ geeft de door ons reeds vroeger ⁵⁾ afgeleide vergelijking (56):

$$\tau_P = 5,64 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots (57)$$

Door $\tan \varphi = \infty$ en $e = 0$ te stellen, zoodat volgens

$$(14) \quad A = \frac{m^2}{m^2 - 1}, \quad B = \frac{m}{m^2 - 1} \quad \text{en} \quad F = \frac{m}{2m + 2}$$

wordt, volgt uit (56) ook de plooi spanning voor het elastische gebied:

$$\tau_E = 8,52 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots (58)$$

zoodat volgens (17), (57) en (58):

$$\tau_K = 6,36 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots (59)$$

Nu zijn de door ons berekende waarden, doordat we slechts weinig constanten in aanmerking namen, natuurlijk niet precies nauwkeurig. Seydel ³⁾, die in beide richtingen tot den index 6 ging, vond voor de vierkante plaat in het elastische gebied een plooi-

het elastische gebied ¹⁰⁾, te schrijven als het product van twee andere determinanten, de eene met even en de andere met oneven waarden van $m + n$, die dus beide nul te stellen zijn. De determinant met even waarden voor $m + n$, die de kleinste waarde voor τ_P geeft, wordt dan na uitwerking, als we ons beperken tot de vijf constanten a_{11} , a_{13} , a_{22} , a_{31} en a_{33} :

$$\text{spanning } \tau_E = 8,44 E \left(\frac{h}{b} \right)^2, \text{ wat als de nauwkeurige}$$

waarde is te beschouwen. Waar men steeds des te kleiner waarden vindt, naarmate men meer constanten in de berekening betreft, zal de nauwkeurige waarde van τ_K in ons geval in verband met (58) en (59) gesteld kunnen worden:

$$\tau_K = \frac{8,44}{8,52} 6,36 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 = 6,30 E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots (60)$$

De voorwaarde $\tau_K = \tau_V = 1386 \text{ kg/cm}^2$ geeft hier:

$$\frac{b}{h} = 97,7 \dots (61)$$

De differentiaalvergelijking (16) is ook als volgt te schrijven:

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} - 2h\tau_P \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = 0 \dots (62)$$

waarin dan $D_1 = D_2 = EIA$ en $D_3 = EI (B + 2F)$ is. Dit is de differentiaalvergelijking van een zoogenaamde orthotrope plaat, d.w.z. een plaat, die orthogonaal anisotroop is, dus in twee loodrecht op elkaar staande richtingen een verschillende stijfheid heeft. Als orthotrope plaat gedraagt zich in het elastische gebied bijv. triplexhout, terwijl ook gegolfde platen bij benadering als zoodanig beschouwd kunnen worden. Daar beide in den vliegtuigbouw gebruikt worden, waarbij ze voornamelijk op schuif belast worden, heeft men voor dergelijke platen ook de plooi-schuifspanning berekend, uitgaande van vergelijking (62). Voor eindige lengten van de plaat heeft Seydel ³⁾ enkele waarden berekend volgens een door Bergmann en Reissner ¹³⁾ ontwikkelde methode. Uit de grafiek die daaruit afgeleid is ¹⁴⁾ en

13) Bergmann en Reissner. *Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt*. p. 6 (1932).

14) Seydel. *Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt* p. 78 (1933).

waar τ is voorgesteld als een functie van $\frac{b}{a} \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}$ en

$\frac{D_3}{\sqrt{D_1 D_2}}$, welke vormen in ons geval overgaan in

resp. $\frac{b}{a}$ en $\frac{B+2F}{A}$, kan ook voor het bovenbehandelde geval, waar $\frac{b}{a} = 1$ en $\frac{B+2F}{A} = \frac{0,472}{0,960} =$

0,492 is, τ worden bepaald. Dit geeft de waarde

$$\tau = 5,54 E \left(\frac{h}{b} \right)^2.$$

Dit is dus τ_P . Met $\tau_E = 8,44 E \left(\frac{h}{b} \right)^2$ (zie boven),

wordt dan volgens (17) $\tau_K = 6,26 E \left(\frac{h}{b} \right)^2$. Dit is in goede overeenstemming met (60).

De bovengenoemde grafiek berust voor $\frac{b}{a} = 0$,

dus oneindig lange plaat, op enkele door Seydel in een vroegere publicatie¹⁵⁾, die mij hier niet toegankelijk is, volgens de methode van Southwell en Skan berekende waarden. Voor het in het

vorige hoofdstuk behandelde geval $\left(\frac{b}{a} = 0 \right)$ volgt

daaruit met $\frac{b}{a} \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = 0$ en $\frac{D_3}{\sqrt{D_1 D_2}} = 0,492$ de

waarde: $\tau_P = 3,42 E \left(\frac{h}{b} \right)^2$, terwijl onze directe be-

rekening gaf $\tau_P = 3,38 E \left(\frac{h}{b} \right)^2$.

4. Afleiding van eenvoudige gebruiksformules.

Zoals Bleich¹⁶⁾ reeds uit de door Timoshenko berekende waarden afleidde, verloopt, bij

een bepaalde verhouding $\frac{h}{b}$, de plooispanning in het

elastische gebied ongeveer parabolisch indien ze als

functie van de verhouding $\frac{b}{a}$, waarin b de breedte

(kleinste afmeting) en a de lengte van de plaat voorstelt, wordt uitgezet. Worden de plooispanningen voor

oneindig lange plaat, dus $\frac{b}{a} = 0$, en vierkante plaat,

$\frac{b}{a} = 1$, resp. τ_0 en τ_1 genoemd, dan is:

$$\tau_K = \tau_0 + (\tau_1 - \tau_0) \left(\frac{b}{a} \right)^2 \dots\dots\dots (63)$$

Met de nauwkeurige door Seydel¹³⁾ bepaalde waarden wordt dus voor het elastische gebied:

15) Seydel. *Luftfahrtforschung*. p. 71 (1930).
16) Bleich. *Theorie und Berechnung der eisernen Brücken*. p. 285.

$$\tau_E = \left\{ 4,82 + 3,62 \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right\} E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots\dots\dots (64)$$

In werkelijkheid blijft men, zooals Hartmann¹²⁾ liet zien, door het verloop parabolisch aan te nemen, wel iets aan den veiligen kant.

Ook voor orthotrope platen kan volgens de door Seydel¹³⁾ gegeven grafische voorstelling τ_K wel parabolisch verloopend gedacht worden met de verhouding $\frac{b}{a}$.

Voor het plastische gebied kan natuurlijk τ_K niet zonder meer parabolisch met $\frac{b}{a}$ verloopend gedacht

worden, omdat met het grooter worden van $\frac{b}{a}$ de plooi-

spanning stijgt en de coëfficiënten A, B, C, D en F in het algemeen kleiner worden, dus de plaat slapper wordt. Wel kan dit echter, als het plooiën bij een bepaalde spanning, bijv. de vloeigrens, beschouwd wordt, omdat daarvoor bepaalde waarden van A, B, C, D en F gelden, dus de plaat dan als een elastische orthotrope plaat beschouwd kan worden. In verband met de voor een plooiën bij de vloeigrens voor τ_0 en τ_1 volgens (39) en (60) gevonden waarden, geldt dus volgens (63):

$$\tau_K = \tau_V = \left\{ 3,74 + 2,56 \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right\} E \left(\frac{h}{b} \right)^2 \dots\dots\dots (65)$$

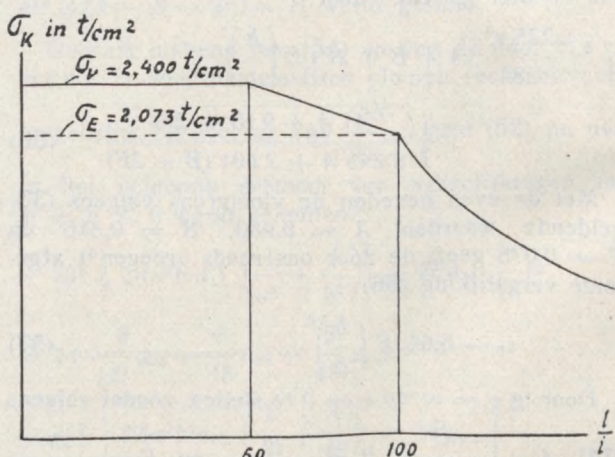


Fig. 6.

We komen in het plastische gebied, als de voor het elastische gebied berekende plooispanning τ_E volgens (64) de elasticiteitsgrens τ_{EL} zou overschrijden. Daar we ons houden aan het, volgens de Duitse Voorschriften geldende, verband tusschen knikspanning en staafslankheid (fig. 6), waarbij de elasticiteitsgrens σ_{EL} voor druk bij een spanning van

$$2073 \text{ kg/cm}^2 \text{ is aangenomen, is } \tau_{EL} = \frac{2073}{\sqrt{3}} =$$

$= 1197 \text{ kg/cm}^2$. De verhouding $\frac{b}{h}$ waarbij τ_E de elasticiteitsgrens τ_{EL} bereikt is dus volgens (64):

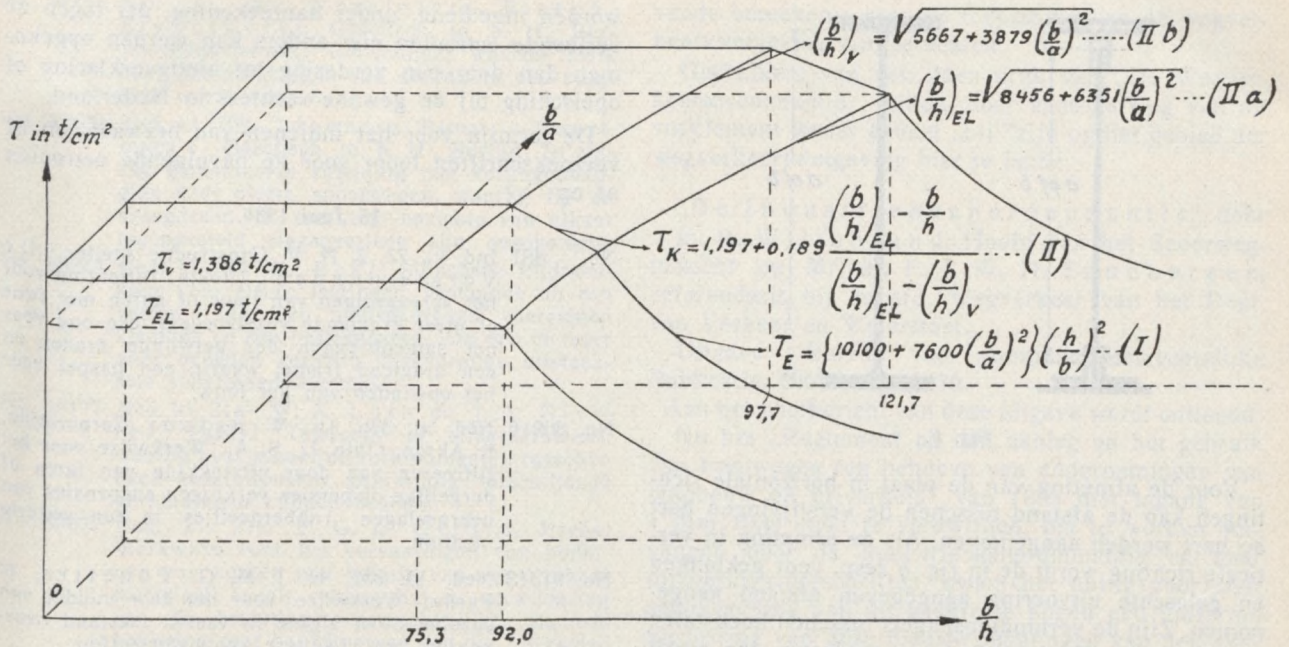


Fig. 7.

$$\left(\frac{b}{h}\right)_{EL} = \sqrt{\left\{ 4,82 + 3,62 \left(\frac{b}{a}\right)^2 \right\} \frac{E}{\tau_{EL}}} = \sqrt{8\,456 + 6\,351 \left(\frac{b}{a}\right)^2} \dots\dots\dots (66)$$

In fig. 7 is de plooispanning uitgezet als functie van $\frac{b}{h}$ en $\frac{b}{a}$. Volgens (66) wordt voor een verhouding $\frac{b}{a}$ van 0 en 1 de elasticiteitsgrens bereikt als $\frac{b}{h}$ resp. 92,0 en 121,7 is.

Volgens (65) is de verhouding $\frac{b}{h}$, waarbij de plooispanning τ_K in het plastische gebied gelijk aan $\tau_v = \frac{\sigma_v}{\sqrt{3}} = \frac{2\,400}{\sqrt{3}} \text{ kg/cm}^2 = 1\,386 \text{ kg/cm}^2$ is:

$$\left(\frac{b}{h}\right)_v = \sqrt{\left\{ 3,74 + 2,56 \left(\frac{b}{a}\right)^2 \right\} \frac{E}{\tau_v}} = \sqrt{5\,667 + 3\,879 \left(\frac{b}{a}\right)^2} \dots\dots\dots (67)$$

Zooals in fig. 7 is aangegeven is deze verhouding $\frac{b}{h}$ voor $\frac{b}{a} = 0$ en 1 resp. 75,3 en 97,7.

Het ligt voor de hand het verloop van de plooispanning met de verhouding $\frac{b}{h}$, evenals dat van de knikspanning met $\frac{l}{i}$ (fig. 6), in het plastische gebied rechtlijnig aan te nemen. Voor het plastische gebied is dus:

$$\tau_K = \left(1,197 + 0,189 \frac{\left(\frac{b}{h}\right)_{EL} - \frac{b}{h}}{\left(\frac{b}{h}\right)_{EL} - \left(\frac{b}{h}\right)_v} \right) \text{ t/cm}^2 \dots\dots\dots (68)$$

Recapituleerend is dus volgens (64), met $E = 2\,100 \text{ t/cm}^2$, voor het elastische gebied:

$$\tau_E = \left\{ 10\,100 + 7\,600 \left(\frac{b}{a}\right)^2 \right\} \left(\frac{h}{b}\right)^2 \text{ t/cm}^2 \dots\dots (I)$$

Is echter volgens (I) $\tau_E > 1,197 \text{ t/cm}^2$, dan plooit de plaat in het *plastische gebied* en is volgens (68) voor gewoon vloeistaal, St. 37:

$$\tau_K = \left(1,197 + 0,189 \frac{\left(\frac{b}{h}\right)_{EL} - \frac{b}{h}}{\left(\frac{b}{h}\right)_{EL} - \left(\frac{b}{h}\right)_v} \right) \text{ t/cm}^2 \dots\dots\dots (II)$$

waarin volgens (66) en (67):

$$\left(\frac{b}{h}\right)_{EL} = \sqrt{8\,456 + 6\,351 \left(\frac{b}{a}\right)^2} \dots\dots\dots (IIa)$$

en:

$$\left(\frac{b}{h}\right)_v = \sqrt{5\,667 + 3\,879 \left(\frac{b}{a}\right)^2} \dots\dots\dots (IIb)$$

Hoewel ook bij de vloeigrens, dus in het horizontale gedeelte van het τ, γ_p -diagram, een plaat nog eenigen weerstand tegen buiging heeft, kan voor de berekening worden aangenomen dat, als volgens (II) $\tau_K > 1,386 \text{ t/cm}^2$ zou worden, $\tau_K = \tau_v = 1\,386 \text{ kg/cm}^2$ is.

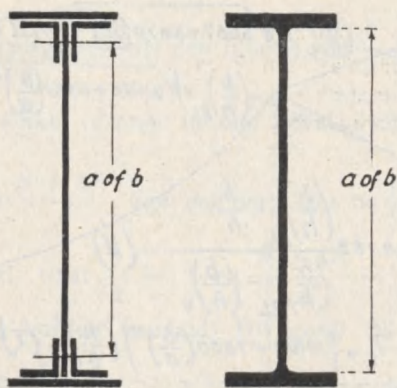


Fig. 8.

Voor de afmeting van de plaat in horizontale richtingen kan de afstand tusschen de verstijvingen hart op hart worden aangenomen. Als de afmeting in verticale richting wordt de in fig. 8 resp. voor geklonken en gelaschte uitvoering aangegeven afstand aangenomen. Zijn de verbindingsnagels tusschen hoekstalen en lijf in twee horizontale rijen geplaatst, dan wordt de afstand a of b tot het midden tusschen deze twee rijen gemeten ¹⁷⁾. De grootste afmeting van de plaat

wordt a genoemd, zoodat steeds $\frac{b}{a} < 1$ is.

Wordt bijv. een tweevoudige zekerheid tegen plooiën geëischt, dan moet de schuifspanning τ , berekend door de dwarskracht gelijkmatig verdeeld te denken over de in fig. 8 aangegeven lijfhoogte a of b , kleiner blijven dan de helft van τ_E of τ_K volgens (I) of (II).

Aanvulling.

In mijn artikel „Over de zijdelingsche stabiliteit van de eindportalen van vakwerkbruggen” in dit tijdschrift, No. 1 — 1939, werd gezegd, dat voor andere waarden van Δ dan de daar gebezigde waarde $\Delta = 0,1$ de hoek $\theta \alpha$ waarover de krachten K meezwaaien in het ongunstigste geval ongeveer $\theta \alpha = (1 - \Delta)^2 \alpha$ kon worden gesteld (blz. II. 1 en II. 7). Intusschen heb ik voor enkele andere waarden van Δ de waarde van θ berekend, waaruit bleek dat dit voor de meeste gevallen onnoodig ongunstig is en dat de hoek $\theta \alpha$ reeds voldoende veilig benaderd kan worden door $\theta \alpha = (0,9 - \Delta) \alpha$ te stellen.

P. P. Bijlaard.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 Februari 1939 o.m. openbaar gemaakt. Onder de aandacht van belanghebbenden wordt gebracht, dat aan den Octrooiraad te 's-Gravenhage te richten bezwaarschriften tegen de verleening van octrooi en verzoekschriften tot het verkrijgen van een recht als voorgebruiker of tot vermelding van een naam van den uitvinder in het octrooi, bij het Kantoor voor den Industrieelen Eigendom (Dept. van Justitie) te Batavia-C. kunnen

worden ingediend, onder aanteekening, dat tegen de verleende octrooien niet anders kan worden opgekomen dan door een vordering tot nietigverklaring of opscheping bij de gewone rechters in Nederland.

De termijn voor het indienen van bezwaar- en/of verzoekschriften loopt voor de navolgende octrooien af op:

15 Juni 1939.

- No. 881 Ind. kl. 73. 2. N. V. Constructie Atelier „De Vorstenlanden”, Djokja: Inrichting voor het vervaardigen van touw of garen met twee of meer draaiende vezelvoeders, een oog voor het samenbrengen der getwijnde draden en een draaiend frame, waarin een haspel voor het opwinden van het touw.
- No. 80916 Ned. kl. 39b. 1b. Wingfoot Corporation, te Akron, Ohio, U. S. A.: Werkwijze voor het filteren van door uitvlokking van latex of dergelijke dispersies verkregen suspensies van neergeslagen rubberdeeltjes in een waterig medium.
- No. 81313 Ned. kl. 23b. 4e. J. M. G. Pouettre, te Parijs: Werkwijze voor het door middel van caseïne of/ en algine in vasten toestand overvoeren van vloeibare koolwaterstoffen.
- No. 82525 Ned. kl. 5a. 35. Ira Johnson McCullough, te Los Angeles, U. S. A.: Inrichting voor het perforeren van een boorbuis.
- No. 82981 Ned. kl. 5a. 19. Texaco Development Corporation, te Wilmington, U. S. A.: Tot zinken te brengen lichter met een romp, waarop een platform met een hierop opgestelde installatie voor oliewinning rust, middelen om den lichter te doen zinken, zoodat de romp komt te rusten op den bodem ter vorming van een stevige fundeering en middelen om den lichter weer te doen opstijgen.
- No. 83086 Ned. kl. 82a. 1. J. E. Nissen, te Bandoeng: Inrichting voor het regelmatig verdeelen van den aan- en afvoer der lucht in droogruijen, zooals verflensruimten voor thee.
- No. 83812 Ned. kl. 50d. 6b. J. E. Nissen, te Bandoeng: Zeefinrichting met een op het zeefvlak werkende klop-inrichting.
- No. 84450 Ned. kl. 20a. G. Strunk, te Essen-Stadt-wald, Duitschland: In een railbaan voor mijnwagens of dergelijke op rails loopende transportwagens ingebouwde inrichting voor het voortbewegen of remmen van de wagens.
- No. 76745 Ned. kl. 37f. C. A. Neher, te Aschaffenburg a. d. Main, Duitschland: Demonteerbare loods, samengesteld met behulp van scharnierend met elkaar verbonden platen.
- No. 81492 Ned. kl. 1a. Prof. Ir. C. L. van Nes, 's-Gravenhage: Werkwijze en inrichting voor het scheiden van minerale korrels naar hun soortelijk gewicht uit een vloeistof, waarin zich de korrels bevinden.
- No. 82245 Ned. kl. 8k. Hackmann, Castricum en J. P. Wibaut, Amsterdam: Werkwijze voor het vervaardigen van bekledingsmateriaal dat ondoordringbaar is voor mosterdgas en andere huid aantastende strijdgassen, met behulp van condensatieproducten uit halogeenderivaten van polyalcoholen en dergelijke en polysulfiden.
- No. 78517 Ned. kl. 19d. Dortmunder Union Brückenbau-Aktiengesellschaft, Dortmund: Brug, voorzien van een krimp- en rekinrichting voor het overdekken van de wegonderbreking aan het beweegbare einde van de overspanning.

17) Stahlbaukalender 1939, p. 359.

- No. 82616 Ned. kl. 20i. Vereinigte Eisenb.-Signalwerke Gesellsch. m. b. H., Berlin-Siemensstadt: Railcontact, waarbij kwik door het doorbuigen van de rail in een stijgbuis wordt gedreven.
- No. 82669 Ned. kl. 20k. Licentia Patent — Verwaltungen — Gesellsch. m. b. H., Berlin: In zigzag gemonteerde rijleiding met kettingophanging voor electr. spoorwegen, waarbij rij- en draagdraad in een ten opzichte van elkaar tegengesteld zigzagverloop zijn opgehangen.
- No. 80214 Ned. kl. 20k. K. Eckl, München: Rijdraadklem voor electr. leidingen, bestaande uit een vasten, van een aantrekorgaan voorzien klembek en een beweegbaren, van een of meer naar beneden gerichte haakvormige uitsteeksel voorzien klembek.
- No. 76177 Ned. kl. 21a². W. A. Loth en J. A. Givélet, Parijs: Telefoon- of telegraafstelsel, waarbij over eenzelfde verbindingslijn tusschen twee aansluitposten, gelijktijdig verschillende verbindingen kunnen bestaan.
- No. 80677 Ned. kl. 37e. E. G. L. Girard, Parijs: Werkwijze voor het vervaardigen van betonnen voorwerpen met behulp van vervormbaar materiaal, zooals rubber, dat de verwijdering van de bekisting vergemakkelijkt, alsmede bekisting voor het uitvoeren van die werkwijze bij het vervaardigen van een ribbenvloer.
- No. 79683 Ned. kl. 43b. Th. Braun en W. Vogt, Weenen: Inrichting voor het vaneen scheiden van papierbanen, in het bijzonder bij verkoopautomaten voor het uitgeven van plaatsbewijzen, postzegels en dergelijke voorwerpen.
- No. 84597 Ned. kl. 61a. Aktiengesellschaft, Berlin: Kapvormig gasmasker.
- No. 79012 Ned. kl. 65d. H. Scott-Paine, Southampton: Inrichting voor het te water laten van een torpedo vanuit een snelverend vaartuig.
- No. 83116 Ned. kl. 72f. H. J. Stieger, Brough, East Yorkshire, Engeland: Richttoestel voor een vuurwapen, zooals machinegeweren en licht geschut op luchtvaartuigen en combinaties daarvan met torens.

Centraal Instituut voor Materiaalonderzoek.

Het bureau van bovengenoemd Centraal Instituut, voordien Stichting van Materiaalonderzoek, tot dusver Prinsessegracht 23 te 's-Gravenhage, is sedert begin Maart 1939 gevestigd Javastraat 32 te 's-Gravenhage.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

„De Wegverkeersordonnantie”, door Dr. ir. L. J. de Ven† en Mr. dr. F. J. W. H. Sandbergen.

2de druk, bewerkt door Mr. dr. F. J. W. H. Sandbergen.

Supplement.

Uitgave: Bureau voor Administratiefrechtelijke Publicatiën, Bandoeng, 1939.

Dit uitvoerig supplement is noodzakelijk geworden door de zoo omvangrijke wijzigingen welke het gevolg waren van de herziening der wegverkeerswetgeving van 1938. Het vult derhalve den tweeden druk van „De Wegverkeersordonnantie” aan op het stuk van de wijzigingen in de wegverkeerswetgeving en geeft voorts de *jurisprudentie* sinds het verschijnen van den tweeden druk, terwijl eveneens zijn opgenomen de sedertdien tot stand gekomen uitvoeringsbesluiten en de algemeene toelichtende circulaire, welke van blij-

vende beteekenis voor de toepassing van de wegverkeerswetgeving zijn te achten.

Gebruikers van den 2den druk van „De Wegverkeersordonnantie” zullen door aanschaffing van dit supplement weder geheel „bij” zijn op het gebied der wegverkeerswetgeving hier te lande.

„De Industrieaanordnantie”, door Ir. D. Willebrand, Hoofd van het Spoorwegtoezicht en Mr. dr. F. J. W. H. Sandbergen, referendaris bij de afd. Wegverkeer van het Dept. van Verkeer en Waterstaat.

Uitgave: Bureau voor Administratiefrechtelijke Publicatie, Bandoeng, 1939.

Aan het voorbericht van deze uitgave wordt ontleend:

Nu het „Reglement op den aanleg en het gebruik van tramwegen ten behoeve van ondernemingen van landbouw en nijverheid” van 1885 met ingang van 1 Mei 1939 staat te verdwijnen, om te worden vervangen door de Industrieaanordnantie en haar uitvoeringsvoorschriften, kwam het nuttig voor door samenstelling van dit boekje te pogen een uniforme toepassing van deze nieuwe bepalingen van den aanvang af te bevorderen en de belanghebbende ondernemers van landbouw en industrie ter zake voor te lichten.

De toelichting op de Industrieaanordnantie is ontleend aan de stukken betreffende de behandeling in den Volksraad, die op de Industrieaanverordening aan de ten departemente van Verkeer en Waterstaat berustende officieele bescheiden, een en ander voor zooveel noodig nader aangevuld en verduidelijkt.

The System Latex-Colloidal Clay II.

Further investigations on the influence of colloidal clay in rubber, by

A. van Rossem and J. A. Plaizier.

Mededeeling No. 9 van de Rubber Stichting, Amsterdam.

Static and Dynamic Properties of Rubber under Compression, by C. W. Kosten.

Mededeeling No. 10 van de Rubber Stichting, Amsterdam.

A. Latin, Ph. D.:

The Influence of Fluxes on the Spreading Power of Tin Solders on Copper.

Publicatie No. 88 van The International Tin Research and Development Council.

De werking van vloeimiddelen bij het soldeeren.

Deze nieuwe publicatie geeft een verslag van de onderzoekingen betreffende het spreiden van vloeibare soldeer op koper bij het gebruik van hars of chloride als vloeimiddel en het uitdrukken van het spreidend vermogen door het meten van den contact-hoek tusschen soldeer en koper en van de spanning in het scheidingsvlak tusschen soldeer en vloeimiddel. De blauwachtige halo, welke om druppels van vloeibaar soldeer op koper kan worden waargenomen, wordt geacht zijn oorzaak te vinden in een electrochemischen neerslag van tin uit door het contact van het vloeimiddel met het soldeer ontstaande stannio-chloride.

Het feit, dat soldeer een betere spreiding heeft dan zuiver tin, wordt toegeschreven aan de lagere oppervlaktenspanning, hetgeen echter niet insluit, dat de hechting van soldeer minder goed is.

F. C. Thompson. D. Met., M. Sc. and N. Wild, L. D. S.:

Tin and its Alloys in Dental Practice.

Publicatie No. 89 van The International Tin Research and Development Council.

Tin en tinlegeeringen in de tandheelkunde.

Tandvullingen bevatten gewoonlijk 25% tin geamalga-meerd met zilver, omdat deze samenstelling bij het verharderen de vereischte zeer geringe uitzetting vertoont, waardoor de vullingen juist voldoende vast komen te zitten zonder door het grootere volume pijn te veroorzaken. Ook uit metallurgisch oogpunt worden de amalgamen in het verslag besproken. In vergelijking met goud en zilver heeft tin een lagen warmtegeleidingscoëfficiënt en kan daardoor in nauwer contact met warmte-gevoelige stoffen worden gebruikt. In het voorwoord wordt vermeld, dat tin reeds in 1783 en wellicht vroeger, voor tandvullingen werd aangewend.

Exemplaren van bovengenoemde publicaties zijn voor belangstellenden op aanvraag kosteloos verkrijgbaar bij de International Tin Research and Development Council, Prinsessegracht 21, 's-Gravenhage.

PERSONALIA.

Ir. A. van den Berg, ingr. bij 's Lands Waterstaat, is benoemd tot hoofdingr., inspecteur van het Havenwezen bij het departement van V. en W. te Bandoeng.

Ir. A. Segond von Banchet, ingr. bij 's Lands Waterst. ter besch. v.d. Prov. M.-Java, is eerv. onth. van zijn ter beschikkingstelling en geplaatst bij het depart. van V. en W. te Bandoeng.

Ir. J. von Königslöw, hoofd van Tractie, Materieel en Werkpl. (Hoofdbur. S.S. te Bandoeng), is overgepl. n.d. Expl. O.L. (expl. kant. Soerabaja) en ontheven v.d. functie van hoofd v.d. afd. Materieel en met ingang v.d. dag der off. overname belast m.d. functie van chef der 3de afd. der O.L.

Ir. A. Ratner, ingr. b.d. B.P.M., is overgepl. van Pangk. Brandan naar Tjepoe.

Ir. C. Julius, administrateur v.d. Serajoedal Stoomtr. Mij., is ing. 9 Maart 1939 10 mnd. verlof naar Europa verleend.

Ir. P. C. Feekes, ingr. 1ste kl. der S.C.S. te Tegal, is met ing. v. 15 Febr. 1939 eerv. onhev. v.d. functie v. Inspect. v. Vervoer der S.C.S. en overgepl. naar den dienst der S.D.S. (Poerwokerto), als tijd. vervanger van ir. Julius, bel. m.d. waarn. v.d. functie van administrateur van de S.D.S.

Ir. H. Ch. J. Meelhuysen, ingr. der S.C.S., is met ing. v. 1 Maart 1939 overgepl. van Tegal naar Semarang.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS. Groep Nederlandsch-Indië.

BESTUURSMEEDEDELINGEN.

De in No. 2 van dezen jaargang voorgestelde nieuwe leden zijn aangenomen.

Thans wordt voorgesteld als *gewoon lid*:

Ir. H. J. de Roos, Ingenieur bij het Dienstvak Tractie, Materieel en Werkplaatsen der Staatsspoorwegen te Batavia.

Errata.

In fig. 1 van het artikel van ir. W. J. van der Eb: Ontwerp van een gekoppelde horizontaal-seismograaf met elektrische registratie ten behoeve van het meten van horizontale brugslingeringen (dit tijdschrift no. 3 — 1939 blz. III. 2) zijn de onderste twee figuren van de rechter helft (b) der afbeelding ter wille van de vergelijkbaarheid met de overige trillingsvormen *omgekeerd* weergegeven. In werkelijkheid zal de opteekening der gedwongen trilling door onderfrequentie-apparaten juist tegengesteld geschieden, zoodat wat thans boven de nullijn is geteekend, er onder komt en omgekeerd. Ook moet het eerste gedeelte van de opgeteekende gedwongen trilling weggedacht worden tot aan het tijdstip, dat de harmonische met de laagste frequentie aanvangt. Het eerste gedeelte werd abusievelijk erbij geteekend.

Verder gelieve men betreffende het kruisveerscharnier, beschreven op blz. III. 12 van evengenoemde publicatie op te nemen:

Opmerking. Bij de berekening van de veeren van het inwendig systeem is geen rekening gehouden met een eventueel aanwezige trekkracht in de veeren. Het „aanspannen” der veeren moet dus uiterst omzichtig geschieden en bestaat feitelijk alleen uit het overwinnen van de wrijving tusschen de veerbevestigingslede en haar glijdingsleuf. Het is van zelf sprekend, dat een initiaal-trekkracht de veeren relatief stijver doet worden en dat hiermede ook het eigen trillingsgetal is te beïnvloeden c.q. te regelen.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: De Serajoe-bevloeingswerken, door ir. P. J. A. Wijn en ir. W. J. van Blommestein. — Het „Provinciaal Waterreglement Oost-Java”, door ir. W. Lammers (slot). — Het berekenen van den maximum-afvoer van stroomgebieden met een oppervlak van 0 — 100 km², door ir. H. M. Verweij.

De Serajoe-bevloeingswerken

door

ir. P. J. A. WIJN en ir. W. J. VAN BLOMMESTEIN,

Ingenieurs op het hoofdkantoor van den Provincialen Waterstaatsdienst van Midden-Java te Semarang.

Korte inhoud.

Na een beschrijving van den landbouw-economischen toestand in de vlakte van Zuid-Banjoemas en van de te verwachten voordeelen van een geregelde bevoeiing, wordt een overzicht van de wordingsgeschiedenis der Serajoewerken gegeven. Vervolgens wordt de algemeene opzet der werken beschreven, waarna de vrije inlaat-sluizen, de zand- en slibzuiveringswerken en de pompstations met hunne electro-mechanische inrichting meer in detail worden behandeld. Verder zijn enkele beschouwingen gewijd aan het stroomleveringscontract en het cultuurplan, terwijl tenslotte aan de hand van de bouwkosten der werken een rentabiliteitsberekening is opgesteld.

I. Inleiding.

De Serajoe-bevloeingsplannen nemen in den ontwikkelingsgang van het bevloeingswezen in Nederlandsch-Indië een bijzondere plaats in. Volgens de thans in uitvoering zijnde plannen zal namelijk op groote schaal, en wel voor rond 28 000 bw (20 000 ha), door middel van *electrisch gedreven pompinstallatie's* worden voorzien in den aanvoer van het bevloeingswater. Deze vorm van watervoorziening voor de uitsluitende en volledige bevoeiing van bevolkingsaanplantingen op groote schaal werd in Nederlandsch-Indië nog niet toegepast. Bedenkende, dat voor het onderhavige doel naar verwachting per jaar een energieverbruik van rond 10 000 000 kWh noodig zal zijn, is het duidelijk, dat die energie wel onder uitzonderlijk gunstige voorwaarden verkregen moet kunnen worden, daar anders de toepassing daarvan van rentabiliteitsstandpunt beschouwd, ten eenen male uitgesloten zou zijn. Veronderstellen we bijvoorbeeld afname van electrische energie tegen een zeer laag industrietarief van 1,5 cent per kWh, dan zou de stroomlevering per jaar reeds f 150 000 vergen, of wel rond f 5,35 per bouw (f 7,50 per ha), waarbij volgens de huidige rentabiliteitsbeginselen een bevloeingsplan nimmer aanvaardbaar zou kunnen zijn.

De Serajoe-bevloeingsplannen werden echter niet in eerste instantie ontworpen in den vorm, waarin zij thans worden uitgevoerd, doch zijn te beschouwen als het uiteindelijke compromis van verschillende voorprojecten en wel in het bijzonder van een ander „mechanisch” plan, waarbij direct door waterkracht gedreven pompen zouden worden toegepast. Daarnaast zijn eveneens verschillende oplossingen voor de gebruikelijke zwaartekracht-bevloeijing ernstig onderzocht, zoodat wat de motiveering van

het uiteindelijke plan betreft, de voorgeschiedenis in dit geval mede in de beschrijving dient opgenomen te worden.

Deze wordingsgeschiedenis toont, hoe na vele vroegere vergeefsche pogingen een bevloeingsmogelijkheid ten slotte toch verwezenlijkt zal worden. De bevloeingsmogelijkheden geraken op Java meer en meer uitgeput, waartegenover de noodzaak van nieuwe bevloeijingen als gevolg van het voortdurende en sterke accres der bevolking echter steeds klemmender wordt, omdat naar het voorkomt de kolonisatie op groote schaal als eenige maatregel tot bestrijding van het dreigend voedseltekort voor het overbevolkte Java geenszins afdoende zal kunnen zijn. Op grond hiervan wordt gemeend, dat onder den dwang dezer omstandigheden voor Java meer en meer als een gebiedende eisch voor den irrigatie-ingenieur zal moeten gelden, dat hij de tot nog toe wegens technische dan wel rentabiliteitsoverwegingen onuitgevoerd gebleven bevloeijingsmogelijkheden alsnog door toepassing van nieuwe inzichten en nieuwe technische vindingen binnen de groep der economisch verantwoorde welvaartsmaatregelen zal weten te brengen, ter medebestrijding van de noodzakelijke stabilisatie en vermeerdering der voedselproductie op Java.

Als een voorbeeld hiervan kan de uitvoering van het „groot electrisch pompplan” voor de Serajoebevloeijing gelden; een welvaartswerk bij uitstek, waarvan bij de geraamde aanlegkosten (exclusief electrische energie) van rond f 55,— per bouw (f 78,— per ha), naast stabilisatie van de oogsten een gemiddelde meeropbrengst van rond 400 000 picol (oogstdroge) padi wordt verwacht. Het zal dan ook geen verwondering wekken, dat voor deze werken een bedrag van f 800 000,— is beschikbaar gesteld uit de „Nederlandsche welvaartsbijdrage”.

II. Landbouw-economische gegevens en verwachtingen.

Tot het Serajoe-bevloeingsgebied zal behooren practisch de geheele kustvlakte van Zuid-Banjoemas, begrensd in het Noorden door het Djampanggebergte en de Kali Serajoe, in het Westen de Kali Donan, in het Oosten het Karangbolonggebergte en in het Zuiden den Indischen Oceaan, welke vlakte een uitgestrekt van regen afhankelijk sawahgebied omvat, waarvan rond 28 000 bw (20 000 ha) in bevloeiing zullen worden gebracht (zie fig. 1). Dank zij den in het algemeen overvloedigen regenval in deze streek wordt vrij geregeld een bevredigende westmoesson-oogst verkregen met in het algemeen snelrijpende padisoorten van ongeveer 105 dagen groeiduur na het overplanten. Op dezen aanplant volgt een zoo snel mogelijk in den grond gebrachte oostmoesson-padiaanplant, die echter, als gevolg van te vroegtijdig eindigenden regenval, dan wel fnuikende droogteperiodes, wordt gekenmerkt door veel risico en mislukking.

De nadeelen van den huidige cultuurtoestand zijn in het kort als volgt samen te vatten:

- Het geheele landbouwbedrijf wordt beheerscht door den eisch van het binnen zoo kort mogelijke periode terug dringen van 2 padiaanplantingen, waardoor de grondbewerking overhaast en slecht geschiedt, dikwijls eerst droog en daarna nat, doch veelal zeer onregelmatig, als gevolg van onvoldoenden of geheel onderbroken regenval. Gevolg van een en ander is het vrij veelvuldig voorkomen van wortelrot en oogstmislukking.
- De over het algemeen uit zware mergelklei bestaande gronden vereischen juist bij de grondbewerking groote hoeveelheden water, die bij plotseling invallende droogte niet voorhanden zijn.
- Het kweekbedden-bedrijf is aan groot risico onderhevig, waarnaast het gevaar van te oude bibit bij vertraging in de grondbewerking en het uitplanten.
- Een groote cultuur-gevoeligheid van een zeer dicht bevolkte streek, waarbij het verzekeren van een stabiel welvaartspeil niet mogelijk is.

Teneinde dit laatste nadeel nader te belichten, volgen eenige gegevens omtrent de landbouw-economische structuur in Zuid-Banjoemas.

Deze landstreek, met een zielental tusschen 750 à 800 per km², behoort tot de dichtstbevolkte gebieden van Java, voor welk eiland als geheel de gemiddelde bevolkingsdichtheid rond 400 zielen per km² bedraagt. Die dichte bevolking vormt op zich zelf een directe aanwijzing voor de geschiktheid der gronden voor den padibouw. Landbouwrapporten vermelden dienaangaande dan ook een *gemiddelde* opbrengst per westmoesson-oogst van 36 picol per bouw (31 q per ha) en per oostmoesson-oogst van 16 picol/bw (14 q/ha), gevende gemiddeld 52 picol per bouw (45 q/ha) per jaar. Waar nu enerzijds geregeld eenige uitvoer van padi uit deze streek plaats heeft, doch anderzijds in verschillende jaren voedselverstrekingen en steunwerken noodig bleken, moeten hier wel

bijzondere factoren in het spel zijn. In de eerste plaats is hiertoe te rekenen de ongunstige verdeeling van het grondbezit; van het district Kroja zijn bijvoorbeeld de volgende gegevens bekend:

in 1930 een totaal zielental van rond 180 000
waarvan 52 000 mannen
58 000 vrouwen
en 70 000 kinderen

bij een sawahareaal van rond 23 000 bouws, dat zich in handen bevond van rond 20 000 sawahbezitters. Deze groep met een sawahbezit van gemiddeld ruim 1 bouw per man (gezin), vertegenwoordigt derhalve het welgestelde deel der bevolking (zegge rond 80 000 zielen van het totaal aantal), terwijl daarnaast een bezitlooze groep (rond 100 000 zielen) is aangewezen op inkomsten uit betaalde diensten voor werk op de sawahs of koeliewerk in de omgeving (bijv. suikerindustrie vóór de crisis).

Het laat zich gemakkelijk begrijpen, dat bij misoogsten en gebrek aan koeliewerk een groot deel van de bevolking in ernstige moeilijkheden moet geraken, doch dat daarnaast de welgestelde groep sawahbezitters meestal nog voldoende oogst maakt, om een deel ervan voor uitvoer te verkoopen. Daarnaast is nog van belang de vrij uitgebreide klappercultuur der bevolking, die bij goede prijzen een beduidende bijverdienste beteekent. Toen echter in 1934 en de padioogst zeer slecht was, de copra niets opbracht en de suikercultuur in geheel Banjoemas was stilgelegd, dreigde een noodtoestand te ontstaan, waaraan tegemoet gekomen moest worden door werkverschaffing en voedselverstrekingen. In 1935 herhaalde zich deze loop van omstandigheden nogmaals, met welke recente voorbeelden o.m. moge zijn aangetoond het labiele welvaartspeil van deze streek.

Wat betreft de te verwachten concrete landbouw-economische voordeelen zijn ook vele zienswijzen, meeningen en berekeningen aan de orde geweest. Alhoewel deze op zich zelf uiteraard belangwekkend zijn, laat het bestek van dit artikel niet toe daarop uitvoerig in te gaan. Er zal worden volstaan met een resumé van hetgeen momenteel in het algemeen aan landbouw-economische voordeelen wordt verwacht.

In algemeenen zin zijn deze samen te vatten in:

- stabilisatie van den westmoesson-padioogst;
- aanzienlijke uitbreiding van den oostmoesson-aanplant en vermeerdering van oogstopbrengst.

Het onder a) bedoelde voordeel zal worden bereikt door een geregelde watertoevoer, waardoor de pawinians verzekerd zijn, de grondbewerking regelmatig, rustiger en intensiever zal kunnen geschieden en de veel voorkomende wortelrotziekte naar verwachting sterk verminderd zal worden. Bovendien zal, ondanks de te verwachten hogere jaarproductie der gronden, de bemestende invloed der bevloeiing een anders te verwachten teruggang der westmoesson-opbrengsten van gemiddeld 6 picol per bouw voorkomen. Hierbij is er van uitgegaan, dat het productievermogen van de gronden aan een zeker maximum is gebonden, waarvoor van landbouwkundige zijde gesteld is 66 picol (oogstdroog) per bouw (57 q/ha), en wel 36 pic. voor den westmoesson- en 30 voor den oostmoesson-oogst. Aan de bepaling

van deze opbrengstcijfers ligt *geen verhooging* der huidige *top-* (ideale) *producties* ten grondslag, doch alleen de invloed van de omstandigheid dat de minder goede opbrengsten door de algemeen gunstiger cultuurvoorwaarden sterk zullen stijgen.

Voor al den oostmoessonaanplant wordt een aanzienlijke verbetering verwacht van een geregelde bevoeiing met het zeer gunstig beoordeelde oostmoessonwater der K. Serajoe. In cijfers uitgedrukt zal die verbetering naar verwachting resulteren in een meeropbrengst van gemiddeld 14 picol oogst-droge padi per bouw.

Daarnaast zal als algemeen voordeel worden geboekt, dat de huidige snelrijpende (gendjah) padi-soorten van omstreeks 105 dagen groeiduur, welke thans in den oostmoesson worden aangetroffen op de geheele te bevoeien oppervlakte en in den westmoesson op ongeveer de helft daarvan, zullen kunnen worden vervangen door hoogwaardiger tengahan-variëteiten van 120 — 125 dagen groeiduur.

Resumeerende worden als de concrete voordeelen der werken verwacht een meeropbrengst aan oogst-droge padi van $28\,000 \times 14 =$ rond 392 000 picol per jaar, met daarnaast voor beide oogsten de mogelijkheid van een hoogwaardiger product.

Ter bepaling van de gedachten de prijzen van gendjah-soorten stellende op $f\,1,30$ per picol (oogst-droog) en die van tengahan op $f\,1,50$, geeft dit in geld uitgedrukt een uiteindelijk voordeel van:

$$28\,000 \times (\frac{1}{2} \times 36 + 16) \times (f\,1,50 - f\,1,30) + 392\,000 \times f\,1,50 = f\,179\,200 + f\,588\,000 = f\,767\,200 = \text{zegge rond } f\,770\,000.$$

Waar de kosten der werken op rond $f\,1\,500\,000$,— zijn te stellen, is het duidelijk, dat van algemeen welvaartsstandpunt bezien, het in de Serajoe werken te investeren kapitaal zeer nuttig zal zijn besteed.

Ten slotte rest onder dit hoofdstuk nog de vermelding van eenige nevenvoordeelen van het groote bevoeiingsplan. De bevoeiing op den rechter Serajoe-oever biedt de mogelijkheid, om de kota Tjilatjap geregeld van spelwater te voorzien. Deze Regentschapshoofdplaats bezit een assaineeringsstelsel, waarvan de goede werking in den oostmoesson veelal bedreigd wordt door gebrek aan spelwater, welk euvel thans definitief zal worden opgeheven door een continuen aanvoer van 40 l/sec voor het riolenstelsel.

Een ander hygiënisch bezwaar dat zal worden opgeheven, wordt veroorzaakt door het dikwijls dichtslaan van de monding der Kali Benggawan aan het einde van den oostmoesson. De daarmede gepaard gaande vorming van een groote uitgestrektheid stilstaand brakwater in de breede monding heeft meestal hevige malaria-explosies ten gevolge. Uit waarnemingen is afgeleid, dat in de critieke dagen wanneer een dichtslaan der monding dreigt, zulks naar verwachting voorkomen zal kunnen worden door een geconcentreerden watertoevoer van 6 à 8 m³/sec naar de monding te bewerkstelligen. Op de mogelijkheid daartoe wordt bij de uitwerking der plannen gerekend.

Gelet op de te verkrijgen voordeelen is het begrijpelijk, dat in vroegere jaren meerdere pogingen in het werk zijn gesteld, om tot bevoeiing te geraken van deze uitgestrekte vlakte. De kali Serajoe toch

met haar stroomgebied bij Gambarsari van rond 3 000 km², lijkt de aangewezen bevoeiingsrivier met hare normale westmoesson-debieten van eenige honderden m³/sec en normale oostmoesson-debieten van 100 tot 40 m³/sec, met als minimum (over eenige dagen) een debiet van 32 m³/sec. Anderzijds staat daar tegenover het enorme maximum bandjirdebet van 2 700 m³/sec, hetwelk reeds een aanwijzing vormt voor de hooge kosten die van een stuwdam te verwachten zouden zijn.

Ter wille van een volledig overzicht zal thans in het kort worden gememoreerd, waaruit die vroegere plannen hebben bestaan en tot welke voorstellen de jongste onderzoekingen en voorstudies hebben geleid.

III. De voorgeschiedenis.

Na de instelling per 1 Januari 1889 van de Irrigatie-Afdeeling Serajoe had de vlakte van Zuid-Banjoemas al spoedig de volle aandacht.

1e plan. In 1896 kwam een volledig voorproject gereed voor een bevoeiing van de geheele zuidelijke kustvlakte, tot zelfs aanzienlijk beoosten het Karangbolonggebergte, voor een totaal oppervlakte van 50 000 bouws (35 000 ha), verdeeld over de Tjilatjapvlakte, de Kroja-Soempioehvlakte en die van Karanganjar. De kosten werden geraamd op $f\,8\,345\,000$,— of wel rond $f\,167$,— per bouw ($f\,236$,— p. ha). De hoofdwerven zouden bestaan uit een vaste stuw, te bouwen ver bovenstrooms, n.l. nog een weinig boven de hoofdplaats Banjoemas, voorts een zeer lang hoofdkanaal van 60 km, getraceerd langs den voet van het Djampanggebergte door de nauwe Serajoekloof bij Gambarsari, terwijl door het Karangbolonggebergte een tunnel was geprojecteerd om de Karanganjarvlakte te kunnen bereiken. De kosten van de stuw + het hoofdkanaal tot aan de Serajoekloof werden geraamd op $f\,3\,000\,000$,— welke hooge kosten voor de Regeering aanleiding waren om van uitvoering af te zien.

2e plan. Daarna is in 1906 een tweede poging gevolgd, om tot bevoeiing van die uitgestrekte kustvlakte te kunnen komen, doch nu van geheel anderen kant, n.l. met water uit de kali Tadjoe, een zijrivier der Serajoe. Behalve de vlakte van Tjilatjap zou nu de vlakte van Djalilawang bevoeid worden, tot een totaal oppervlakte van 16 000 bouws (11 300 ha) voor een geraamd bedrag van $f\,1\,300\,000$,— ($f\,81$,— per bouw of $f\,114$,— p. ha). De toenmalige centrale rentabiliteitscommissie oordeelde het plan niet rendabel, zoodat het werd gedeponneerd.

3e plan. In 1920 werd opnieuw de behoefte gevoeld aan bevoeiing van het onderhavige gebied, zoo zelfs, dat door den Directeur van B.O.W. met instemming van den Gouverneur-Generaal opdracht werd gegeven, om het sub 2 bedoeld Tadjoeplan opnieuw in studie te nemen. (Men ging toentertijd reeds tot aanlegkosten van $f\,200$,— per bouw of $f\,281$,— per ha!).

Aangezien men op grond van ondervonden moeilijkheden bij den aanleg van den weg Bandjar-Wangon en die van de Bandjaran-irrigatieleiding twijfelde aan de betrouwbaarheid van de door het hoofdkanaal aan te snijden grondlagen, werd een

geologisch onderzoek ingesteld. De resultaten ervan waren ongunstig, zoodat wederom van het plan moest worden afgezien.

4e plan. Omstreeks 1929 werden nogmaals voorontwerpen opgemaakt, thans voor een beweegbare stuw in de Serajoe nabij Gambarsari en een gewijzigd (klein) Tadjoeplan; officieel zijn deze voorprojecten nimmer tot voorstellen verwerkt, omdat de kostenramingen zulke hoge eindbedragen gaven, dat de kans op uitvoering nihil werd geacht.

Gedurende een periode van 40 jaar werden dus vier ernstige pogingen gedaan, die echter alle faalden wegens technische en (of) financieele bezwaren.

De jongste plannen. Zooals reeds vermeld, kwamen door de economische moeilijkheden in de jaren 1934-1935 de Serajoeplannen opnieuw aan de orde, waaruit een tweeledig voorstel in voorproject resulteerde, omvattende de directe uitvoering van een (voorloopig) klein-Krojanplan voor 4 300 bouws (3 050 ha), dat later uitgebreid zou kunnen worden tot het groot-Krojanplan voor 21 000 bouws (15 000 ha).

Met het kleine plan werd beoogd te Gambarsari met behulp van een vrije inlaatsluis water te onttrekken aan de Kali Serajoe en dit door een diep gelegen voorkanaal landwaarts in te voeren, naar een 4 300 bouws groot complex lager gelegen gronden, dat à niveau te bevoeien zou zijn.

De uitbouw van dit plan zou hierin bestaan, dat het voorkanaal aanzienlijk zou worden verruimd (tot 42 m³/sec), waarin op het punt, waar de bevoeiing volgens het kleine plan aanvangt, een pompstation zou worden gebouwd.

Dit station zou bestaan uit door waterkracht te drijven turbine-pompen, waarbij met een deel van het aangevoerde water als krachtbron, het bevoeiingswater direct, dus zonder electriciteit als intermediair, zou worden opgepompt. Naast dit voorstel, het z.g. „hydraulisch pompplan” was tevens de mogelijkheid onderzocht van een vasten stuwdam in de Kali Serajoe te Gambarsari, aan welke oplossing vele bezwaren en nadeelen verbonden werden geacht.

Het kleine en het groote plan werden in voorproject geraamd op resp. f 375 000,— en f 1 100 000,— of wel f 87,— en f 52,50 per bouw en bij in rekening brengen van een verlaagden loonstandaard bij uitvoering als reliefwerk op f 200 000,— en f 750 000,—.

Door den Directeur van Verkeer en Waterstaat werden de volgende beslissingen inzake deze plannen bekend gesteld:

- a) het groote plan werd als voorproject nog niet voldoende uitgewerkt geacht voor het nemen van een definitieve beslissing;
- b) in verband met de door het Bodemkundig Instituut geuite vrees voor een minder goeden invloed van het Serajoeslib op de physische gesteldheid van de zware mergelkleien in de vlakte, werd een beslissing ten aanzien van een bevoeiing op groote schaal zonder nadere gegevens niet wenschelijk geacht;
- c) directe uitvoering van het kleine plan als steunwerk werd gewenscht geoordeeld, teneinde daarmee tevens omtrent den sub b) bedoelden slibinvloed betrouwbare practijkgegevens te verkrijgen, terwijl in verband met den gewenschten

spoed voor de uitvoering van het voorkanaal eind September 1935 door de Regeering een bedrag van f 120 000,— werd beschikbaar gesteld;

- d) naast een verdere uitwerking van het groote „hydraulisch pompplan”, werd verzocht de oplossing met vasten stuwdam eveneens nader in studie te nemen.

De allereerste werkzaamheden zouden echter zijn het nauwkeurig vaststellen van het tracé van het hoofdkanaal, waartoe het voorproject nog geen gelegenheid had geboden. In verband met de over de eerste kilometers noodzakelijke ingravingsdiepten van 12 tot 14 m toe, werd het tracé-onderzoek door middel van proefputten en proefmooten in samenwerking met den Geologischen Dienst verricht. Via 3 varianten, die wegens afschuiwingsgevaar werden verlaten, werd uiteindelijk omstreeks medio 1936 een definitief, veilig tracé goedgekeurd, dat vrijwel in rechte lijn van Gambarsari af naar het Zuiden voert, eenige kilometers westelijker dan het oorspronkelijk gedachte tracé en dat ook in het „electrisch pompplan” ongewijzigd is aangehouden.

Waar het kleine plan als zoodanig niet is uitgevoerd, omdat het door het groote plan al direct achterhaald is, heeft verdere bespreking van het kleine plan geen zin; slechts zij vermeld, dat zich bij de uitvoering van het hoofdkanaal tot nu toe op geen enkel punt afschuiwingsverschijnselen hebben voorgedaan.

Toen nu omstreeks medio 1936 in principe kwam vast te staan, dat voor het groote plan een aanzienlijk bedrag van de Nederlandsche welvaartsbijdrage zou worden bestemd, werd het groote plan opnieuw met spoed in studie genomen. Voor het hydraulisch pompplan werd uitgegaan van het geologisch goedgekeurde tracé der diep ingegraven hoofdleiding van het kleine plan en van rendements- en constructiegegevens inzake turbine-pompen, die door den tweeden onderteekenaar dezes als ontwerper van dat oorspronkelijke plan, gedurende zijn juist beëindigd Europeesch verlof, bij wereldfirma's als Escher-Wyss, Voith e.a. waren verzameld. Daarnaast werden voor het vaste stuwplan verschillende modelproeven in het Provinciaal Waterloopkundig Laboratorium te Semarang verricht.

Het zou te ver voeren de over deze beide oplossingen ingestelde vergelijkende studie in details te volgen; er zal worden volstaan met de vermelding van enkele hoofdpunten van de eind October 1936 ingediende voorprojecten.

Als een omstandigheid van bijzondere beteekenis dient allereerst vermeld te worden, dat de Serajoe een der slibrijkste rivieren van Java is; er werd over een uitgebreide reeks slibwaarnemingen beschikt, waardoor omtrent het verloop van het slibgehalte gedurende een geheel jaar een vrij nauwkeurig beeld was verkregen. Daaruit bleek, dat het oostmoessonwater normaal vrij slibarm is (30-100 mg/l), maar dat in den geheelen westmoesson een geweldige slibafvoer plaats heeft, waarbij gehalten (luchtdroog) van 1,5 % vrij normaal zijn, met daarnaast echter bandjirafvoeren met een slibgehalte tot 30 en 40 % toe. Daarbij voegt zich nog de moeilijkheid, dat het

Serajoeslib dikwijls de grijswitte, uiterst fijne afspoelingsproducten (stoffracties van 5 — 50 μ) van de zijrivieren Merawoe en Pekatjangan bevat, bekend staande onder den naam „wadassimpingslib”, dat door het Bodemkundig Instituut van nadeeligen invloed op de physische gesteldheid der mergelkleien in de vlakte wordt geacht. Het slibvraagstuk, zoowel in kwalitatieven als kwantitatieven zin, bleek dan ook van overheerschende beteekenis bij de verschillende projecten.

Thans volgen eenige gegevens daarover.

Stuwplan.

Onderzocht werden de oplossingen met een vasten en met beweegbaren stuwdam. De modelproeven hadden aangetoond, dat een zeer sterke opslibbing van het bovenrivierbed zou optreden, die onaanvaardbaar zou zijn vanwege de daaruit voortvloeiende verhoogde bandjirstanden, die kampons, wegen en spoorwegen in en bovenstrooms de Serajoekloof zouden inundeeren. Voorts zou uitvoering van den dam in een coupure onmogelijk zijn, terwijl het kalibed, tot een diepte van 29 m en meer uit zand, grind en kleine rolsteen bestaande, bij de groote oostmoessondebielen en waterdoorlatendheid van den fundeeringsbodem buitengewone uitvoeringsmoeilijkheden deed vreezen, temeer waar, in verband met den beschikbaren bouw-tijd per oostmoesson van slechts 3 maanden, niet één, maar minstens twee en wellicht drie oostmoessons noodig zouden zijn voor de uitvoering van het werk. Voorts zou spuiing van het hoofdkanaal in den westmoesson wegens de hooge rivierwaterstanden onvoldoende mogelijk zijn. Ook al ware dit wel mogelijk, dan zouden zeker twee naast elkaar geplaatste spuiinrichtingen noodig zijn geweest, om de groote hoeveelheden slib te kunnen neerslaan, doch er zou dan zoo dikwijls gespuid moeten worden, dat een continue bevoeiing met vol debiet niet mogelijk zou zijn. Bovendien was uit verrichte bezinkproeven en literatuurgegevens reeds komen vast te staan, dat met de gebruikelijke spuiconstructies geen neerslag van het fijne, schadelijk geachte wadassimpingslib zou zijn te verkrijgen, zoodat gemeend werd, dat op grond van de evengenoemde ongunstige omstandigheden het stuwplan veroordeeld was. Toepassing van een beweegbare stuw werd eveneens onderzocht, ook in een modelproef, waaromtrent mede op grond van literatuurgegevens de slotconclusie werd getrokken, dat de opslibbing van het rivierbed slechts over korten afstand voor den stuwdam te voorkomen zou zijn, doch dat overigens alle nadeelen van het vaste stuwplan onverminderd voor de beweegbare stuw zouden gelden.

Het hydraulisch pompplan.

Dat bij dit plan geen stuwdam in de rivier noodig zou zijn werd als een der grootste technische en financieele voordeelen aangemerkt; slechts de bouw van de vrije inlaatsluis zou aan bandjirrisico onderhevig zijn, doch de uitvoering ervan ten deele binnen den rivieroever bij toepassing van een stalen damwand langs de voorzijde van het kunstwerk zou de drooghouding aanzienlijk vereenvoudigen en op die wijze in één oostmoesson mogelijk zijn. Het slibbezwaar zou langs mechanischen weg bevredigend

kunnen worden opgelost; in het hydraulisch pompstation was n.l. een turbogenerator ontworpen voor opwekking van electriciteit voor verlichtings- en krachtdoeleinden. Die stroom zou o.m. worden bestemd voor het drijven van slibpompen, die het als bezinkreservoir uit te voeren, 450 m lange eerste gedeelte van het hoofdkanaal geregeld, gedurende het bevoeiingsbedrijf zouden kunnen schoonhouden. Dit slibbekken, uitgevoerd als een zeer ruim kanaalprofiel met een gemiddelde snelheid van slechts 18 cm/sec, zou naar verwachting alle slibbestanddeelen van meer dan 20 à 25 μ doen neerslaan.

Het rond 7 km lange diepgelegen hoofdkanaal zou wel is waar een aanzienlijk grondverzet vereischen, doch waar het voorloopige hoofdkanaal (klein plan) het eerste gereed zou zijn, zou door dadelijk den turbogenerator van het hydraulisch pompstation te bouwen reeds spoedig beschikt kunnen worden over electricische energie en met de toch benoodigde grondpompen langs natten, mechanischen weg het voorloopige hoofdkanaal op niet kostbare wijze verruimd kunnen worden.

Het hydraulisch pompstation zou tevens als hoofdverdeelwerk fungeeren. Het kleine plan zou ongestoord uitgevoerd kunnen worden, behoudens eenige wijzigingen in de detailbevoeiingsindeeling, zoodat de aan de bevolking reeds gedane toezeggingen omtrent aanvang met de bevoeiing in 1937 gehandhaafd zouden kunnen worden.

Bij de indiening van de voorprojecten luidde de conclusie dan ook, dat aan uitvoering van het hydraulisch pompplan in alle opzichten de voorkeur werd toegekend, te meer waar bovendien voor de vergelijkbare hoofdwerven van het plan met vaste stuw (c.q. beweegbare stuw) en die van het hydraulisch pompplan de kosten werden geraamd op f 985 000,— (c.q. f 1 160 000,—) en f 660 000,—.

De Directeur van Verkeer en Waterstaat stelde eind December 1936 tegen het hydraulisch plan echter verschillende bezwaren bekend, en wel het afschuiwingsgevaar voor het diepe hoofdkanaal, het risico verbonden aan het toepassen op zoo groote schaal van in Indië nog niet toegepaste turbinepompen en het bezwaren van de lage kustvlakte (en wel speciaal de kali Benggawan) met het afgewerkte krachtwater ad rond 20 m³/sec. Voorts werd de raming van het hydraulisch plan te laag en die van de stuwplannen te hoog geacht. Tevens werd door den Directeur een ten departemente opgemaakt voorloopig ontwerp voor een beweegbare stuw in de Kali Serajoe bij Gambarsari voorgesteld, waarvoor een combinatie van eenige groote aannemersfirma's de uitvoering in twee oostmoessons (1937 en 1938) op zich durfde te nemen en waarvan de kosten totaal werden geraamd op f 900 000,— (totaal met de overige hoofdwerven f 1 120 000,—). Ten slotte werd tevens betrekkelijk summier aangevoerd de mogelijkheid van een electrisch pompplan. De ANIEM had n.l. toevalig van de toepassing van energie bij het hydraulisch plan gehoord en na daaromtrent te Semarang eenige inlichtingen te hebben ingewonnen aan den Directeur van Verkeer en Waterstaat een plan voorgelegd, om uit het te bouwen waterkrachtwerk Ketenger in de kali Bandjaraan (boven Poerwokerto) stroom te leve-

ren voor het oppompen van het benoodigde bevoeiingswater voor het Serajoegebied. Bij dit plan werd de aanbeveling gesteld, dat het alle voordeelen van het stuwplan en het hydraulisch plan in zich zou vereenigen en dat het slechts een aanlegkapitaal van f 414 000,— voor de hoofdwerken zou vereischen of wel rond f 500 000,— voor die hoofdwerken zou blijven beneden de ten Departemente van f 660 000,— tot f 928 000,— verhoogde begroting van het hydraulisch pompplan, zoodat op grond van die f 500 000,— mindere kapitaalsuitgave een bedrag van f 20 000,— tot f 25 000,— per jaar zou kunnen worden besteed aan stroomverbruik. Bovendien zou in economisch opzicht het electrisch plan het groote voordeel bieden, dat alleen door de daarbij vereischte groote stroomafname voor de irrigatie, de ANIEM uitvoering zou kunnen geven aan de reeds verschillende malen overwogen, doch steeds onrendabel geoordeelde algemeene electrificatie van Banjoemas. De Directeur van Economische Zaken ondersteunde deze laatste plannen krachtig met het oog op de voorgenomen plannen tot oprichting van (klapper-)vezelcentrales in Zuid-Banjoemas, waarvoor de beschikking over goedkoope electrische energie ten zeerste zou worden toegejuicht.

Over de verschillende plannen zijn vele pennen in beweging gebracht en vergaderingen belegd; de Waterstaatsdienst van Midden-Java heeft gemeend alle technische bezwaren tegen het hydraulisch pompplan te hebben weerlegd en te kunnen aantonen, dat het verschil in aanlegkosten tusschen het hydraulisch en electrisch pompplan hoogstens f 250 000,— à f 300 000,— zou bedragen, zoodat f 20 000,— à f 25 000,— per jaar voor stroom te hoog werd geacht. Voorts werd er met klem op gewezen, dat het uit velelei overwegingen niet gewenscht werd geoordeeld, dat een Overheids-bevoeiingsbedrijf van zoo groote directe economische beteekenis voor de bevolking geheel gebonden zal zijn door een overeenkomst met een zuiver op commercieele basis werkend particulier lichaam. Voorts werd nog de vrees geuit, dat een zoo plotselinge overschakeling op een nauwelijks geheel overzien nieuw plan, met toepassing van geheel buiten de sfeer van den waterstaatsingenieur gelegen electrische pompstations, veel vertraging en wellicht allerlei onvoorziene moeilijkheden zou opleveren.

De strijd over deze plannen heeft zich in den (te) korten tijd van 3 maanden afgespeeld, met als resultaat, dat de Indische Regeering zich, op voorstel van den Directeur van Verkeer en Waterstaat, in beginsel voor het electrisch plan uitsprak.

Het is de stellige overtuiging van de stellers dezes, dat tenslotte niet uitsluitend technische, doch voornamelijk andere overwegingen beslissend zijn geweest voor den algemeenen technischen opzet der Serajoebevoeiingswerken.

De beslissing viel ongeveer medio April 1937, waarna onmiddellijk de uitvoering van het hoofdkanaal-, „klein plan” werd aangepast aan de eischen van het „electrisch pompplan” en ook met het projectwerk geheel hierop werd „overgeschakeld”.

IV. De algemeene technische opzet van het electrisch pompplan.

De opzet, die ten grondslag lag aan de eerste onderhandelingen met de ANIEM, sloot uiteraard aan bij de hoofdlijnen der bevoeiingsin-deeling van het hydraulisch pompplan. De vrije inlaatsluis, het 7 km lange sterk ingegraven hoofdkanaal en het hydraulisch pompstation waren echter vervangen gedacht door een electrisch gedreven pompstation aan den rivieroever te Gambarsari, waarachter het direct op een veel hoger niveau gelegen hoofdkanaal zou aansluiten. Voorts was aangehouden het voorgenomen plan, om even bovenstrooms van de S.S.-brug in de lijn Kroja-Bandoeng door middel van een ongeveer 200 m lang aquaduct bevoeiingswater van den linkeroever te voeren naar den rechter Serajoeover voor de z.g. Tjilatjapvlakte voor rond 5 700 bouws (4 050 ha).

Eenmaal aangevangen met het ontwerpwerk bleek het gewenscht dezen eersten globalen opzet niet te volgen; nu namelijk als gevolg van de beschikking over electrische energie meer vrijheid van keuze bestond ten aanzien van de plaats van aftapping en opvoer van het water naar een hooger niveau, bleek het van groot voordeel, om inplaats van in een centraal pompstation te Gambarsari voor de geheele toekomstige bevoeide oppervlakte van 28 000 bouws, de waterwinning te verdeelen over 2 pompstations, en wel één te Gambarsari voor de linkeroeverbevoeiing van rond 22 300 bouws (15 800 ha) en een tweede te Pesanggrahan (ongeveer op de plaats van het oorspronkelijk overwogen aquaduct over de K. Serajoe) voor de rechteroeverbevoeiing van rond 5 700 bouws (4 050 ha). Bij dezen opzet is het kostbare aquaduct vermeden, en kan de thans benoodigde leiding Maos, die nu uitsluitend bevoeiingswater voor het Westelijk deel van de z.g. Krojavlakte zal aanvoeren, op kleinere capaciteit en aanzienlijk lager niveau worden uitgevoerd. Alhoewel tegenover deze besparingen de meerkosten staan van twee pompstations, werd de gewijzigde oplossing financieel en technisch gunstiger geacht en definitief daartoe besloten. Hierdoor is dus feitelijk het groot Serajoeplan uiteengevallen in twee afzonderlijke bevoeiingsgebieden. Toch blijven zij een eenheid vormen, door het bevoeiingsverband dat aanwezig blijft in den vorm van de over beide pompstations te verdeelen, gelimiteerde hoeveelheid electrische energie.

Voorts bleken tegen de oorspronkelijk gedachte plaatsing van het pompstation aan de rivier verschillende bezwaren te bestaan; er werd n.l. gevreesd dat het bij bandjirs meegevoerde kwartszand en grind, zonder voorafgaande verwijdering, tot ernstige slijtage der pompen aanleiding zou kunnen geven. Bovendien zou de gedachte normale slibzuivering door middel van een slibzak en spuisluis in het hoofdkanaal achter het pompstation, op dezelfde gronden als vermeld bij het voorproject voor een stuwoplossing, veelal onmogelijk of zeer onvoldoende zijn. Verder zouden bij een aan de rivier gelegen pompstation in verband met de sterk varieerende rivierwaterstanden allerlei bijzondere eischen aan de pompen en de exploitatie gesteld moeten worden, terwijl ten slotte bij de noodzakelijke diepe ligging der zuig-

buizen, juist het meest verontreinigde water uit de rivier zou worden aangezogen.

In verband met de evengenoemde bezwaren is voor Gambarsari besloten tot een vrije inlaatsluis, waarachter een rond 480 m lang voorkanaal (slibbekken), aan het einde waarvan gelegen is het pompstation. Hierin zal het water ten opzichte van het gemiddeld westmoessonexploitatiepeil rond 2,40 m en t.o.v. het laagste oostmoessonpeil over 3,50 m hoogte worden opgevoerd. Om het slib uit het bezinkbekken te verwijderen zal van één of meer drijvend uit te voeren, electrisch gedreven slibpompen gebruik gemaakt moeten worden.

De omstandigheid, dat voor het pompstation Pesanggrahan, waar het water 7,50 m boven den minimum oostmoessonstand der rivier zal worden opgeleverd, waarbij steeds over een voldoende spuierval t.o.v. de rivierstanden zal worden beschikt, heeft ertoe geleid, om hier een eenigszins andere oplossing te volgen. Ook hier wel de vrije inlaatsluis, doch daarachter wordt slechts een betrekkelijk kleine bezinkbak als zandvang ingericht, teneinde de pompen van het vlak daarachter geprojecteerde pompstation te vrijwaren tegen de gevreesde zandslijtage. Achter dit pompstation zal ter verwijdering van bezinkend slib van de normale spuiwerking gebruik gemaakt kunnen worden. De slibzak zal hier echter voor *terugspuiing* worden ingericht, waarbij een omloopleiding noodig is. Deze zal tevens als hoofdkanaal kunnen worden gebruikt, zoodra het rivierwater een toelaatbaar slibgehalte heeft.

In verband met den landbouwkundigen wensch om vooral de mogelijkheid niet uit te sluiten tot doorvoer naar de velden van het vruchtbaar vulkanisch slib en gelet op het te verwachten suppletie-karakter der westmoessonbevloeiing, worden *voorloopig* de ontslibbingswerken op de *beide* oevers niet uitgevoerd en de betrokken kanalen op een normale stroomsnelheid van 0,50 m/sec uitgevoerd. In de practijk zal eerst worden afgewacht, of buiten de dagen dat het rivierwater te slibrijk is of te veel wadassimpingslib bevat een bevredigende suppletiebevloeiing in den westmoesson en een voldoende continue oostmoessonbevloeiing mogelijk zullen zijn, zonder ernstige opslibbing van de leidingen. De bedoeling van dezen opzet is uiteraard het voorkomen van niet strikt noodzakelijke uitgaven. De verwachtingen hieromtrent zijn echter niet hoog gespannen in verband met het bijna voortdurend hoge slibgehalte van het rivierwater in den westmoesson. Het zal uiteraard aanbeveling verdienen deze proef zoo kort mogelijk te houden, aangezien bij herhaalde ernstige opslibbing der leidingen hoge kosten gemaakt zouden moeten worden om deze door middel van handenarbeid ongedaan te maken.

Blijken straks nadere maatregelen noodig, dan zal te Gambarsari het toevoerkanaal achter de inlaatsluis naar het pompstation (zoo mogelijk mechanisch) aanzienlijk verruimd worden tot een groot bezinkbekken, in het midden waarvan een langsschot wordt geplaatst. Wil men dan als de omstandigheden gunstig zijn, slib doorvoeren, dan wordt een der helften van het bekken afgesloten en het ingesloten debiet met grootere snelheid doorgevoerd. Hierop wordt afzonderlijk

nader teruggekomen, alsmede op de voorgenomen wijze van ontslibbing van dit bekken.

Bij Pesanggrahan zal het voorloopige hoofdkanaal zoo noodig als slibzak voor terugspuiing worden ingericht. Indien de hooger reeds vermelde dan benodigde overloopleiding eerst wordt gemaakt, zal het mogelijk zijn dezen aanleg der spuiwerken te doen plaats hebben gedurende het bevoeiingsbedrijf. Ook hierop wordt wat meerdere details betreft teruggekomen.

De detailbevloeiing.

In verband met de te verwachten ruime bevoeiingsdebiëten en de daardoor eenvoudige waterverdeeling voor 2 padiaanplantingen per jaar, is besloten tot gelijktijdige continue waterverstrekking in alle tertiaire vakken, waarvoor naar een gemiddelde oppervlakte zou worden gestreefd van 250 à 300 bouw (180 à 210 ha) met voor de laatste vakken der secundaire leidingen zelfs oppervlakten tot 500 à 600 bouw (350 à 430 ha) toe. Riet- of andere ondernemingscultures worden in het Serajoegebied niet verwacht (de eenige vroeger aldaar bestaan hebbende suikerfabriek Kaliredjo werd gedurende de laatste suiker-crisis definitief gesloten), zoodat voor de leidingcapaciteiten geen reductie in rekening is gebracht. Op grond van exploitatiegegevens van een klein bevoeiingsgebied, gelegen binnen het oostelijk deel van het Serajoegebied, is afgeleid, dat met een continue gelijktijdige verstrekking van gemiddeld 0,7 l/sec per bouw, gerekend bij de inlaatsluis (inclusief verdamping en lekverliezen in de leidingen) een ruime bevloeiing verzekerd zal zijn.

Gedurende de uitwerking der projecten is het noodig gebleken om voor verschillende onderdeelen van het gebied de waterbehoefte meer te differentieëren naar de geaardheid der gronden. Waar echter het maximum te leveren electrisch vermogen reeds was vastgesteld, moest uiteraard het maximum debiet voor beide gebieden aangehouden worden; deze bedragen voor het pompstation Gambarsari 14,6 m³/sec en voor het pompstation Pesanggrahan 4,06 m³/sec.

Voor de tertiaire vakken kleiner dan 200 bouw is gerekend op de mogelijkheid van een kleine natuurlijke phase in het landbouwbedrijf en daarmee gepaard gaande behoefte aan relatief grootere concentratie aan watertoevoer. *De waterafvoer* in het gebied zal in het algemeen niet worden verbeterd, omdat dit voor de laagste gebieden door hunne ligging t.o.v. zeepeil practisch niet mogelijk is te achten. Slechts op plaatsen waar de aanleg van de bevoeiingswerken het treffen van afvoervoorzieningen noodig maakt, worden plaatselijke afvoerverbeteringen opgenomen. Bovendien wordt voorzien in een stelsel van gescheiden aan- en afvoer, zoodat door het opruimen van opdammingen in de plaatselijke, natuurlijke afvoeren en eenige incidenteele verruiming daarvan in ieder geval een *in het algemeen betere afwateringstoestand* zal worden verkregen. De z.g. inundatiekommen Kroja en Soempioeh zullen er echter niet op vooruit gaan; de waarschijnlijkheid is echter groot, dat in den westmoesson over ruim voldoende energie zal worden beschikt, om te zijner tijd naast de suppletiebevloeiing een electrische

bemaling van die inundatiekommen te kunnen werkstelligen. De plannen hiervoor zijn echter voorloopig nog niet aan de orde en zullen eerst ernstig in studie genomen kunnen worden als over voldoende exploitatie- en inundatiegegevens wordt beschikt.

V. De inlaatsluizen.

A. Inlaatsluis Gambarsari.

De waterstand in de rivier vóór de vrije inlaatsluis op den linker Serajoe-oever nabij Gambarsari wordt bij lage debieten beheerscht door een zand- en grinddrempel of -plaat benedenstrooms het aftappunt. Tegen deze oplossing is bij het vooronderzoek het bezwaar aangevoerd, dat deze drempel in den loop der tijden zou kunnen uitschuren, waardoor de vereischte hoeveelheid water zonder tijdelijke hulpmiddelen niet meer zou kunnen worden afgetapt.

Tot nu toe zijn echter nagenoeg alle belangrijke vrije inlaatsluizen gebouwd in die rivierstrekkingen, die men als „bovenloop” kwalificeert. Hierbij wordt de opstuwung veroorzaakt door een uit harden grond, soms uit rots bestaande drempelformatie. Het staat geologisch vast, dat de bovenloop van elke rivier aan een gestadige uitschuring bloot staat. Vooral op een eiland als Java, van jong vulkanischen oorsprong, met hooge bergketens, dus groot verhang en met sterke verweering, zal dit uitschuringsproces groote afmetingen aannemen. Het behoeft dan ook geen verwondering te wekken, dat meermalen de in deze rivierstrekking liggende natuurlijke drempels op den langen duur sterk uitschuren, waardoor bij het aftappen van het benooidigde debiet na verloop van tijd inderdaad moeilijkheden worden ondervonden.

Van geheel anderen aard is echter de drempelformatie nabij Gambarsari. De Serajoe heeft na uitrede uit de kloof hier haar „benedenloop” aangevangen. Deze loop kenmerkt zich zooals bekend door zijn ophoogingsproces. Uit de talrijke proefputten en boringen is komen vast te staan, dat het geheele gebied benedenstrooms de kloof uit rivierafzettingen bestaat. De Serajoe heeft dus inderdaad een neerslaggebied gevormd, dat gestadig in hoogte is toegenomen. Ook het ontstaan van de zand- en grindplaat benedenstrooms van de inlaatsluis is aan dit ophoogingsproces te danken. Op grond van het bovenstaande kan dan ook de verwachting worden gekoesterd, dat de plaat zich eerder zal ophoogen dan uitschuren, zoodat de vrees, dat in de toekomst te weinig water zal kunnen worden afgetapt, ongegrond lijkt.

Uiteraard zal het rivierbed in den loop van een jaar in verband met de wisselende rivierdebieten wel de neiging vertoonen in den westmoesson uit te schuren bij de kedoengs en op te slibben op de zandplaten, terwijl daarentegen in den oostmoesson het omgekeerde proces is te verwachten, zoodat de mogelijkheid van een geflatteerde aanname van de plaathoogte niet uitgesloten moet worden geacht. In het onderhavige geval is echter de voorzorg genomen de opname van de betreffende zand- en grindplaat in den vollen oostmoesson te verrichten. Door bovendien bij de bepaling van den minimum oostmoessonwaterstand nog een ruime veiligheidsmarge aan te nemen, is n.h.v. voldoende zekerheid verkregen, dat

onder alle omstandigheden de vereischte hoeveelheid water kan worden ingelaten.

De vorm en ligging van de inlaatsluis zijn bepaald aan de hand van de resultaten van modelproeven in het Provinciaal Waterloopkundig Laboratorium te Semarang. Bij het nemen van deze proeven werd uitgegaan van den opzet voor het hydraulisch pompplan, omdat toentertijd nog geen sprake was van het electrisch plan. Was het inlaatdebiet bij het eerste plan berekend op $42 \text{ m}^3/\text{sec}$, voor het laatste plan behoeft niet meer dan $14,6 \text{ m}^3/\text{sec}$ te worden ingelaten. Op grond van de veronderstelling, dat de grondvorm van het beproefde model ook voor het kleinere debiet kan worden aangehouden zijn mede in verband met den beperkten tijd geen nieuwe proeven meer aangezet.

Bij deze proeven werd gebruik gemaakt van een model van de K. Serajoe met een gelijke verticale en horizontale schaal van 1 : 25. Van de inlaatsluis werden in hoofdzaak twee modellen onderzocht, die hieronder resp. het oude en het nieuwe model zullen worden genoemd.

Het oude model. De bouwplaats van den inlaat werd gekozen vlak na een flauwe buitenbocht in de rivier, omdat volgens de bekende proeven van Habermas dan het minste last zal worden ondervonden van het binnendringen van vaste stoffen.

Verder is als aftaphoek aangenomen 60° , terwijl ter verkrijging van een goede afrooming als afsluitmiddelen oorspronkelijk kleppen waren ontworpen, die om een horizontale as op den drempel draaibaar zijn. De assen van de 5 kleppen lagen bij het oude model in één lijn. Het S-vormige slibbekken sloot direct achter den inlaat aan met een straal van 100 m.

Bij de beproeving bleek na verloop van 32 uur deze oplossing de volgende bezwaren te hebben (zie de foto's 1 t/m 4 op Plaat I).

In de eerste plaats ontstond vóór de meest bovenstroomsche aftapopeningen een vrij hooge drempel van sleepmateriaal, welke in werkelijkheid een hoogte zou bereiken van ruim 2 meter. De oorzaak van het ontstaan van deze afzetting is waarschijnlijk toe te schrijven aan de aanwezigheid van een verticale neer in den dooden hoek vóór de inlaatsluis. Waar het sleepmateriaal in de K. Serajoe uit zand, grind en kleine rolstenen is samengesteld, zal vermoedelijk de neerslag in werkelijkheid eveneens uit dit materiaal bestaan. Is daarenboven nog eenige verkitting te verwachten, dan is de aanwezigheid van een dergelijk moeilijk te verwijderen bank bij aftapping van lage debieten ontoelaatbaar te achten. Uit dezen hoofde is deze oplossing reeds verwerpelijk.

In de tweede plaats werd het volgende bezwaar ondervonden. De waterbeweging vóór het kunstwerk was zoodanig, dat drijvend vuil de leiding zou binnendringen (zie foto 2).

Verder bleek de aansluiting met het boogvormige bezinkbekken van dien aard te zijn, dat de waterbeweging in het bekken niet gelijkmatig was. Ofschoon de snelheid slechts gering was, overeenkomende met $0,15 \text{ m/sec}$ in werkelijkheid, werden bij de proeven duidelijk waarneembare verticale neren geconsta-

teerd, waardoor het bezinkbekken minder tot zijn recht zou kunnen komen (*foto 4*).

Wat de hoeveelheid binnendringend materiaal betreft, werd waargenomen, dat deze *inconstant* bleek te zijn. Bij een waterafvoer in het riviermodel overeenkomende met een debiet in werkelijkheid van $1\ 100\text{ m}^3/\text{sec}$ is deze hoeveelheid vrij gering. Zoodra echter de normale westmoessontoestand zonder bandjir werd nagebootst, bleek ondanks het stopzetten van het materiaal-instrooien, een groote hoeveelheid zand de leiding binnen te treden. Dit feit moet worden toegeschreven aan de aanwezigheid van de zandbank vóór den inlaat, die bij het neerlaten van de kleppen naar binnen wordt gespoeld. Deze bank bleek na dit experiment dan ook verdwenen te zijn.

Het nieuwe model. Bij dit model, dat daarna werd vervaardigd, werd in de eerste plaats zorggedragen, dat de doode hoek vóór de inlaatsluis zou verdwijnen. Daartoe werd, met behoud van den aftaphoek van 60° , de lijn langs den voorkant van de pijlers zoodanig gedraaid, dat zij practisch in het verlengde van de oeverlijn kwam te liggen. Teneinde bovenstroomse pijlers niet noodeloos lang te maken, werden de tusschengelegen afsluitmiddelen naar voren geschoven (*foto 2a*).

Verder werd een geheel recht bezinkbekken ontworpen. De as van dit bekken kan echter niet in het verlengde van de as van de inlaatsluis worden gekozen in verband met de terreingesteldheid. De straal van den overgangsboog werd echter zoo klein mogelijk gemaakt, terwijl dit overgangsstuk geheel bemetseld en in even zoovele sluiskokers verdeeld werd als het aantal afsluitorganen bedroeg (*foto 3a*). Aan het einde hiervan werd een grof rooster gemaakt, welke voorziening uitsluitend als preventieve maatregel is bedoeld.

Het nieuwe model werd daarop beproefd met dezelfde debieten en met een gelijke hoeveelheid ingestrooid zand. Nadat de proef eveneens 32 uur had geloopt, bleek geen zandbank vóór de sluis te zijn ontstaan (*foto 1a*); zelfs bij beproeving van meer dan 65 uur bleef de toestand gunstig.

De hoeveelheid binnendringend materiaal bleek bij een debiet overeenkomende met $1\ 100\text{ m}^3/\text{sec}$ weer gering, doch bleef thans vrij stationnair, terwijl bij dalend debiet en gelijktijdig neerlaten van de kleppen zich geen ongunstige verschijnselen voordeden.

Het bezwaar van het binnendringen van drijvend vuil bleek eveneens te zijn opgeheven (*foto 2a*).

De stroomingstoestand in het bezinkbekken was gunstig door de rechtlijnige en gelijkmatig verdeelde inloopsnelheid; vorming van neren was nergens te bespeuren (*foto 4a*).

Bij het droogleggen van het model bleek een deel van het binnengedrongen materiaal op den vloer van het overgangsstuk te zijn neergeslagen (*foto 3a*). Door het neerlaten van een klep kon echter ruim voldoende snelheid in een sluiskoker worden opgewekt, om dezen neerslag in het bezinkbekken te spuien.

Het nieuwe model bleek dus in alle opzichten aan de gestelde eischen te voldoen.

Bij het opmaken van het definitieve ontwerp werd de grondvorm van het nieuwe model dan ook geheel overgenomen. Slechts in de constructie van de afsluitorganen is verandering gebracht; in plaats van kleppen zijn dubbele schuiven ontworpen, die doordat het bovenschuifblad naar beneden opent, in den westmoesson oppervlaktewater kunnen aftappen. Bij lage rivierdebieten is afrooming echter niet mogelijk, omdat dan het onderschuifblad moet worden opgehaald. Aan deze schuifconstructie is evenwel het voordeel verbonden, dat de bodem van de sluiskokers niet behoefde te worden verdiept, hetgeen wel noodig zou zijn bij toepassing van kleppen, omdat in horizontalen stand het gebogen bovenstuk van de klep geborgen moet worden. Wel is waar is de hiervoor vereischte verdieping niet groot, doch in het onderhavige geval zou een in den fundeeringsbodem aanwezige verkitten grindlaag, die de waterdichtheid van den bouwput zou kunnen bevorderen, juist verbroken moeten worden. In verband met den zeer krappen bouwtijd (slechts tusschen half Juli tot half September zijn geen groote bandjirs te verwachten) en teneinde het bouwrisico tot een minimum te beperken, werd besloten de schuifconstructie toe te passen.

Om dezelfde bouwtechnische redenen werd vóór de inlaatsluis een stalen damwand geheid. Deze damwand dient tevens als bescherming van de sluis tegen eventuele uitschuring van den rivierbodem langs het kunstwerk. De mogelijkheid is n.l. niet uitgesloten, dat tijdens groote bandjirs de bodem van de rivier ter plaatse van de sluis tot meer of minder groote diepte wordt losgewoeld.

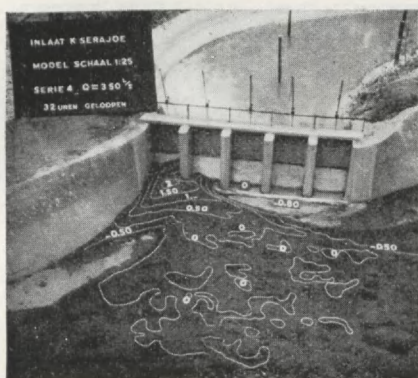
De sluis is ontworpen met 4 openingen, elk van 2,50 m breedte, waardoor bij minimum oostmoessonpeil in de rivier een debiet van $14,6\text{ m}^3/\text{sec}$ kan worden afgetapt met een drukverlies van totaal 11 cm, waarvan voor het grofrooster 2 cm (zie *fig. 2*).

B. Inlaatsluis Pesanggrahan.

Ook bij deze, zich op den rechteroever van de K. Serajoe nabij desa Pesanggrahan bevindende vrije inlaatsluis wordt de waterstand bij lage debieten beheerscht door een zand- en grindplaat, die n.h.v. evenmin aan uitschuring onderhevig is, zoodat ook hier geen vrees hoeft te bestaan, dat in de toekomst te weinig water zal kunnen worden afgetapt.

De ligging van deze inlaatsluis werd aan de hand van een nauwgezet terreinonderzoek bepaald door de aanwezigheid van een vrij harde tjadasformatie in de onmiddellijke nabijheid van de hoogste gronden van het Tjilatjapbevoeiingsgebied. De as van den inlaat werd zoodanig gekozen, dat het verbindingskanaal tusschen dit kunstwerk en het hoofdverdeelwerk, dat op een viersprong in den Provincialen weg van Poerwokerto naar Tjilatjap zou komen te liggen, over een strekking van tenminste 400 m geheel recht zou kunnen zijn, zulks met het oog op den aanleg in dit leidinggedeelte ter weerszijden van het pompstation van een zandvang en van een slibbekken, waarvoor vanwege het bezinkproces een rechtlijnig beloop gewenscht wordt.

De sluis bestaat uit twee openingen van elk 2 m breedte, gescheiden door een pijler van 1 m dikte. In verband met deze geringe frontbreedte werd een



1



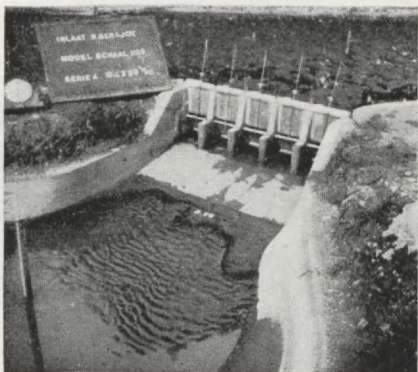
1a



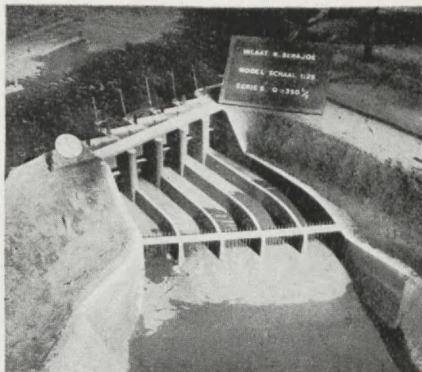
2



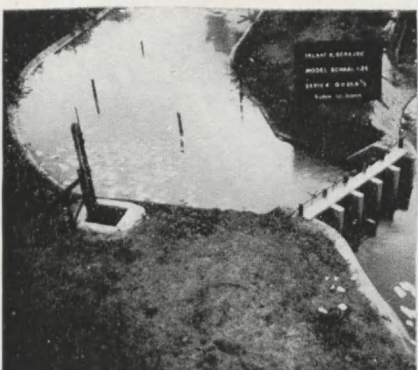
2a



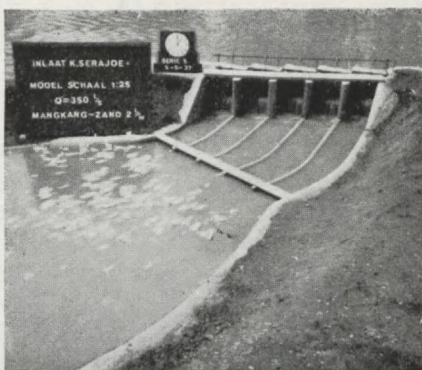
3



3a

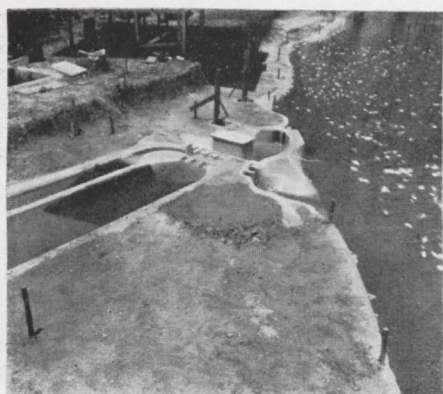


4

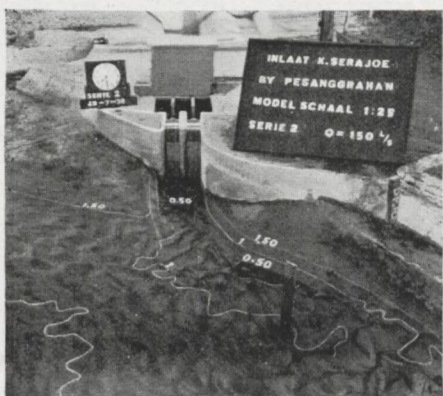


4a

Modelonderzoek van de vrije inlaatshuis.
Foto's 1 t/m 4 oud model
Foto's 1a t/m 4a nieuw model



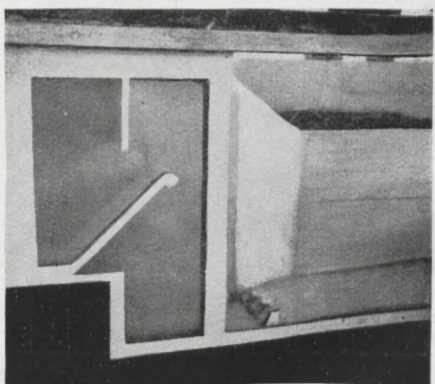
1 2



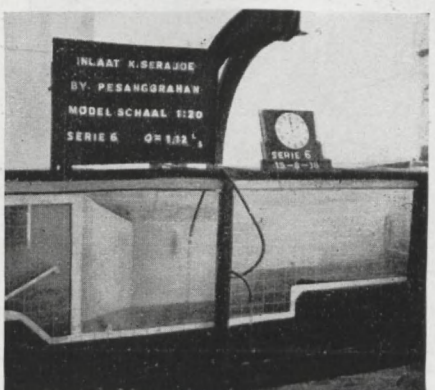
3 4



5 6



7 8



Modelonderzoek van de vrije inlaatsluis met zandvang bij Pesanggrahan.

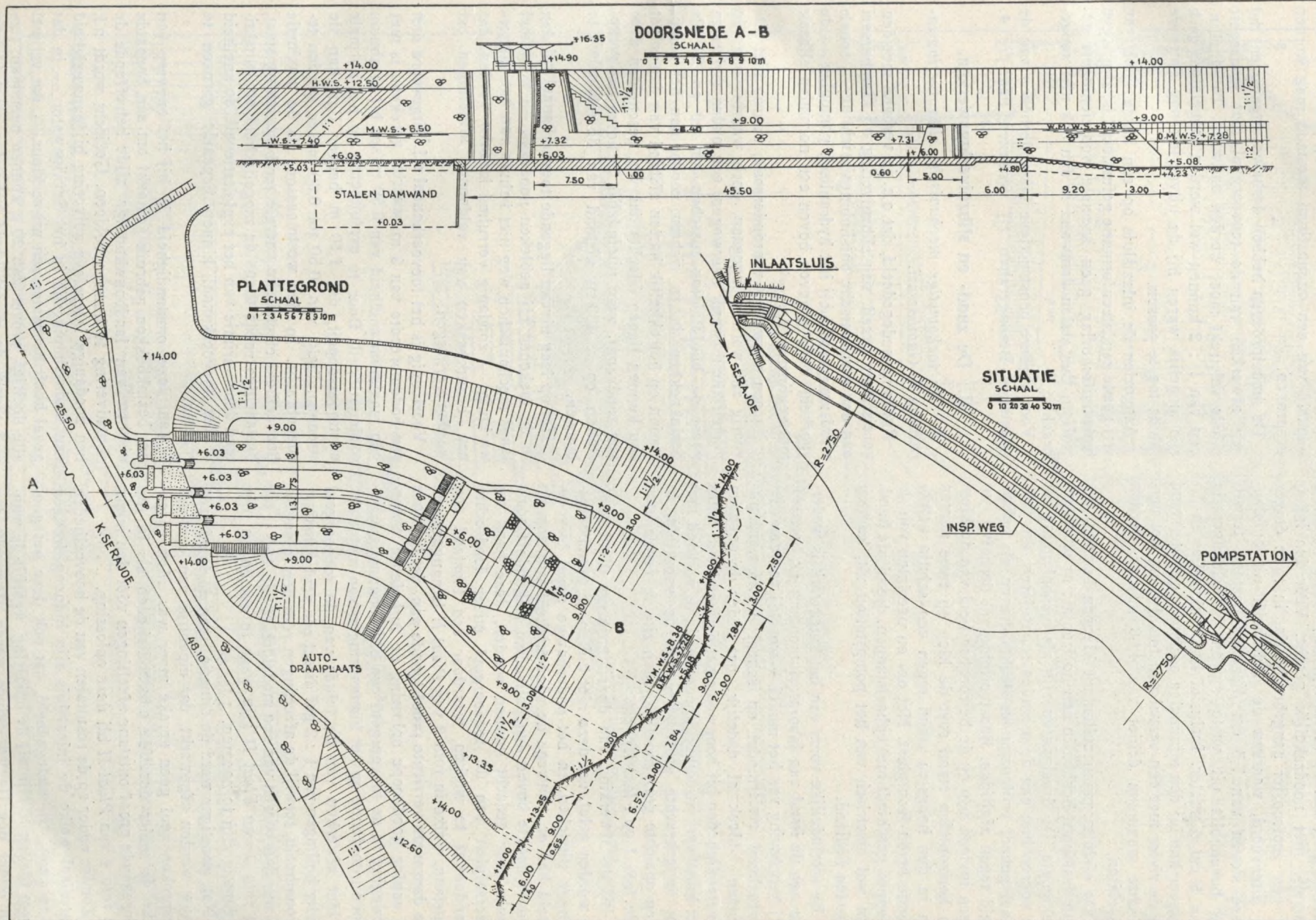


Fig. 2. Inlaatsluis Gambarsari.

verspringing van de afsluitorganen, zooals bij Gambarsari, niet noodzakelijk geacht. Vóór den inlaat is een grofrooster aangebracht, dat in twee étages is uitgevoerd, waarvan de onderhelft uit omklapbare staven van 7,5 cm diameter bestaat, terwijl de bovenhelft uit vaste staven is samengesteld van 5 cm diameter. Inclusief het drukverlies in dit rooster kan bij den minimalen oostmoessonwaterstand in de rivier met een verval van totaal 8 cm het vereischte maximum debiet van 4,06 m³/sec worden ingelaten.

De afsluitorganen zullen uit kleppen bestaan, die hun draaipunt hebben in een horizontale as op drempeelhoogte. De draaipunten zijn als mesoplegging uit te voeren met aan de aseinden scharnieren, die normaal geheel vrijloopen en slechts dienen als zekerheid tegen afglijden. Roestvorming zal derhalve van geen invloed zijn op de beweegbaarheid van de klep. In horizontalen stand rust de klep op twee neuten en in den hoogsten stand tegen een schuin oplopende beton frontplaat. Het op- en neerlaten van de kleppen geschiedt met ophaalstangen, die uit de hand, dan wel electrisch van het pompstation uit, kunnen worden bediend.

De uiteindelijke vorm van het kunstwerk is wederom aan de hand van laboratoriumonderzoek bepaald. Bij beproeving van het model — waarbij van een niet verteeend riviermodel op schaal 1 : 25 werd uitgegaan — bleek al dadelijk, dat onder de gegeven omstandigheden bij hoogwater het drijvend vuil langs het kunstwerk stroomde, zoodat mede in verband met het aangebrachte grofrooster aan de voorzijde, te dien opzichte geen moeilijkheden zijn te verwachten (zie foto 1 op Plaat II).

Bij de afwerking van de rivieroever dient erop te worden gelet, dat deze niet buiten de taludbekleedingen uitsteken. In het onderhavige geval bijvoorbeeld had er, vanwege de aanwezigheid van een tot groote hoogte boven den kalibodem reikende tjadasbank, over gedacht kunnen worden, deze bank ter weerszijden van de toevoergeul onder loodrechte wanden af te werken, waardoor een toestand zou ontstaan, welke in foto 2 van Plaat II is aangegeven. De daarmede verrichte proef toonde aan, dat bij deze in aanleg goedkoope oplossing de turbulente waterbeweging in de toevoergeul een zeer ongunstigen invloed uitoefende op het binnendringen van materiaal.

Het afwerken van de taluds van de toevoergeul onder hellingen van 1 : 2 gaf direct een veel gunstiger stroombeeld, terwijl de afzettingen vóór den inlaat bij 7½ uur doorvoeren van een modeldebet van 150 l/sec uit foto 3 van Plaat II zijn waar te nemen en niet ongunstig zijn te noemen.

Nog gunstiger werd de situatie, toen de taluds zoo flauw werden afgewerkt, dat eigenlijk van een uitgesproken geul geen sprake meer was. Men vergelijke de onder dezelfde omstandigheden als bij de voorgaande proef ontstane afzettingen vóór den inlaat op foto 4 van Plaat II bij deze oplossing.

Zonder nader op de resultaten van de hoeveelheden materiaal welke de inlaatsluis zijn binnengedrongen in te gaan, zij medegedeeld, dat ook deze het gunstigst bleken te zijn bij de oplossing, waarbij de wanden onder nog flauwer taluds waren afgewerkt dan

1 : 2, alhoewel bij een taludhelling van 1 : 2 niet bepaald van een ongunstigen toestand mag worden gesproken.

De modelproeven hebben derhalve uitgewezen, dat een afwerken van de toevoergeul met loodrechte taluds volstrekt moet worden ontraden. Taludhellingen van 1 : 2 kunnen wel worden toegelaten, doch zoo mogelijk waren bij de uitvoering nog flauwere taluds toe te passen.

Aangezien de inlaatsluis op een harde bank van vrij goede zandsteenformatie gefundeerd is, zijn tegen bodemuitschuring geen speciale voorzieningen getroffen. Een stalen damwand is dan ook niet aangebracht.

Voor verdere constructieve bijzonderheden van de inlaatsluis Pesanggrahan zij verwezen naar fig. 4.

VI. De zand- en slibzuiveringswerken.

A. De toekomstige mechanische slibzuiveringsinrichting te Gambarsari.

Reeds is medegedeeld, dat o.a. in verband met den vereischten graad van slibzuivering bij Gambarsari aan een mechanische ontslibbingsinrichting — zooals werd voorgesteld bij het hydraulisch pompplan — de voorkeur werd gegeven boven een normalen slibzak met spuinrichting.

Na een nauwgezet vooronderzoek, waarop niet uitvoerig zal worden ingegaan, doch waarbij o.m. de mogelijkheid werd overwogen, een ouden rivierarm naast de hoofdleiding tusschen hm 16 en 24 als bezinkbekken in te richten, zoodat dan het pompstation op betrekkelijk korten afstand van den inlaat zou kunnen liggen (slechts daarvan gescheiden door een zandvang), werd uiteindelijk besloten het pompstation op ± 480 m afstand van de inlaatsluis te bouwen.

Het op laag niveau liggende toevoerkanaal zal dan in de toekomst bij gebleken noodzaak — eventueel langs mechanischen weg met behulp van het baggerwerktuig — zoodanig verruimd kunnen worden, dat een bezinkbekken van voldoende afmetingen zal worden verkregen.

Voorloopig is het toevoerkanaal n.l. uitgevoerd met een bodembreedte van 9 m, waarbij gerekend is met een maximum snelheid van 0,50 m/sec bij minimum exploitatiepeil. Door te exploiteeren op het normale westmoessonpeil, dat 1,10 m hooger ligt, kan de stroomsnelheid van 0,50 tot 0,30 m/sec worden teruggebracht. In den westmoesson, als de maximale hoeveelheid electrische energie ter beschikking staat, bestaat dus reeds thans de mogelijkheid om, uitsluitend door variatie van het exploitatiepeil, de snelheid in het toevoerkanaal binnen bepaalde grenzen te regelen.

Van deze omstandigheid is bij het ontwerp van het bezinkbekken gebruik gemaakt om aan bepaalde eischen van landbouwkundige zijde betreffende de slibzuivering te kunnen voldoen. Geëischt wordt n.l. een zoodanige intensieve zuivering bij aanwezigheid van wadassimpingslib in het Serajoewater — in dat geval heeft het water een grijze kleur —, dat vrijwel alle deeltjes, grover dan 20 μ kunnen neerslaan, terwijl tevens de mogelijkheid behouden moet blijven

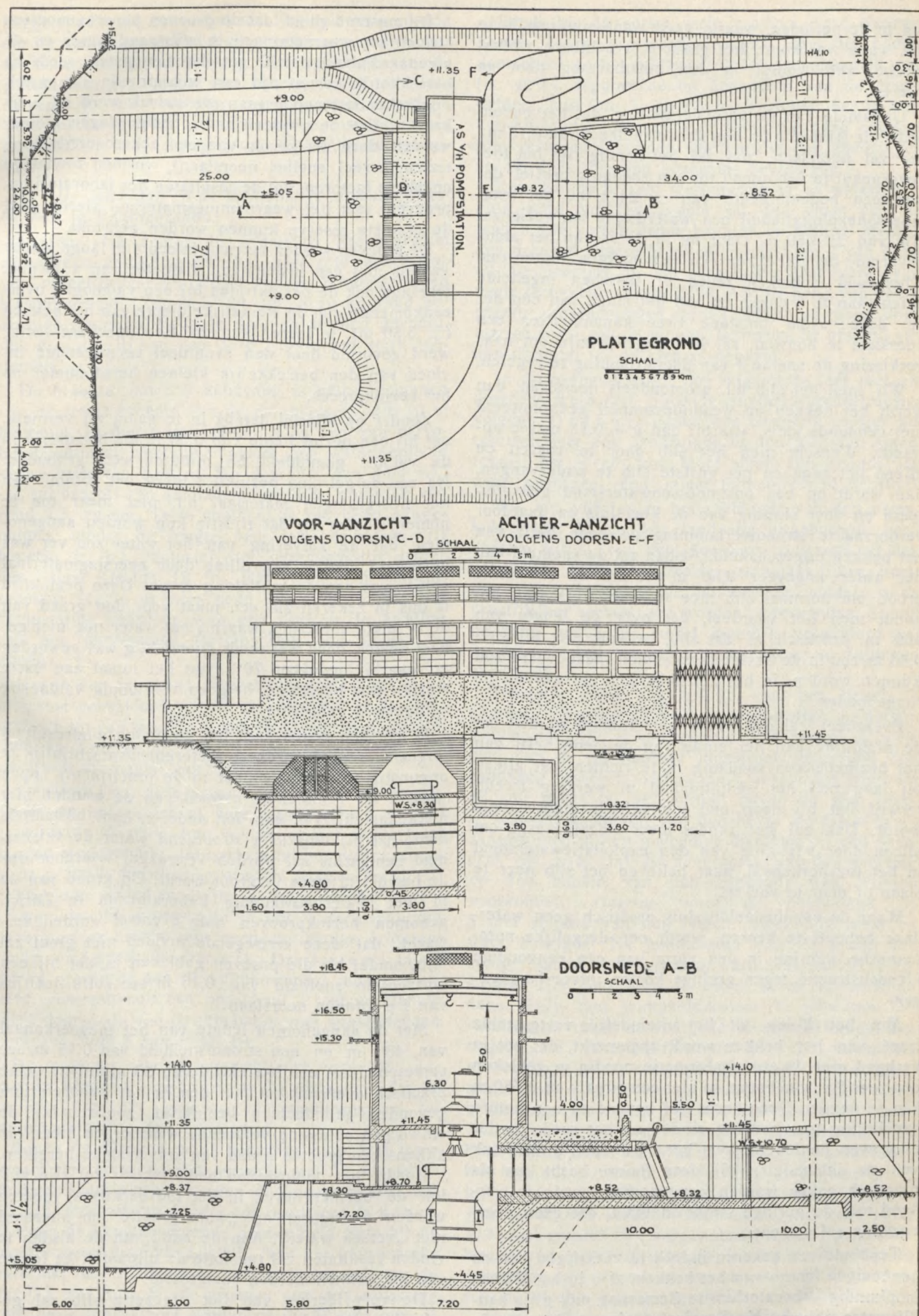


Fig. 3. Pompstation Gambarsari.

om in de perioden, waarin geen wadassimpingslib in het water voorkomt, het grovere, vruchtbare, vulkanische slib, vooral in den oostmoesson door te voeren.

Uitgaande van de veronderstelling, dat het bovenbedoelde fijne slib bij een stroomsnelheid van 0,15 m/sec zal neerslaan, zoo zal het noodig zijn het toevoerkanaal te verruimen tot een zoodanig profiel, dat met een bodembreedte van ± 24 m bij het westmoessonexploitatiepeil een waterdiepte aanwezig zal zijn van $\pm 3,50$ m. Door nu in de as van het aldus gevormde bezinkbekken een eenvoudigen houten tusschenwand (planken tegen of tusschen ingeheidde palen) aan te brengen en aan het einde van één der op deze wijze ontstane twee kanaalhelften een keersluis te bouwen, zal het mogelijk zijn om naar verkiezing de snelheid van doorstroming te regelen.

Wil men het slib n.l. grootendeels neerslaan, dan wordt het bekken op westmoessonpeil geëxploiteerd met geopende sluis, waarbij dan $v = 0,15$ m/sec optreedt. Wenscht men het slib door te voeren en alleen het zand en het grofste slib te ondervangen, dan wordt op een oostmoessonwaterstand geëxploiteerd en door sluiting van de keersluis en daardoor veroorzaakte stroomverlamming de eene helft van het bekken uitgeschakeld. Alsdan zal de snelheid van het water ongeveer 0,50 m/sec zijn en voldoende groot, om normaal slib mee te voeren. Daarbij behoudt men het voordeel, dat over de lengte van 480 m practisch al dat slib, hetwelk niet bij $v = 0,50$ m/sec in de bevoeiingskanalen meegevoerd zou kunnen worden, in het bezinkbekken zal worden teruggelaten.

Eventueel zal ook overwogen kunnen worden om de afsluiting aan het einde van de eene helft van het bezinkbekken zoodanig in te richten, dat alleen bij laag peil het afsluitmiddel in werking treedt, terwijl het bij hoog peil automatisch uitgeschakeld wordt. Dan zal het zonder meer mogelijk zijn, om alleen door wijziging van den exploitatiewaterstand in het toevoerkanaal, naar believen het slib neer te slaan of door te voeren.

Waar de evenbedoelde sluis practisch geen waterdruk behoeft te keeren, wordt een dergelijke automatische werking in den vorm van een eenvoudige klepconstructie tegen geringe kosten uitvoerbaar gemaakt.

Met betrekking tot het uiteindelijk vastgestelde tracé van het bekken wordt opgemerkt, dat het in verband met de terreinsinformatie noodig is gebleken een zeer flauw gebogen as met een straal van 2 750 m aan te nemen. Deze bocht gaf bovendien een betere aansluiting tusschen het einde van het reeds eerder ontgraven hoofdkanaal en het ontworpen uitloopstuk van de inlaatsluis. Bij deze flauwe bocht kan als practisch zeker worden aangenomen, mede in verband met de geringe stroomsnelheid, dat geen neervorming zal optreden.

Teneinde een zekeren indruk te verkrijgen van de benodigde lengte van het bekken, zijn in het Waterlooppkundig Laboratorium te Semarang met grijs bandjirwater uit de K. Serajoe eenige oriënteerende bezinkproeven verricht.

De omstandigheid, dat de proeven beperkt moesten blijven tot waarnemingen in *stilstaand* water en de eigenaardigheid, dat de getrokken monsters reeds na betrekkelijk korten tijd een wijziging in samenstelling schenen te ondergaan (de indruk werd n.l. verkregen, dat de slibdeeltjes na eenige dagen kleiner worden, doch als gevolg van een zekere uitvloeking tezamen veel sneller neerslaan), vormen zoodanige onzekere factoren, dat de resultaten der laboratoriumproeven met het waarnemingsmateriaal slechts met de grootste reserve kunnen worden gebruikt.

De proeven werden verricht in een 4 m lange glazen valbuis met een inwendigen diameter van 43,5 mm, teneinde ook de bezinktijden bij een valhoogte, overeenkomende met de werkelijke diepte van het bekken ($\pm 3,50$ m), te leeren kennen. Een onzekere factor werd gevormd door den eventueel vertragenden invloed van den betrekkelijk kleinen buisdiameter op het bezinkproces.

Zonder op allerlei details in te gaan, zij vermeld, dat bij een bezinkdiepte van 3,50 m als bezinktijd in de valbuis gemiddeld 55 minuten werd gevonden. Na een dergelijken bezinktijd bleek het *volume* van het neergeslagen materiaal n.l. niet meer toe te nemen, zoodat op dat tijdstip kon worden aangenomen, dat de zuivering van het water zoo ver was gevorderd, dat de aanvulling door neerslagmateriaal gelijk was aan de inklinking ervan. Deze bezinktijd is dus in zekeren zin een maat voor den graad van de bereikte zuivering, waarbij het water nog niet geheel helder, doch wel reeds doorzichtig was geworden en waarbij ongeveer 70% van het totaal aan vaste stoffen was bezonken, hetgeen voorloopig voldoende veilig werd geoordeeld.

Is aan den eenen kant het gevonden eindresultaat (afgezien van de onzekere factoren) waarschijnlijk te ongunstig te achten, omdat in de practijk bij „open water” de remmende invloed van de wanden niet merkbaar zal zijn, aan den anderen kant bestaat de kans, dat bij langzaam *stroomend* water de valsnelheid eenigszins zal worden vertraagd, waardoor dus de bezinktijd weer vergroot wordt. Op grond van de in het Waterbouwkundig Laboratorium te Zürich genomen bezinkproeven mag evenwel worden verwacht, dat deze vertragende invloed niet groot zal zijn, omdat bij die proeven gebleken is, dat bij een horizontale snelheid van 0,15 m/sec zelfs deeltjes van 1 μ kunnen neerslaan.

Met de aangenomen lengte van het toevoerkanaal van 480 m en een stroomsnelheid van 0,15 m/sec correspondeert een bezinktijd van 53 minuten, welke practisch overeenkomt met den in het Laboratorium gevonden gemiddelden bezinktijd, zoodat n.h.v. de ontworpen oplossing voldoende waarborgen biedt, om althans een grooten graad van zuivering te bereiken.

Zoodra het pompstation bedrijfsklaar zal zijn zullen de bezinkproeven in het toevoerkanaal moeten worden voortgezet op „ware grootte” en uiteraard met „versch water”. Aan de hand van de alsdan te vinden resultaten zal tenslotte de uiteindelijke lengte van het bekken worden vastgesteld.

De verwijdering van het afgezette slib zal geschieden met behulp van één op een ponton gemonteerde electrisch aangedreven slibpomp, welke de

baggerspecie via een drijvende flexibele buis en één der op den oever aan te leggen vaste spuibuizen naar de rivier terug zal persen. Het verhalen van de ponton kan geschieden met kabels, welke aan ducdalven c.q. ankerblokken zullen worden bevestigd. Voor de aandrijving van de slibpomp is voorloopig gerekend op een vermogen van 45 kW in het pompstation.

B. De zandvang en de toekomstige slibzuiveringswerken te Pesanggrahan.

In den vlak achter de inlaatsluis Pesanggrahan gebouwen zandvang zal het afgetapte water zoo veel mogelijk worden ontlast van het binnengetrede slaapmateriaal. Zou n.l. dit uit grint en zand bestaande materiaal door de pompen worden gevoerd, dan zou de slijtage van deze werktuigen sterk toenemen.

De breedte van den zandvang is gelijk genomen aan de totale breedte van de pompkelders, die 10 m bedraagt. In den westmoesson is op den van percolatieopeningen voorzien vloer een waterdiepte te verwachten van 5,34 m. Bij doorvoer van $4,06 \text{ m}^3/\text{sec}$ zal daarbij een gemiddelde snelheid optreden van rond 7,5 cm/sec. Deze snelheid is zoo klein aangenomen, omdat de lengte van den bezinkbak vrij beperkt is, n.l. inclusief het overgangsstuk achter den inlaat slechts 18 m. Het aannemen van een grootere lengte is niet goed mogelijk, omdat het pompstation daardoor voor een deel in de bedding van een aanwezigen terreinafvoer zou komen te liggen.

Het in den zandvang afgezette materiaal zal in de toekomst verwijderd worden met een boven den bak met behulp van een loopkraan te bewegen zandpomp, voor de aandrijving waarvan gerekend is op een elektrisch vermogen van 10 kW.

Voorloopig zal deze pomp nog niet worden aangeschaft en het bezinksel door handenarbeid worden verwijderd, waartoe het bekken vooraf telkens zal worden leeggepompt. Intusschen zal het bezinkproces in de praktijk nauwkeurig worden geobserveerd.

Teneinde echter reeds thans eenig inzicht te verkrijgen in dit proces zijn in het Waterloopkundig Laboratorium hieromtrent eveneens eenige oriënteerende modelproeven verricht. Daartoe werd in de glazen proefgoot een drie-dimensionaal model opgesteld, voorstellende een op schaal 1 : 20 verkleinde halve doorsnede van de inlaatsluis met aansluitenden zandvang (foto 5 van Plaat II).

De proeven werden verricht met onder 45° geopende kleppen, omdat ervan is uitgegaan, dat de periode van het grootste materiaaltransport zal samenvallen met den bandjirtijd.

Boven de kleppen werd hetzelfde materiaal ingestrooid als gebruikt bij de proeven met de inlaatsluis Pesanggrahan, slechts werden de hoeveelheden aanzienlijk vergroot om sneller tot resultaten te komen. Bedroeg de binnendringende hoeveelheid zand bij de inlaatproeven gemiddeld 0,03% van het ingestrooide materiaal ad 1 liter per min, dus overeenkomende met $0,3 \text{ cm}^3/\text{min}$, bij de proeven met den zandvang werd deze hoeveelheid opgevoerd tot $52 \text{ cm}^3/\text{min}$ of ruim $170 \times$ zoo veel.

Reeds bij de eerste serie proeven werd waargenomen, dat de overstortende straal langs den bodem doorschoot en het materiaal voor een belangrijk deel ($\pm 40\%$) deponeerde op den vloer van de pompkelders, (zie foto 5 van Plaat II). Achter het in werkelijkheid te plaatsen fijnrooster zal deze neerslag niet verwijderd kunnen worden met den zandzuiger, zoodat deze toestand geenszins bevredigde.

Een aanmerkelijke verbetering in de waterbeweging werd verkregen door op den vloer een uit tanden van verschillende hoogten en helling gevormden drempel aan te brengen (foto's 6 en 7 van Plaat II). De neerslag op den pompkeldervloer werd daarmee teruggebracht tot 22%. Aan de hand van voortgezette proefnemingen werd tenslotte de meest doelmatige vorm van de tanden, benevens de afstand van den drempel tot de klep-as bepaald.

In dit verband wordt nog opgemerkt, dat niet onderzocht werd het bekende snelheidsverdeelrooster volgens Dufour, omdat een dergelijk rooster het reinigen met een zandzuiger in den weg zou staan, terwijl het tevens zou bloot staan aan verstopping door eventueel den inlaat binnentredend drijfvuil.

Ook een vóór en in het verlengde van den pompkeldervloer boven den zandvang uitgebouwde horizontale luifel, om den doorvoer van zand uit den zandvang naar de pompkelders te bemoeilijken, komt niet voor uitvoering in aanmerking, omdat in de praktijk het bezwaar zal worden ondervonden, dat de neerslag onder die luifel moeilijk verwijderd zal kunnen worden met een boven water te bedienen zandpomp.

Tenslotte werd met behulp van een hevel de continue zuigwerking van de toekomstige zandpomp nagebootst (foto 8 van Plaat II) en nagegaan, welk deel van de hoeveelheid ingestrooid materiaal den zandvang passeert. Gedurende 2 uren werd wederom 52 cm^3 materiaal per minuut boven de klep ingestrooid. De capaciteit van den hevel werd zoo groot aangenomen (8 mm inwendige diameter bij een overdruk van $\pm 40 \text{ cm}$), dat aangroeiing van den neerslag op den bodem van den zandvang kon worden voorkomen. Daartoe werd de hevelmond op 5 mm afstand van den bodem regelmatig heen en weer bewogen. Na beëindiging van de proef, die eenige malen werd herhaald, werd geconstateerd, dat slechts $1/5$ deel van de ingestrooide hoeveelheid kans kreeg den pompkeldervloer te bereiken. Dit resultaat is zeker bevredigend te achten, omdat het nagebootste materiaaltransport door de inlaatsluis overeenkomt met een onwaarschijnlijk groot materiaaltransport in de rivier, waarbij zeer zeker geen bevoeiingswater meer zou worden ingelaten. Alhoewel geen kwantitatief vergelijkingsmateriaal ter beschikking staat, wordt deze meening gesteund door het feit, dat — zooals boven reeds is opgemerkt — bij de proeven met den zandvang wegens tijdsbesparing de hoeveelheden binnendringend zand ruim 170 maal groter zijn aangenomen, dan bij de eerder beschreven proeven met de inlaatsluis aan het in evenwicht verkeerend riviermodel, terwijl de modelschalen slechts weinig verschillen (1 : 20 en 1 : 25).

Thans volgen eenige beschouwingen omtrent de toekomstige slibzuiveringsinrichting, die, zooals eer-

der vermeld, zal bestaan uit een slibvang met omloopleiding. Bij deze oplossing zal niet alleen de spuinrichting kunnen samenvallen met het tracé van het reeds tot stand gekomen toevoer kanaal, doch tevens zal de mogelijkheid bestaan, om bij aanvoer van beperkte hoeveelheden vruchtbaar slib, den slibvang buiten bedrijf te stellen door het bevoeiingswater te leiden langs de omloopleiding. Zonder nader in te gaan op constructieve details, zal aan de hand van de terzake verrichte modelproeven de inrichting en werking worden beschreven.

Foto 1 van *Plaat III* geeft een beeld van de algemeene situatie van de hoofdwerken op den rechter Serajoeoever, zooals deze er na den aanleg van de slibzuiveringsinrichting zal uitzien. De as van den slibvang valt daarbij samen met die van de inlaatsluis en het pompstation, terwijl de omloopleiding rechts daarvan ligt. Het laagste punt van den bodem van den slibvang ligt vlak achter het pompstation en staat door een

spuisluis in verbinding met de rivier (*foto 2 van Plaat III*). Bij normaal bedrijf is deze spuisluis en ook de inlaat naar de omloopleiding gesloten (*foto's 3 en 4 van Plaat III*). Bij spuiing worden deze sluizen geopend, terwijl de directe doorvoer van pompwater naar den slibvang wordt belet (*foto 5 van Plaat III*).

Speciale zorg moest bij de proeven worden besteed aan het punt van samenvloeiing van de omloopleiding met den slibvang ter plaatse van de doorvoersluis naar het bevoeiingskanaal. Op deze plaats moet het water bij spuiing van de omloopleiding uit 180° worden omgeleid naar den slibvang. Bij beproeving bleek in de holle bocht steeds een doode hoek te ontstaan, waar de neerslag niet kon worden weggespoeld (*foto 6 van Plaat III*).

Slechts door middel van het uitbouwen van waaier-vormige geleideschoepen kon aan dit bezwaar worden tegemoet gekomen (*foto's 7 en 8 van Plaat III*).

De hiermede in het kort beschreven toekomstige slibzuiveringsinrichting is in principe in dezen vorm reeds goedgekeurd, zoodat bij in de practijk blijkende noodzaak dit plan nader voor uitvoering zal worden uitgewerkt.

VII. De electro-mechanische, bouw- en waterbouwkundige inrichting der pompstations.

A. Gegevens en eischen van de offerte-aanvraag.

Door tusschenkomst van het Technisch Bureau van het Ministerie van Koloniën werden eenige Nederlandsche en buitenlandsche firma's tot inschrijving uitgenoodigd voor de levering van een zevental electrisch aangedreven pompaggregaten met toebehooren. Vier dezer aggregaten waren bestemd voor het pompstation Gambarsari op den linkeroever van de K. Serajoe, terwijl de overige drie opgesteld zouden worden in het pompstation Pesanggrahan.

Bij voorkeur zouden deze aggregaten in verticale, doch alternatief in horizontale uitvoering worden geleverd. In elk pompstation zou één der op te stellen aggregaten als reserve dienen.

Met betrekking tot de *capaciteit* en de *opvoerhoogte* bij elk der pompstations golden de volgende gegevens:

De hoeveelheid op te pompen water is bij beide pompstation variabel, terwijl ook de statische opvoerhoogte, waaronder wordt verstaan de loodrechte afstand tusschen de waterspiegels achter het vuilrooster en achter de terugslagklep, niet constant is. De variatie dezer grootheden is in onderstaanden staat aangegeven.

Pompstations	Gambarsari		Pesanggrahan	
	Westmoesson	Oostmoesson	Westmoesson	Oostmoesson
Tijdvak				
Peil achter het rooster	+ 8,30	+ 7,20	+ 2,59	+ 1,49
Peil achter het station	+ 10,70	+ 10,70	+ 8,99	+ 8,99
Opvoerhoogte in m	min. 2,40	max. 3,50	max. 6,40	max. 7,50
Max. totaal debiet in m ³ /sec	14,6	14,6	4,06	4,06
Min. totaal debiet in m ³ /sec	2,5 à 3,-	2,5 à 1,5	1 à 1,5	1 à 1,5

De achterwaterstand bij elk pompstation zal tusschen maximum en minimum debiet, als gevolg van het stuwpeil in de meer benedenstrooms gelegen verdeelwerken, slechts zeer weinig varieeren, n.l. voor het linker pompstation van + 10,70 tot + 10,40 en voor het andere station van + 8,99 tot + 8,79.

De pompen van elk station moeten tusschen de aangegeven grenzen elk willekeurig debiet kunnen opvoeren onafhankelijk van de vereischte statische opvoerhoogte.

De bedrijfstoestand met de maximum opvoerhoogten zal vermoedelijk maximaal 2 maanden per jaar voorkomen, terwijl gedurende rond 8 maanden achtereen per jaar de minimale opvoerhoogten normaal zijn.

Ten aanzien van het *rendement* werd geëischt bij maximum opvoerhoogte en maximum totaal debiet een minimum waarde voor elk aggregaat van 0,70, waarbij tevens tusschen de evengenoemde grenzen der opvoerhoogten ware te streven naar een zoo gunstig mogelijk verloop van de rendementskromme.

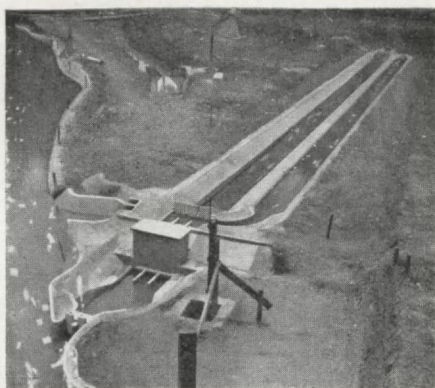
Verder werden inzake de *regelbaarheid* der aggregaten de volgende richtlijnen gesteld:

Desgewenscht zouden voor elk der pompstations twee of meerdere oplossingen kunnen worden aangeboden. Als *eerste oplossing* zou in aanmerking komen de voorgestane uitvoering van het pompstation Gambarsari met vier even groote pompen, elk met een maximum debiet van $\frac{14,6}{3} = 4,87 \text{ m}^3/\text{sec}$,

waarvan 3 aggregaten niet regelbaar zijn en het vierde wel regelbaar op lagere debieten.

Voor het pompstation Pesanggrahan zou een soortgelijke oplossing, doch thans met twee in plaats van drie niet-regelbare aggregaten in de eerste plaats in aanmerking komen. De pompen zouden dan zijn te dimensioneren elk op $\frac{4,06}{2} = 2,03 \text{ m}^3/\text{sec}$.

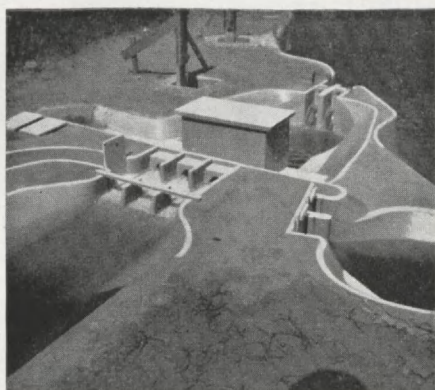
De *tweede oplossing* berustte op toepassing van



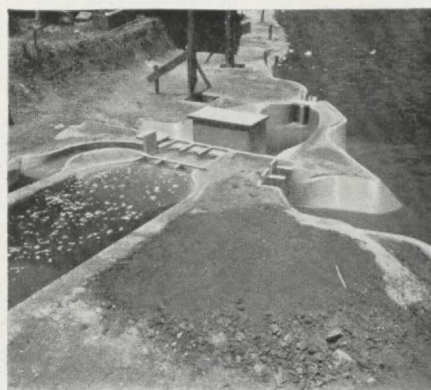
1



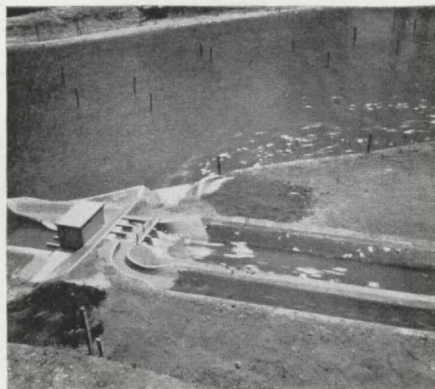
2



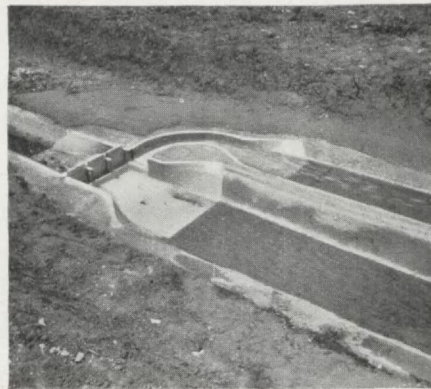
3



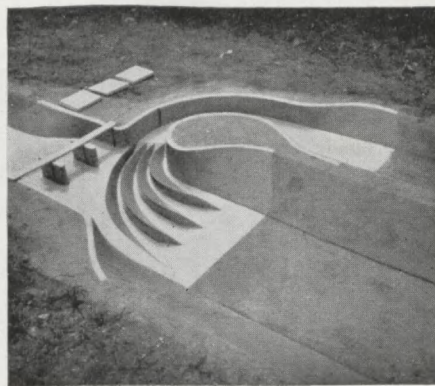
4



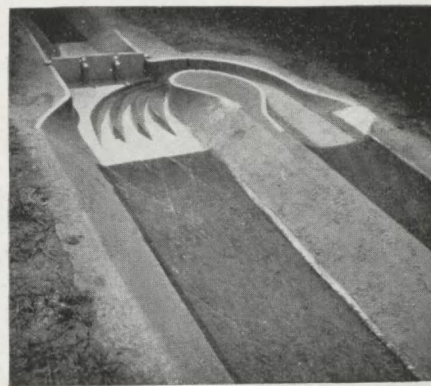
5



6



7



8

Toekomstige slibzuiveringsinrichting bij Pesanggrahan.

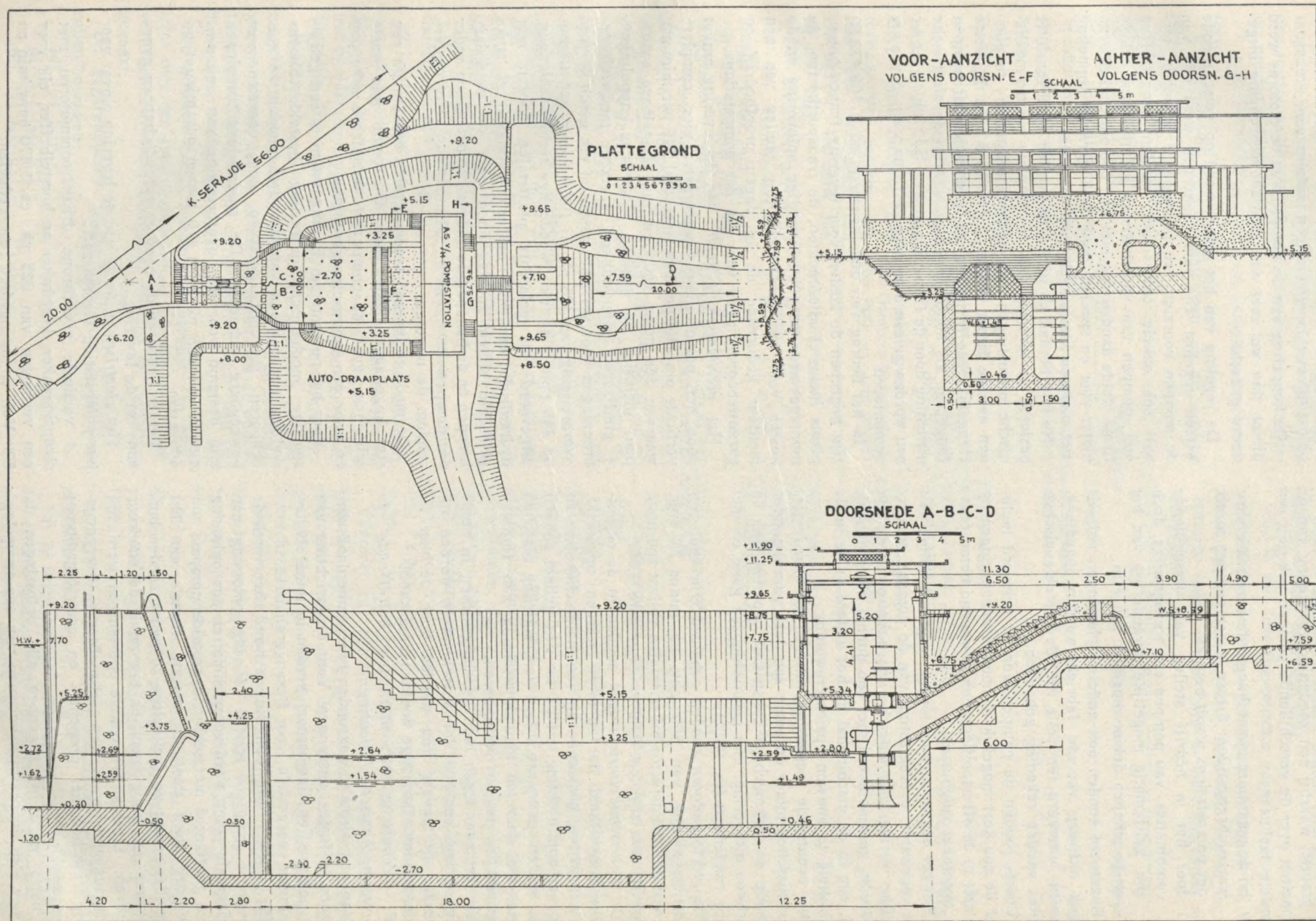


Fig. 4. Inlaatsluis en pompstation Pesanggrahan.

uitsluitend niet-regelbare aggregaten van verschillenden grootte, waarbij een zoodanige verdeeling van de capaciteit over de verschillende pompen gekozen zou worden, dat

- 1e) bij de maximum opvoerhoogte de vereischte max. wateropbrengst door 3 resp. 2 der pompen in elk der pompstations wordt bereikt;
- 2e) door het in bedrijf stellen van verschillende combinaties van pompen een trapsgewijze, doch zoo gelijkmatig mogelijke verandering van het op te pompen debiet mogelijk zou zijn.

Eventueel konden ook andere oplossingen *volgens eigen ontwerp* van de fabriek worden ingediend, waarbij uiteraard ten volle met de gestelde eischen moest worden rekening gehouden.

Voorts zouden de pompen worden geleverd inclusief de zoo kort mogelijk te houden aansluitingen op de niet in de offerten begrepen gewapend beton pers- en eventueel zuigbuizen.

Met het oog op stroomstoring, te groote daling van het voorwater, overbelasting van de pompen en dergelijke werden *automatische uitschakelvoorzieningen* geëischt, gecombineerd met een dubbel alarmsignaal, n.l. een in de machinehal en het andere in de in de nabijheid te bouwen opzichterswoning.

Bij eventuele toepassing van een *toerenreductiekast* tusschen motor en pomp zou deze van bijzonder soliede en betrouwbare constructie moeten zijn, in gesloten uitvoering, met geruischloozen gang en met hoog rendement (ca. 98%).

De *electromotoren* zouden gebouwd zijn voor een bedrijfsspanning van 500 plus c.q. minus 25 Volt, terwijl de arbeidsfactor bij normalen vollast zoo hoog mogelijk zou zijn, ca. 0,92 en tenminste 0,90.

De *motorschakelinrichtingen* zouden in de onmiddellijke nabijheid der motoren worden opgesteld, elke inrichting bestaande uit een motorschakelaar en een aanloopinrichting, welke tot één geheel zouden zijn samen te bouwen. Een vergrendeling tusschen motorschakelaar en aanloopinrichting zou foutieve manipulaties moeten verhinderen.

Verder zou tegen een der langsmuren in beide pompstations een 500 Volt *kastenbatterij* worden opgesteld, die gevoed zou worden door de van de onderstations afkomstige hoofdvoedingskabels.

B. Technische bijzonderheden betreffende de electro-mechanische inrichting.

Van vijf firma's, waaronder twee buitenlandsche, werden offertes ontvangen. Voor de inrichting van het pompstation Gambarsari werden in totaal 17 oplossingen voorgesteld, voor Pesanggrahan 12.

Bij vrijwel alle oplossingen werd het verticale pomptype gekozen, terwijl bij één oplossing een horizontale pomp werd voorgesteld, en één oplossing werd geoffreerd met schuin opgestelde pompas.

Verder werd door de meeste firma's aan het propeller-pomptype (cellenloos loopwiel zonder buitenkrans en hoog specifiek toerental) de voorkeur gegeven. Slechts bij enkele oplossingen werd een centrifugaalpomp of een schroefpomp (overgangsvorm tusschen het propeller- en centrifugaalttype) voorgesteld.

Voorts werd bij nagenoeg alle oplossingen de uitloop van de persbuis voorzien van een terugslag-

klep. Een buitenlandsche firma stelde als variant-oplossing een hevelvormigen uitloop voor.

De koppeling van de pompas met de motoras werd direct, dan wel met een tandradoverbrenging uitgevoerd gedacht.

De regeling van het debiet werd op verschillende wijzen opgelost. Bij vele ontwerpen werd één van de pompen voorzien van beweegbare schoepen, terwijl ook enkele oplossingen werden aangetroffen met pompen van verschillende grootte. Een enkele firma stelde aandrijving met een poolomschakelbaren motor voor en speciaal voor Pesanggrahan koppeling met motoren van verschillend toerental.

Na rijp beraad en uitvoerig overleg werd tenslotte besloten de levering van de complete electro-mechanische uitrustingen van beide pompstations te gunnen aan de firma Gebrs. Stork & Co. N. V. te Hengelo. Deze firma zou als leverancier der pompen fungeeren als hoofdaannemer, waarbij de electrische uitrusting door de firma *Electro-Slikkerveer* zou worden geleverd en door de firma *van Swaay* gemonteerd.

In het bedrag van den leverprijs ad f 169 473,50 zijn begrepen de kosten voor levering franco bouwplaats inclusief alle rechten, de transportkosten, de montagekosten voor werkvaardige oplevering en de kosten voor het ter beschikking stellen van een monteur gedurende de 14 dagen proefbedrijf en garantiebeproevingen voor elk der pompstations.

Het *mechanisch gedeelte* van de levering omvat voor het pompstation Gambarsari: vier complete verticale propellerpompen (toerental 245 per minuut), waarvan één pomp voorzien van verstelbare schoepen, inclusief de noodige electrische koppelingen, 4 gietijzeren muurstukken, 4 rechte tandwieloverbrengingen voor verticale assen en elk geschikt voor overbrenging van 325 pk bij 1 470 toeren per minuut op 245 t.p.m.; 4 stuks tweedeelige terugslagkleppen, uitgevoerd als gelaschte plaatstalen dozen met hydraulisch werkende bufferinrichtingen; 4 stuks gelaschte stalen aanslagramen voor de terugslagkleppen en de benodigde ondersteuningsbalken onder de pompen en motoren, alsmede de vloerroosters rondom de motoren.

De mede te leveren reservedeelen bestaan uit een stel kogellagers resp. voor één pomp met vaste schoepen, voor de pomp met verstelbare schoepen en voor één tandwieloverbrenging.

Voor het pompstation Pesanggrahan is een gelijksoortige mechanische uitrusting besteld. Slechts worden hier in plaats van vier, drie pompen met toebehooren geleverd, waarvan één voorzien van beweegbare schoepen. De tandwieloverbrengingen zijn bestemd voor een overbrenging van een vermogen van 295 pk bij 1 470 toeren per minuut op 400 t.p.m.

Verder behooren de noodige gereedschappen eveneens tot de levering.

Het *electrisch gedeelte* van de levering omvat voor het pompstation Gambarsari:

4 verticale asynchrone draaistroommotoren met sleepringanker, kortsluiter en borstelheffer, elk voor een vermogen van 325 pk, ca. 1 470 omw/min en 500 Volt en de noodige reservedeelen;

4 olieaanloopweerstand, voorzien van gedwongen langzame inschakeling, met vergrendelcontact voor den juisten aanloopstand, opgebouwden Ampèremeter en noodschakelaar;

4 motorschakelkasten en een complete kastenbatterij;

2 draaistroom-olietransformatoren en de noodige lengten grondkabel.

Verder een signaalinrichting, bestaande uit vlotter met vlotterschakelaar, signaallampen en accubatterij en tenslotte een draaistroom-condensator.

Voor het pompstation Pesanggrahan zal een soortgelijke elektrische uitrusting worden geleverd. Inplaats van vier zijn dan slechts drie motoren met toebehooren besteld, elk met een vermogen van 295 pk, ca. 1 470 omw/min en 500 Volt.

De diameter der pompen van Gambarsari bedraagt 1 700 mm en die van de pompen van Pesanggrahan 1 100 mm.

De verstelling van de beweegbare loopschoepen zal geschieden door een stalen bus om de as op of neer te bewegen, waardoor een hefboomstelsel de tappen, welke aan de schoepen zijn gegoten, zal draaien.

De beweging van genoemde bus geschiedt van de machinekamer uit door middel van een draadstang met moer en hefboom. De draadstang met moer is ondergebracht in een gietijzeren bedieningskolom met handwiel en standaardwijzer.

De motoren zullen vervaardigd worden in drupwaterdichte uitvoering.

Zij zullen zoodanig worden opgesteld, dat de lucht voor de koeling van de motoren door een rooster in den vloer ter grootte van minstens 1,3 m² uit de pompkelder omhoog kan stijgen, teneinde een goede circulatie van de lucht in het gebouw te verkrijgen.

Om den hinder van de warme koellucht zooveel mogelijk te verminderen worden de motoren zoodanig geconstrueerd, dat de koude koellucht aan de onderzijde wordt aangezogen en de warme lucht aan de bovenzijde wordt uitgeblazen.

De pompen zullen worden vervaardigd van gietijzer met een hooge slijtvastheid en van een fijne perlitische structuur (m.h.o. op slijtage en cavitatiegevaar).

De gegarandeerde rendementen van de motoren zullen bedragen:

- bij 1/1 last 93 %
- bij 3/4 last 92½ %
- bij ½ last 91½ %

Deze rendementen gelden zonder tolerantie. Cos φ zal bij vollast bedragen 0,91.

De in het leveringscontract gegarandeerde rendementen van de pompaggregaten (waaronder te verstaan rend. motor $\times$ rend. tandwieloverbrenging $\times$ statisch rend. pomp) zijn in ondervolgenden staat aangegeven.

Pompstation		Gambarsari		Pesanggrahan	
Statische opvoerhoogte in m (gebaseerd op 5 cm drukverlies in het rooster)		min. opvoer 2,40	max. opvoer 3,50	min. opvoer 6,40	max. opvoer 7,50
Max. totaal debiet: voor max. opvoer	Theor. verm. in tm/sec	39,96	51,1	30,60	30,45
bij Gamb. = 14,6 m ³ /sec	Aggregaatsrend. voor alle aggregaten	68%	70%	70%	70,5%
bij Pes. = 4,06 m ³ /sec					
voor min. opvoer	Totaal per pompstation op te nemen vermogen in kW	578	718	432	425
bij Gamb. = 16,65 m ³ /sec					
bij Pes. = 4,78 m ³ /sec					
Min. totaal debiet: voor max. opvoer	Theor. verm. in tm/sec	5,46	7,00	7,49	7,50
bij Gamb. = 2 m ³ /sec	Aggregaatsrend. voor aggregaat met verst. schoepen	59%	60%	57%	58,5%
bij Pes. = 1 m ³ /sec					
voor min. opvoer	Aan te voeren vermogen kW	91	115	130	127
bij Gamb. = 2,275 m ³ /sec					
bij Pes. = 1,17 m ³ /sec					

Bovenvermelde rendementen gelden zonder tolerantie.

Blijkt bij het proefbedrijf en de garantiebeproeving, dat ten aanzien van de overeengekomen rendementen niet aan de eischen is voldaan in dien zin, dat alle aggregaten van een der pompstations een gelijk rendement vertoonen, dat lager is dan overeengekomen, dan zal voor elk vol procent, dat het rendement blijft beneden het gegarandeerde voor deze rendementen een boete worden toegepast, die voor 1 tot 5% tekort aan rendement resp. oploopt van f 1 000,— tot f 5 063,— voor Gambarsari en van f 500,— tot f 2 532,— voor Pesanggrahan.

Evenwel zal een tolerantie van 2% beneden de door den aannemer gegarandeerde waarden worden toegestaan, voor zoover de in de prijsaanvraag vastgestelde minimum waarden niet naar beneden worden overschreden.

De complete electro-mechanische uitrustingen zullen „beproevingsgereed” worden opgeleverd: voor het pompstation Gambarsari 12 April 1939 en voor Pesanggrahan 12 Juni 1939.

Bij deze data is gerekend, dat met de montage te Gambarsari niet zal worden aangevangen vóór 1 Januari 1939 en te Pesanggrahan niet vóór 1 April 1939.

C. De bouw- en waterbouwkundige inrichting der pompstations.

Bij de indiening der offertes voor de levering van de electro-mechanische inrichting werd tevens geëischt bindende opgave van de inwendige afmetingen

der pompgebouwen. Zoo werd voor het pompstation Gambarsari de breedteafmeting van elk der vier pompkelders vastgesteld op 3,80 m, gevende bij een pijlerdikte van 0,60 m een hartafstand tusschen de aggregaten van 4,40 m.

De voorkant der kelders is voorzien van een fijn rooster met een doorgaand roosterfront om het reinigen te vergemakkelijken. Tusschen dit rooster en den voorkant van den bovenbouw zijn twee schotbalkspanningen aangebracht. Alle loopplanken boven de toevoersluizen zijn afneembaar gemaakt. Verder zijn langs de zij- c.q. tusschenwanden der pompkelders afneembare houten bedieningsloopplanken aangebracht, welke worden ondersteund door omklapbare ijzeren consôles. Ook de aan de loopplank bevestigde leuning is afneembaar. De openingen die toegang geven tot de inspectie-loopbruggen in de pompkelders zijn van gaasafsluitingen voorzien, waarvan het middengedeelte als dubbele naar binnen draaiende deur is uitgevoerd.

De onderbouw is op staal gefundeerd. Zoowel met het oog op de drooglegging van de pompkelders en ter voorkoming van roesten van het wapeningsijzer zijn de verticale vlakken van de kelders afgepleisterd met een waterdichte P. C.-specie (1 : 2½) ter dikte van 8 mm, terwijl het opgaande betonwerk der pompkelders, voorzover dit met grond in aanraking komt, is bestreken met een asphaltemulsie.

Ten behoeve van een goede overbrenging der oplegreacties der ondersteuningsliggers zijn voorzieningen getroffen. Elke pomp rust op 2 fundatiebalken, terwijl elke balk bij het pompstation Gambarsari belast wordt met maximaal 10 250 kg. Elke motor is voorts samengebouwd met de tandwieloverbrenging en geplaatst op 2 ondersteuningsbalken. Deze balken worden ieder afzonderlijk belast met maximaal 3 600 kg.

De voedingskabels komen onder het plafond van de pompkelders te liggen in een ijzeren goot, welke aan dit plafond is opgehangen.

Terwille van het naderhand aanbrengen van de persbuizen zijn door den aannemer van het civiele gedeelte van het pompstation in den achtermuur der pompkelders openingen uitgespaard, die na het stellen zullen worden gedicht.

De afmetingen van de geleidelijk divergeerende gewapend beton persbuizen zijn eveneens door den leverancier opgegeven; zij worden binnenwerks zoo glad mogelijk gepolijst.

De vlotterinstallaties voor de alarminrichtingen zijn bij beide stations aangebracht in de landhoofden bovenstreams van het fijnrooster.

In verband met aardbevingsgevaar is voor den *bovenbouw* van beide pompstations een hecht gekoppelde skeletconstructie gekozen van gewapend beton met een zoo licht mogelijke bewanding. Het platte dak is voorzien van een ventilatiekap, waarlangs de warme lucht der motoren een uitweg zal kunnen vinden. Boven de ijzeren ramen en deuren zijn breede luifels aangebracht om het directe zonlicht uit de machineruimte te weren. De bovenhelften van de ramen in het hoofdcompartiment van het gebouw zijn als tuimelramen uitgevoerd met het oog op meerdere ventilatie. Het evenbeschreven ventila-

tiesysteem wordt door den leverancier der motoren voldoende geacht, om bij het aanzuigen van koellucht uit de pompkelders, de uit de motoren op 1,70 m hoogte ontijkende rond 18° C warmere lucht af te voeren, zonder hinderlijke verhooging van de temperatuur binnen de machinehal.

In het pompstation Gambarsari zijn drie deuren aangebracht, waarvan één uitgevoerd als harmonica-deur van zoodanige hoogte, dat tijdens de montage een beladen S. D. S.-wagon en na afbraak van de spoorbaan, een vrachtauto in de hal kan binnensrijden. Het pompstation Pesanggrahan is slechts in de zijgevels van deuren voorzien, waarvan die aan de zijde van den inspectieweg eveneens ontworpen is als harmonica-deur.

De loopkranen in de pompstations Gambarsari en Pesanggrahan zijn berekend op een hefvermogen van resp. 5 en 4 ton. Deze kranen bestrijken de geheele inwendige ruimte der pompstations, dus behalve het hoofdcompartiment, waar de aggregaten zijn opgesteld, ook de ter weerszijden ontworpen montage-ruimte en bergplaats.

Voor nadere bijzonderheden betreffende de bouw- en waterbouwkundige inrichting der pompstations wordt verder verwezen naar de *figuren 3 en 4*, welke respectievelijk een beeld geven van de stations Gambarsari en Pesanggrahan.

VIII. Stroomleveringscontract en cultuurplan.

Deze twee op het eerste gezicht zoo geheel verschillende onderwerpen moeten te zamen in beschouwing genomen worden, vanwege het nauwe verband dat er bestaat tusschen de op ieder moment beschikbare energie en de grootte der op te pompen hoeveelheden bevoeiingswater.

Er is sinds de beslissing tot het electrisch plan veel te doen geweest over deze onderwerpen, zonder dat tot op het moment, waarop deze regelen worden neergeschreven, volledige overeenstemming tusschen de Provincie Midden-Java en de ANIEM omtrent het stroomleveringscontract is verkregen.

De moeilijkheid is namelijk deze, dat beide partijen streven naar een zoo gunstig mogelijk aandeel van de in de droogste maanden van het jaar beschikbare energie in de Kali Bandjaran. Hier treedt het scherpst naar voren de belangentegenstelling van een bevoeiingsbedrijf en een electriciteitsbedrijf, welke nog onderstreept wordt door de omstandigheid, dat bij den spoed waarmede de vooronderhandelingen moesten worden gevoerd en de slechts globale gegevens, die daarbij ten dienste stonden, de rechten en verplichtingen van beide partijen, speciaal ook wat de oostmoesson-energielevering betreft, niet volledig konden worden vastgelegd. Eerst geruimen tijd later is gebleken, dat de ANIEM had begrepen, dat in de droogste maanden, na den huidige oogsttijd, practisch geen stroom geleverd behoefde te worden, terwijl men van Provinciale zijde daarentegen in de overtuiging verkeerde, dat ten minste oostmoesson-mogelijkheden waren verzekerd, gelijk aan die van het hydraulisch plan, waarbij in de droogste maanden van het jaar nog over 70 tot 60% van het maximum debiet zou worden beschikt. Groot waren dan ook de te overbruggen verschillen, toen zij eenmaal in

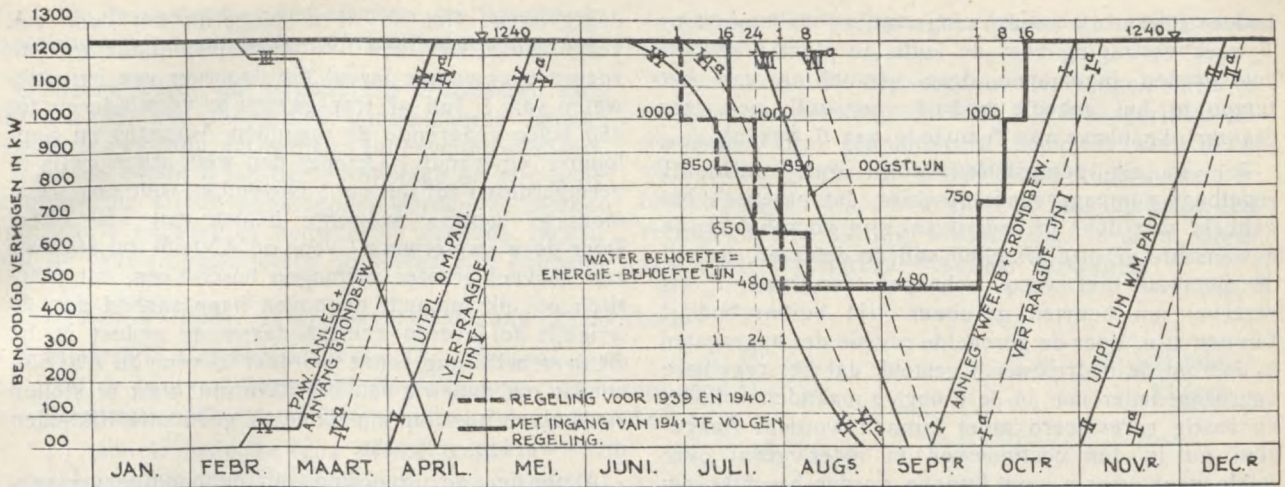


Fig. 5. Diagram voor het beschikbaar te stellen electrisch vermogen voor de Serajoewerken.

vollen omvang aan het licht kwamen. Het bleek in verband daarmee noodzakelijk van beide zijden de uiterste concessies te vragen, teneinde tot een compromis te kunnen geraken. Daarvoor was het — wat de bevoeiingsbelangen betreft — noodzakelijk zich een zoo nauwkeurig mogelijk beeld te vormen van de benodigde oostmoessonbevoeiingsdebieten. Dit zou alleen mogelijk zijn door reeds thans het gunstigst te achten cultuurplan voor de toekomstige exploitatie op te stellen, en wel zoodanig, dat het stroomverbruik daarbij binnen de uiterst toelaatbare grenzen zou worden beperkt. In verband met de grootste voordeelen, die juist van de oostmoessonbevoeiing worden verwacht, schuilt echter in dit zoo krap mogelijk vastleggen van een cultuurplan voor een streek, die nog geheel op geregelde bevoeiingstoestanden en plantregelmaat moet worden ingepast, een opgave met vele risicofactoren. Hiermede moest in het opgestelde plan dan ook rekening gehouden worden.

Aan de hand van het bijgaand afgebeelde gecombineerde plantschema-stroomleveringsdiagram (fig. 5) zullen de desiderata worden vermeld, waarop het schema berust.

1e) Overeenkomstig de huidige gewoonte in de betrokken streek, zal de westmoesson-grondbewerking niet eerder aangevangen dan na het goed doorkomen van de regens, normaal niet later dan op 1 October; de pawinian-aanleg vangt 2 weken eerder aan.

2e) Teneinde een werkelijk intensieve grondbewerking mogelijk te maken, o.m. ter bestrijding van de wortelrotziekte, wordt voor elken sawah de duur der grondbewerkingsperiode gesteld op 1 maand, terwijl ter uitsluiting van een tekort aan arbeidskrachten en ploegvee tot een natuurlijke phase in het landbouwbedrijf van $1\frac{1}{2}$ maand is besloten (huidige toestand 4 tot 6 en 8 weken).

3e) Voor de onderhavige streek worden in verband met de noodzakelijk geachte drooglegging en uitzuring der gronden in den droogsten tijd van het jaar ($1\frac{1}{2}$ tot 2 maanden voor ieder veld) als gunstigste aanplantmogelijkheden beschouwd het tweemaal direct achter elkaar planten van „tengahan” padisoor-

ten van 120 à 125 dagen groeidiur na overplanting. (Thans in hoofdzak soorten van 90 tot 105 dagen groeidiur, met in den westmoesson ten deele soorten van 120 dagen). Een voordeel daarvan is tevens, dat voor de oost- en westmoessonaanplantingen uiteindelijk dezelfde bibitsoorten kunnen worden gebruikt.

4e) Ter verkorting van het bevoeiingsschema is rekening gehouden met de volgende algemeene praktijkgegevens:

- a) dat een zelfde padisoort in den oostmoesson wegens meer zonnedagen een korteren groeidiur heeft, onder verschillende omstandigheden varieerend van 1 tot 2 weken. Aangezien de invloed der omstandigheden voor de onderhavige streek niet bekend is, wordt een ten hoogste 1 week kortere groeidiur in rekening gebracht;
- b) in elke padistreek wordt steeds een klein deel van de gronden wegens hogere padiprijzen voor vroege oogst met snelrijpende padivariëteiten beplant. Deze vroeg vrijkomende gronden zullen worden benut voor de oostmoessonkweekbedden van $\pm 50\%$ der gronden, waarvoor in het plantschema anders geen voldoende oude bibit gekweekt zou kunnen worden. Hieraan zal bij de exploitatie uiteraard zeer veel zorg besteed moeten worden, doch ter wille van het geboden compromis is gemeend, dat de hier bedoelde regeling aanvaardbaar is.

5e) Het is noodzakelijk geacht bij de aangenomen verstrekkingshoeveelheden vast te houden aan den landbouwkundigen eisch, dat de oostmoessonaanplant tot en met de bloei en vruchtzetting volle bevoeiing zal genieten. In verband daarmee is gerekend op een waternverstreking voor de oostmoessonpadi per bouw: 11 weken à 100%, 2 weken à 80%, 1 week à 40% van het volle debiet en 2 weken droog voor rijping. In verband met de natuurlijke phase in het bedrijf verloopt dan het benodigde debiet (= energielijn) als door de krommen VI en VI^a in fig. 5 is aangegeven.

6e) Er zal gerekend worden op de mogelijkheid van een uiterlijk 2 weken vertraagden aanzet van den westmoesson-aanplant (onder bijzondere omstandig-

heden), waarbij wordt aangenomen, dat minstens 1 week vertraging voor de laatst te planten sawahs zal worden ingeloopt door versnelling van het tempo in het geheele bedrijf voor zulk een jaar (natuurlijke phase van 5 in stede van 6 weken).

7e) In elk pompstation wordt over slechts 1 regelbaar pompaggregaat beschikt, dat practisch het geheele jaar door in bedrijf zal zijn voor het op de gewenschte grootte afstellen van de debieten, terwijl de pompen met vaste schoepen (waarvan 1 als reserve) om beurten geruimen tijd buiten bedrijf kunnen zijn. Voor de geregelde revisie der aggregaten is daarom de bedrijfseisch gesteld, dat het regelbare aggregaat ieder jaar in de droogste maanden volledig en rustig gereviseerd moet kunnen worden. Aangezien nu in den oostmoesson in ieder geval over voldoende stroom moet kunnen worden beschikt, om 6 à 8 m³/sec door de Kali Benggawan te kunnen dirigeeren om dichtslaan van de monding te voorkomen en om voorts bad-, drink- en spoelwater over het geheele gebied te verstrekken, tevens voor eventuele nog niet te voorziene oostmoessonaanplantingen en de westmoessonpawinians, volgt uit de bedrijfs- en bevoeiingseischen de noodzakelijkheid om in die droogste maanden in elk der pompstations 1 pomp met vaste schoepen in bedrijf te houden. Daardoor zal bij Gambarsari een minimum debiet van 4,86 m³/sec en bij Pesangrahan van rond 2 m³/sec verzekerd zijn. De enkele dagen, dat te Gambarsari 6 à 8 m³/sec voor de Benggawanmonding moet worden geleverd, kan alle beschikbare energie geconcentreerd worden op Gambarsari, die dan in het algemeen juist toereikend zal zijn, om 2 vaste pompen in bedrijf te kunnen stellen.

8e) Alhoewel normaal op 1 October algemeen met de grondbewerking zal moeten worden aangevangen, kan terwille van de ANIEM-belangen worden berust in een trapsgewijze vermeerdering van energielevering tusschen 1 en 16 October, waarbij er van is uitgegaan, dat de waarschijnlijkheid groot is, dat indien per 1 October de regenperiode in de vlakte nog niet ten volle heeft doorgezet, de bevolking ook nog wel niet overal gelijktijdig met den veldarbeid zal aanvangen.

Het op basis der hooger beschreven desiderata opgestelde stroomleveringsdiagram, waarover speciaal wat de oostmoesson-minima betreft, algeheele overeenstemming tusschen alle betrokken ambtelijke instanties is bereikt, vereischt echter over de periode medio Juli tot medio October een rond 225 kW hooger vermogen dan continu zou worden geleverd volgens het ANIEM-compromisvoorstel. Voor dit verschil zal echter compensatie worden gegeven door vermeerdering van het volgens de concessievoorwaarden beschikbare krachtwater voor Ketenger. In verband met de bestaande bevoeiingsbelangen bovenstrooms van het W. K. W. Ketenger is n.l. in de concessievoorwaarden bepaald, dat tusschen 1 Mei en 1 November constant 630 l/sec van het in de Kali Bandjaran aanwezige debiet voor bevoeiing zal worden

doorgelaten. Het blijkt nu mogelijk om door een vervroeging van den oostmoessonaanplant (uit te voeren over eenige jaren) die doorvoer van irrigatiewater van 1 Juli af trapsgewijs te verminderen tot 480 l/sec gedurende de maanden Augustus en September, om vanaf 1 October dan weer trapsgewijs te vermeerderen tot het op 1 November voor den westmoesson continu geëischte debiet van 750 l/sec. Door deze „waterwinst” voor de ANIEM zal zij over een zooveel grooter vermogen beschikken, dat practisch op elk moment de boven haar aanbod aan de irrigatie te leveren energie daarmede gedekt is. Er zit daar zelfs nog eenig voordeel in voor de ANIEM, zoodat ten aanzien van het definitief vast te stellen stroomleveringsdiagram dan ook geen moeilijkheden meer worden verwacht.

Aangezien de uitvoering van de noodige vervroeging van den oostmoessonaanplant in de bovengebieden der K. Bandjaran eenige jaren tijd eischt, kan de definitieve regeling niet eerder ingaan dan 1941. Te meer waar voordien de volle oppervlakte der Serajoebevoeiing niet in exploitatie zal zijn en de eerste jaren nog veel van de huidige padisoorten in zwang zullen blijven, zal zonder bezwaar voor de jaren 1939 en 1940 de met streeplijnen aangeduide regeling tusschen 1 Juli en 8 Augustus gevolgd kunnen worden.

Verder ligt het in de bedoeling om in de overeenkomst uiteraard de bevoeiingsbelangen zoo veilig mogelijk te stellen bij eventuele stroomonderbrekingen. Daartoe zal moeten worden vastgelegd, dat wat de levering van calorische energie betreft, de bevoeiingsbelangen primair zijn en de Provincie bevoorrechte afneemster is. Teneinde echter onder de moeilijke bedrijfsomstandigheden van langdurige stroomonderbreking de ANIEM en hare overige afnemers zooveel mogelijk tegemoet te komen is het de bedoeling, dat eerst twee volle etmalen na de storing en dan nog naar de werkelijke oogenblikkelijke behoefte van den aanplant, een groot deel van de calorische reserve voor de bevoeiing zal worden opgeëischt. Gedurende den nacht zal dan bovendien een verminderde levering kunnen worden toegestaan, teneinde een beperkte verlichting in de verschillende plaatsen mogelijk te doen zijn. Deze eischen lijken wel zeer ver te gaan, doch waar ten aanzien van dit aan het electrisch pompplan verbonden risico van den beginne af het standpunt is ingenomen, dat de practijk op Java met de groote electriciteitsbedrijven heeft geleerd, dat er practisch nooit meer-etmalige stroomonderbrekingen voorkomen, wordt gemeend, dat de ANIEM deze consequentie t.a.v. de bestemming van hare calorische reserve ook zeker zal aanvaarden. Het moet van zelf sprekend uitgesloten zijn, dat door langdurige stroomonderbreking de voedselproductie der bevolking in gevaar zou kunnen worden gebracht.

De onderhandelingen tusschen partijen zijn nog niet beëindigd, zoodat het juister voorkomt de beschouwingen over dit belangrijke onderdeel van het Serajoeplan tot het bovenstaande te beperken.

IX. De bouwkosten der werken en financieele beschouwingen alsmede rentabiliteitsberekening.

Gemeend wordt, dat wegens den bijzonderen aard der werken, een eenigszins gedetailleerde opgave van de bouwkosten der werken aanbeveling verdient.

Voor de eerste 8 ten deele voltooide en ten deele in uitvoering zijnde onderdeelen worden de werkelijke c.q. te verwachten bouwkosten gegeven, terwijl voor de overige onderdeelen de kosten zijn ontleend

aan projectbegrotingen en voorloopige ramingen en verwachtingen.

Voorts zijn in die opgave niet aangehouden de groepen van werken, zooals zij als afzonderlijke onderdeelen zijn geautoriseerd, doch het werd overzichtelijker geacht, de belangrijkste kunstwerken en objecten apart te noemen. Door dit voor de linker- en rechter-oeverbevloeiing afzonderlijk te doen, wordt een goed vergelijkbaar resultaat verkregen.

Kosten der linker Serajoeever-bevloeiing (22 300 bouw):

a.	Inlaatsluis Gambarsari (voor 14,6 m ³ /sec) rond	f	71 500,—	
b.	500 m lang toevoerkanaal (ingraving tot 10 m toe) rond	,,	33 500,—	
c.	Pompstation Gambarsari ($Q = 14,6$ m ³ /sec, $H = 3,50$ m)			
1.	civiele gedeelte (gew. beton bouw)	f	75 000,—	
2.	pompen bedrijfsgereed	f	76 250,—	
3.	electr. motoren c.a.	,,	33 600,—	
4.	algemeene kosten	,,	10 150,—	,, 120 000,—
d.	Opzichterswoning + kantoor			,, 10 000,—
e.	Onverdeeld hoofdkanaal + hoofdverdeelwerk:			
	grondverzet kanaal c.a.	f	90 000,—	
	Kunstwerken (schroefpaalbrug, afwateringsduiker, desabrug, trambrug + hoofdverdeelwerk)	,,	39 000,—	,, 129 000,—
Totaal hoofdwerven:				f 439 500,—
g.	Detailbevloeiing secundaire leiding Doplang (2 400 bw)	,,	46 000,—	
h.	„ „ hoofdleiding Maos (5 600 bouw)	,,	110 000,—	
i.	Rest detailbevl. uit hoofdleid. Soempioeh ad $\pm 14 000$ bw te rekenen à f 35,— geeft	,,	490 000,—	
Totale kosten:				f 1 085 500,—

Kosten der rechter Serajoeever-bevloeiing ($\infty 5 700$ bouw):

a.	Inlaatsluis Pesanggrahan (voor 4,06 m ³ /sec)	f	28 000,—	
b.	Pompstation Pesanggrahan			
1.	civiel gedeelte (gew. beton) + zandvang	f	51 000,—	
2.	pompen bedrijfsgereed	f	38 650,—	
3.	electr. motoren c.a.	,,	25 100,—	
4.	algemeene kosten	,,	8 250,—	,, 72 000,—
c.	Halve kosten hoogspanningslijn van Maos naar Pesanggrahan + het onderstation	,,	43 000,—	
d.	Hoofdkanaal + hoofdverdeelwerk en eenige bijkomende werken	,,	16 000,—	
Totaal hoofdwerven:				f 210 000,—
e.	1e gedeelte detailbevloeiing (2 800 bouw)	,,	160 000,—	
	Rest der „ „ (2 900 „)	,,	40 000,—	
Totale kosten:				f 410 000,—

Aangezien naar de stellige overtuiging van de schrijvers de nadere voorzieningen tot ontslibbing van het Serajoeewater niet zullen kunnen worden gemist, komt het ter verkrijging van een juist beeld gewenscht voor, de daarvoor benodigde kosten eveneens in rekening te brengen. Die kosten globaal stellende op f 34 500,— voor de linkeroever-bevloei-

ing en op f 20 000,— voor die op den rechteroever, zoo geeft dit:

Linkeroever-bevloeiing:

Kosten der hoofdwerven	f	474 000,—
„ detailbevloeiing	,,	646 000,—
Totale kosten:	f	1 120 000,—

Rechteroever-bevloeiing:

Kosten der hoofdwerken	f 230 000,—
„ detailbevoeiing	„ 200 000,—
Totale kosten:	f 430 000,—

en als totaal der kosten voor het geheele Serajoe-plan	f 1 550 000,—
--	---------------

Uit de laatstvermelde cijfers laten zich de volgende gegevens afleiden:

a. Linkeroever-bevloeiing (22 300 bouw):	
Aanlegkosten der hoofdwerken per bouw	f 21,25
„ „ der detailbevl. „ „ „	29,—
Totale kosten per bouw:	f 50,25

b. Rechteroever-bevloeiing (5 700 bouw):	
Aanlegkosten der hoofdwerken per bouw	f 40,35
„ „ der detailbevl. „ „ „	35,10
Totale kosten per bouw:	f 75,45

c. Geheele Serajoe-bevloeiing (28 000 bouw):	
Aanlegkosten hoofdwerken gemiddeld p.bw.	f 25,15
„ „ detailbevl. „ „ „	30,20
Gemiddelde totale kosten p.bw.:	f 55,35

Om een geheel juist beeld te verkrijgen van de aanlegkosten moeten de jaarlijksche stroomleveringskosten ad f 20 000,— uiteraard gekapitaliseerd in

rekening worden gebracht. Dit beteekent bij een rentevoet van 4% een verhooging van de aanlegwaarde van de bevoeiingswerken op den linkeroever ($\frac{5}{8}$ van de totale stroomafname) met $f 12\,500 \times 25 = f 312\,500,—$ of wel f 14,— per bouw. De totaal-kosten voor deze bevoeiing worden daarmee f 64,25 per bouw of **f 90,53** per ha.

Voor de bevoeiing op den rechteroever dient rekening te worden gehouden met een verhooging van de totaalkosten van $f 187\,500 : 5\,700 = f 32,90$ per bouw, zoodat deze tenslotte worden f 108,35 per bouw, of **f 152,66** per ha.

Voor het geheele plan zal rekening zijn te houden met een verhooging van f 500 000,—, of wel f 18,— per bouw, waarmede dus de kosten der hoofdwerken van het geheele plan stijgen tot gemiddeld f 43,15 en die van de totale kosten tot gemiddeld f 73,35 per bouw, overeenkomende met **f 103,35** per ha.

Ook de gespecificeerde kosten van de electro-mechanische installaties der pompstations worden van belang geacht, reden waarom zij, voor zoover dit uit offertegegevens en het leveringscontract mogelijk was, voor beide pompstations gesplitst worden vermeld en verdeeld in 3 groepen, n.l.

1e) de pompen met tandwieltransmissie (levering van de machinefabriek Gebr. Stork te Hengelo);

2e) de electromotoren met schakelinstallaties c.a. (fabrikaat Electro-Slikkerveer voorheen Willem Smit-Slikkerveer, e.a. en te leveren en monteeren door de Industr. Mij. Gebr. van Swaay) en

3e) de algemeene kosten. Deze kostenspecificatie's zijn in den vorm der staten I en II weergegeven, terwijl in den staat III de vermoedelijke netto gewichten van verschillende onderdeelen zijn vermeld.

Staat I.

Kostenspecificatie electro-mechanische installatie v/h pompstation Gambarsari

A. Pompen, tandwieloverbrengingen c.a.	B. Electriche uitrusting	C. Algemeene kosten.
a) 4 verticale propellerpompen voor 4,87 m ³ /sec bij h = 3,50 m, waarvan 1 met in bedrijf verstelbare schoepen, inclusief terugslagkleppen, ondersteuningsliggers enz. f 60 450,—	a) 420 m' hoofdvoedingskabel van 300 mm ² voor 500 Volt draaistroom 50 per. f 2 200,—	a) 1 maxigraaf..... f 500,—
b) Vracht, invoerrechten + uitzending van monteur uit Nederland., 15 000,—	b) 4 draaistroommotoren van 325 pk voor 500 Volt en schakelinrichtingen, + 2 transformatoren voor 500/220/127 V + alarminrichting + montage.. , 31 000,—	b) Verlichting pompstation + woningen, 500 m insp. weg + inlaatsluis , 2 000,—
c) Montage-hulp personeel , ± 800,—	c) Montage-personeel ± , 400,—	c) 1 loopkraan 5 ton.... , 1 250,—
		d) 1 meetmolentje } 1 drooghoudingspomp } , 2 300,— rendementsproeven }
		e) Extra invoerrechten per 1 Jan. 1939..... , 1 600,—
		f) Onvoorziene uitgaven. , 2 500,—
Totaal A. f 76 250,—	Totaal B. f 33 600,—	Totaal C. f 10 150,—

Totaal generaal: f 120 000,—

Staat II.

Kostenspecificatie electro-mechanische installatie van het pompstation Pesanggrahan

A. Pompen, tandwieloverbrengingen c.a.	B. Electriche uitrusting	C. Algemeene kosten
a) 3 verticale propellerpompen voor 2,03 m ³ /sec bij h = 7,50 m, waarvan 1 met verstelbare schoepen, inclusief terugslagkleppen, onderst. liggers enz. f 28 150,—	a) Hoofdvoedingskabels bedrijfsklaar globaal f 1 800,—	a) 1 maxigraaf f 500,—
b) Vracht, invoerrechten + uitzending monteur uit Nederland ,, 10 000,—	b) 3 draaistroommotoren van 290 pk, 500 V + schakelinrichtingen, transformatoren 500/220/127 V + alarminrichting + montage ,, 23 000,—	b) Verlichting + electr. aandrijving sluiskleppen ,, 2 000,—
c) Montage-hulppersoneel ,, 500,—	c) Montage-personeel . . ± ,, 300,—	c) 1 loopkraan à 3 ton . . ,, 1 200,—
		d) 1 meetmolentje } 1 drooghoud. pomp } , 2 300,— rendementsproeven.. }
		e) Extra invoerrechten per 1 Jan. 1939 ,, 800,—
		f) Onvoorz. uitgaven ,, 1 450,—
Totaal A. f 38 650,—	Totaal B. f 25 100,—	Totaal C. f 8 250,—
Totaal generaal: f 72 000,—		

Staat III.

Gewichten der electro-mechanische installaties

Vermoedelijke netto gewichten van :	Pompstation	
	Gambarsari	Pesanggrahan
A. Mechanisch gedeelte:		
a) Pomphuizen + ondersteuning	71,— ton	20,— ton
b) Muurstukken der pompen	13,— „	5,— „
c) Tandwieloverbrengingen	8,— „	3,8 „
d) Terugslagkleppen + ramen	15,— „	5,— „
	Totaal 107,— ton	Totaal 33,8 ton
B. Electricch gedeelte:		
a) Electromotoren	9,4 ton	5,5 ton
b) Schakelinrichtingen c.a.	7,— „	5,— „
	Totaal 16,4 ton	Totaal 10,5 ton

Uit die gegevens laat zich afleiden: prijs der pompen { Gambarsari ± f 0,71 per kg c.a. van { Pesanggrahan ± „ 1,14 „ „ prijs electromotoren c.a. { Gambarsari ± „ 2,05 „ { Pesanggrahan ± „ 2,39 „ en waaruit dus blijkt, dat de installatie's van het pompstation Pesanggrahan (vooral de pompen) relatief veel duurder zijn dan die te Gambarsari. Waardoor dit vrij aanzienlijke prijsverschil veroorzaakt wordt is ons niet met zekerheid bekend; wel is het bij de offerte direct opgevallen tegenover andere aanbiedingen, bij welke dit verschil in veel mindere mate tot uiting kwam. Het lijkt niet onwaarschijnlijk, dat het hogere toerental der Pesanggrahan-pompen (400 per minuut) en de groote opvoerhoogte van 7,50 m belangrijk hogere constructieve eischen stellen dan voor het toerental van 245 p. min en een opvoerhoogte van 3,50 m der Gambarsari-pompen. Te meer waar voor het pompstation Pesanggrahan

de kosten bovendien nog aanzienlijk verhoogd worden door de bijdrage aan de ANIEM tot de helft van de kosten van de hoogspanningslijn Maos-Pesanggrahan en het ANIEM-onderstation te Pesanggrahan, hieraf de vraag opgekomen of de overgang van een op twee pompstations inderdaad wel juist is geweest. Een globale herberekening te dien opzichte wijst uit, dat eenzijdig de volgende kosten zouden zijn bespaard bij toepassing van slechts 1 pompstation:

a) Inlaatsluis + pompstation Pesanggrahan	f 147 000,—
b) Bijdrage aan de ANIEM	„ 43 000,—
c) Gekapitaliseerde kosten van onderhoud en bediening te Pesanggrahan, zegge f 3 000,— bij een rentevoet van 4% geeft rond	„ 75 000,—
Totaal	f 265 000,—

De hoofdwerven te Gambarsari zouden dan in plaats van op 14,6 op bijvoorbeeld 19 m³/sec moeten zijn berekend (n.l. 4,06 m³/sec meer + wat extra lekverlies = zegge 4,4 m³/sec meer), terwijl het water in plaats van 3,50 tot 4,50 m opgepompt zou moeten worden met 1 pompaggregaat meer. Bovendien zou de leiding Maos ter plaatse van de aftakking naar het aquaduct over de Serajoe rond 3,— m hooger moeten liggen, zoodat vermoedelijk een geheel ander tracé zou zijn gekozen met het hoofdverdeelwerk op een noordelijker plaats. Het onverdeeld hoofdkanaal zou ook een grooter profiel hebben gekregen doch minder diep zijn ingegraven, zoodat het kostenverschil hier voor niet veel zou zijn geweest.

Globaal kunnen nu de anderzijds noodige meerdere kosten als volgt worden geschat:

a)	1 sluisopening meer bij verbreding van alle inlaatopeningen van 2,50 tot 3,— m geeft zegge 25% hogere kosten, of	f 18 000,—
b)	Verbreed toevoerkanal geeft rond	„ 7 000,—
c)	Voor pompstation 1 m hooger opvoer en 1 extra aggregaat op de vier geeft zegge 30% meerkosten, rond	„ 60 000,—
d)	Aan verruiming en verhooging van hoofdverdeelwerk + H. L. Maos, rond	„ 75 000,—
e)	Verdeelwerk in H. L. Maos + kanaal naar de Serajoe + aquaduct van 200 m over de Serajoe (de gew.beton brug bij Tjindaga kost rond f 160 000,—)	„ 175 000,—
f)	Gekapitaliseerde extra kosten van bediening en onderhoud van inlaatsluis en pompstat. Gambarsari van zegge f 1 000,— bij 4% rentevoet, geeft	„ 25 000,—
Totaal		f 360 000,—

Alhoewel het uit een oogpunt van exploitatie en controle zeer zeker een groot voordeel zou hebben betekend indien het pompbedrijf tot 1 plaats zou zijn beperkt, kan worden aangenomen, dat de thans gevolgde oplossing met 2 pompstations, zij het dan ook minder dan werd verwacht, toch minstens f 100 000,— goedkoop is en derhalve uit een kostenooipunt de voorkeur verdient.

Gemeend wordt, dat uit deze slotbeschouwingen wel de conclusie is te trekken, dat in andere voorkomende gevallen, de vraag 1 of 2 pompstations zoo nauwkeurig mogelijke ramingen vereischt, aangezien naar het ons voorkomt de mogelijkheid geenszins is uitgesloten, dat voor een ander geval aan een centraal pompstation de voorkeur moet worden toegekend.

Rentabiliteitsberekening.

Ten aanzien van de rentabiliteit in engeren (fiscale) zin kan geen als zoodanig aanvaarde, volledige berekening worden overgenomen; wel zijn er voor

de verschillende plannen berekeningen ten Departement van Economische Zaken opgesteld, doch speciaal wat de lasten betreft moest daarbij met globale ramingscijfers worden gewerkt. Het wordt daarom gewenscht geacht, op den voet van de daarbij gevolgde richtlijnen, alsnog een zoo volledig mogelijke berekening op te stellen.

a. *Landrentevermeerdering*: Voor het geheele gebied van 28 000 bouw kan deze aan de hand van daaromtrent van landbouwdeskundige zijde opgestelde berekeningen worden gesteld op rond f 83 000,— per jaar. Naar het voorkomt is deze raming aan den lagen kant, aangezien dit slechts een verhooging beteekent van rond f 3,— per bouw inclusief verminderde afschrijvingen, terwijl de gemiddelde belast-

bare opbrengst zal stijgen met $f \frac{770\,000}{28\,000} = \text{rond}$

f 27,50 per bouw. Bij het huidige heffingspercentage van 12 en 14% in deze streek zou hieruit een verhooging te berekenen zijn van gemiddeld 13% van f 27,50 = rond f 3,58 per bouw, indien voor alle huidige sawah-klassen een gelijke verhooging zou gelden. Moge deze aanname eenigszins aan den hoogen kant zijn, zoo kan n.h.v. zonder te rekenen op de mogelijkheid van verhooging van het heffingspercentage, wel gerekend worden op gemiddeld f 3,50 per bouw vermeerdering van landrente, gevende $28\,000 \times f 3,50 = f 98\,000,—$ voor het geheele gebied — 8% perceptiegelden = rond f 90 000,—

b. *Rente-verlies*: Bij een rentevoet van 4% is voor het totale aanlegkapitaal van f 1 550 000,— het jaarlijksche rente-verlies te stellen op f 62 000,—

c. *Onderhoud en beheer der werken*: Er wordt een eenvoudige exploitatie verwacht en beoogd, o.m. door directe invoering van de oeloe-oeloe pembagian, waarbij op mandoersressorten van rond 2 000 bouw en op slechts 3 mantri's zal worden gerekend. Voorts komen er zeer weinig stortdammen en alleen leidingen met kleine verhangen in het bevoeiingsstelsel voor, zoodat geen zwaar onderhoud te verwachten is. Op grond van algemeene exploitatie-gegevens wordt nu verwacht, dat de kosten van onderhoud en beheer niet meer zullen bedragen dan rond f 1,— per bouw per jaar = totaal f 28 000,— per jaar.

d. *Afschrijvingskosten*: Ten aanzien hiervan zal onderscheid gemaakt moeten worden tusschen de machinale installaties enerzijds en de kunstwerken en leidingen anderzijds.

Voor de machinale installaties is uiteraard, ondanks een perfect onderhoud, aan een uiteindelijke slijtage en vernieuwing niet te ontkomen. De kosten bedragen rond f 150 000,—, zoodat bij een aangenomen gemiddelden levensduur van 20 jaar, en een rentevoet van 4%, de gemiddelde annuïteit rond 3,25% = f 4 875,— zal bedragen.

De kunstwerken en leidingen worden echter niet afgeschreven, omdat juist door het geregeld gewoon onderhoud en door eventueel zware herstellingen en vernieuwingen de werken voortdurend op peil worden gehouden. In dit verband wordt gewezen op de gunstige omstandigheden, waarin het bevoeiingsstelsel zal verkeer; in de eerste plaats zijn er geen stuwdammen, die in andere bevoeiingsgebieden

veelal eens in de zooveel jaar aan beschadiging bloot staan, voorts zullen de leidingen in het algemeen gunstig gelegen zijn in het terrein en practisch geen stortdammen noodig hebben, kortom de omstandigheden zullen zoodanig zijn, dat er geen reden bestaat om voor deze bevoeiingswerken rekening te houden met groote kans op zware beschadigingen. Op grond hiervan zullen de kosten van zware herstellingen en vernieuwingen naar verwachting wel met gemiddeld *f* 7 000,— per jaar (= 0,5%) bestreden kunnen worden. Totale afschrijvingskosten dus *f* 11 875,— per jaar.

e. *Jaarlijksche kosten energieverbruik*: Hiervoor dient te worden gerekend op doorlopend *f* 20 000,— per jaar.

Aan de hand van deze samenstellende gegevens vinden we als *totaal der jaarlijksche lasten b) t/m e)* rond *f* 121 875,—, tegenover *een directe inkomstenvermeerdering* aan landrente van rond *f* 90 000,—, gevende een *rentabiliteit van rond 74%*. Rekening houdende met de omstandigheid, dat aan de Serajoe-

werken uit de Nederlandsche welvaartsbijdrage een bedrag van *f* 800 000,— zal worden besteed, waarvoor t.a.v. de Indische gemeenschap *in feite* niet op rentederving gerekend behoeft te worden, zou zelfs het bedrag der jaarlijksche lasten met 4% van *f* 800 000,— = *f* 32 000,— verminderd kunnen worden tot in totaal *f* 89 875,—, waarbij in feite de de rentabiliteit voor het Indische Gouvernement rond 100% bedraagt.

Indien nu naast deze zeer bevredigende, uitsluitend op de bevoeiingsverbeteringen betrekking hebbende rentabiliteitscijfers, nog gesteld worden de voordeelen van de algemeene electrificatie van Zuid-Banjoe-mas (welke indirect door den aanleg der Serajoe-werken verwezenlijkt zal worden) en de reeds vermelde hygiënische nevenvoordeelen van het Serajoe-plan, zoo is naar het voorkomt de slotconclusie gemotiveerd, dat met de Serajoebevoeiingswerken een welvaartswerk bij uitnemendheid zal worden tot stand gebracht.

Semarang, Februari 1939.

Het „Provinciaal Waterreglement Oost-Java”

door

ir. W. LAMMERS,

Hoofd van den Provincialen Waterstaat van Oost-Java.

(Slot.)

HOOFDSTUK VII.

Gebruik van openbare wateren voor doorspoeling van Inlandsche nederzettingen op bevolkingsgronden en voor huishoudelijke doeleinden in die nederzettingen.

Artikel 37 (Art. 4 A. W. R.).

Het onttrekken van water aan openbare wateren, als bedoeld in artikel 4 lid (1) sub b A. W. R., wordt met inachtneming van de bepalingen van het A. W. R., en van dit Reglement, geregeld door of namens het College van Gedeputeerden, waarbij zoonoodig voorwaarden kunnen worden gesteld.

Toelichting artikel 37.

Ingevolge Bijblad 5081 jcto. 6185 behoeven Inlanders, voorzoover zij geen ingeschreven zakelijk recht op de gronden hebben, alleen vergunning voor gebruik van water voor beweegkracht of andere industriële doeleinden.

Blijkens de redactie van artikel 26 A. W. R. is voor de in dit artikel bedoelde wateronttrekking evenmin een vergunning vereischt, in tegenstelling met de wateronttrekking voor huishoudelijke doeleinden voor andere dan bevolkingsgronden, waarvoor wel een vergunning is voorgeschreven.

Toch is het noodig, dat terzake van de in dit artikel bedoelde wateronttrekking regelen wordt opgetreden, teneinde het mogelijk te maken om met bestaande belangen en aanspraken rekening te houden.

Wateronttrekking ten behoeve van ritueele doeleinden voor Inlanders bijv. wordt geacht te behoren tot deze soort van wateronttrekking.

In verband met den eenvoudigen aard van deze soort van wateronttrekkingen verdient het aanbeveling de regeling daarvan aan een door het College van Gedeputeerden aan te wijzen waterstaatsambtenaar over te laten.

HOOFDSTUK VIII.

Gebruik van openbare wateren en aanleg van werken krachtens vergunning.

Artikel 38 (Art. 26 A. W. R.).

(1) Uitsluitend voor bepaalden duur (niet tot wederopzegging) worden verleend vergunningen:

- a. tot het winnen van waterkracht met een vermogen van meer dan 100 theoretische pk;
- b. tot het winnen van waterkracht met een vermogen van 100 theoretische pk of minder, mits de waterkracht dient tot het opwekken van electrischen arbeid, bestemd voor levering van licht of arbeid aan derden;
- c. tot het onttrekken van water aan openbare wateren ten behoeve van drinkwaterleidingbedrijven.

(2) Het College van Gedeputeerden is bevoegd tot het verleen van vergunningen als bedoeld in artikel 26 lid (1) en lid (2) sub a van het A. W. R., mits tot wederopzegging en overigens met inachtneming van de bepalingen van het vierde hoofdstuk van dat Reglement.

(3) De Provinciale Raad stelt bij verordening regelen vast nopens de voor vergunningen voor bepaalden duur jaarlijks aan de provincie te vergoeden cijns.

Zoolang deze verordening niet is vastgesteld, wordt de cijns berekend op den voet van Bijblad 9276.

(4) Indien krachtens een vergunning als bedoeld in lid (1) en lid (2) van dit artikel voor het transport van het water gebruik wordt gemaakt van een openbaar water, dan kan ten behoeve van het onderhoud van en het toezicht op de waterverdeeling uit dat water, van den vergunninghouder een bijdrage worden gevorderd tot een door het bevoegd gezag vast te stellen bedrag.

(5) In de vergunningsvoorwaarden mogen geen bepalingen ontbreken omtrent den verplichten terugvoer van het gebruikte water, benevens het voorkomen van schadelijke verontreiniging daarvan en den verplichten aanleg voor de door het bevoegd gezag noodig geoordeelde werken.

Toelichting artikel 38.

Krachtens artikel 6 A. W. R. zijn aan een vergunning van het bevoegd gezag onderworpen:

- a. Het onttrekken van water voor andere doeleinden dan bedoeld in Hfdst. II A. W. R. (vrij gebruik) en Hfdst. III A. W. R. (gebruik van openbare wateren voor bevoeiing van aanplantingen, voor doorspoeling van Inlandsche nederzettingen op bevolkingsgronden en voor huishoudelijke doeleinden in die nederzettingen).

Tot deze categorie behooren dus de wateronttrekkingen ten behoeve van huishoudelijke doeleinden (drink-, bad- en spoelwater) voor andere dan bevolkingsgronden en voor industriële doeleinden ten behoeve van grondeigenaren, opstalhouders, erfpachters en particuliere ondernemers, waarvoor thans een vergunning vereischt is op den voet van Bijblad 5081.

Wat betreft de wateronttrekking ten behoeve van doorspoeling en andere huishoudelijke doeleinden door Stadsgemeenten en Regentschappen wordt verwezen naar het volgend artikel van dit Reglement.

- b. Het onttrekken van water voor de bevoeiing van aanplantingen op andere dan bevolkingsgronden, derhalve b.v. voor erfpachtsperceelen en andere perceelen met een ingeschreven zakelijken titel.

Zoodra van bevolkingsgronden de bezitsrechten zijn afgekocht vervalt automatisch de aanspraak op bevoeiingswater voor die gronden, en is gebruik van dat water alleen geoorloofd krachtens een daartoe verleende vergunning.

Bevoeiing van eigendomsperceelen wordt slechts bij hooge uitzondering toegestaan; volgens artikel 51 van de Indische Staatsregeling (Staatsblad 1925 No. 447) mag verkoop van gronden door den Gouverneur-Generaal alleen plaats hebben ten aanzien van kleine stukken gronden, bestemd tot uitbreiding van steden en dorpen en tot het oprichten van inrichtingen van nijverheid. Een aanvraag tot gebruik van bevoeiingswater wordt bij uitzondering alleen verleend als de grond, in afwachting van den bouw van fabrieks- of andere gebouwen, tijdelijk benut wordt voor den teelt van landbouwgewassen, met dien verstande evenwel dat aan die vergunning de voorwaarde wordt verbonden, dat die vergunning als vervallen zal worden beschouwd, indien de onderwerpelijke gronden binnen een redelijken tijd na de uitgifte met

een zakelijken titel, naar het oordeel van het Hoofd van Gewestelijk Bestuur, niet voor het doel, waarvoor zij met dien titel werden afgestaan, worden gebruikt, alsmede indien op de aanvraag tot het verleen van een zakelijken titel afwijzend mocht worden beschikt. Wat betreft de bevoeiing van erfpachtsperceelen, is in den laatsten tijd door de Regeering het standpunt ingenomen, om indien tegen de wateronttrekking op zich zelf geen bezwaar bestaat, in het algemeen daarvoor geen vergunning te verleen op den voet van Bijblad No. 5081, doch liever de gronden van het erfpachtsperceel op te nemen in het betrokken bevoeiingsgebied. Zulks geschiedt dan bij besluit van den G. G., waarbij aan den adressant te kennen wordt gegeven dat tot wederopzegging, op denzelfden voet en naar dezelfde regelen als zullen gelden voor de overige bouwgronden in het betrokken bevoeiingsgebied doch zonder bemoeienis van den betrokken bevoeiingsdienst met de waterverdeling binnen de grenzen van het perceel, ten behoeve van de op dat perceel in cultuur gebrachte gronden bevoeiingswater zal worden verstrekt met in achtneming van de in het besluit opgenomen voorwaarden.

Geldt de hierboven omschreven gedragslijn voor erfpachtsperceelen, waarop door de bevolking *geregeld* en dus niet als wisselgewas tusschen twee maalrietaanplantingen padi wordt geplant, indien dit laatste wel het geval is, dan wordt als regel wel een vergunning op den voet van Bijblad 5081 verleend.

Ingevolge artikel 4 lid (2) A. W. R. hebben erfpachtsperceelen alleen aanspraak op bevoeiingswater voorzover daartoe door het bevoegd gezag vergunning is verleend, terwijl behoudens afwijkende bepalingen in de desbetreffende vergunningsbesluiten de aanplantingen op de erfpachtsperceelen gelijkgesteld worden met de overeenkomstige aanplantingen op bevolkingsgronden.

Ter voorkoming van bevoorrechtiging van particuliere ondernemers op erfpachtsperceelen, wordt aangenomen dat in den Oostmoesson, zooals zulks op bevolkingsgronden het geval is, op de erfpachtsperceelen de aanplant van tweede gewassen de hoofdcultuur vormt.

Aangezien op bevolkingsgronden zoowel de ondernemingsmaalrietaanplantingen als de gadoeaanplantingen aan beperking onderhevig zijn, zal zulks ook het geval moeten zijn voor erfpachtsperceelen. Maalrietaanplantingen op die perceelen zullen derhalve, tenzij zulks in de vergunning uitdrukkelijk anders is geregeld, gelijkgesteld worden met vrije rietaanplantingen, terwijl gadoeaanplantingen slechts aanspraak hebben op het daarvoor benodigde bevoeiingswater, indien zij onder den geregelden padigadoeaanplant in het in artikel 36 bedoeld cultuurplan zijn opgenomen.

De Provincie heeft voor de bevoeiing van erfpachtsperceelen slechts te zorgen, dat de vastgestelde waterhoeveelheid aan den ingang van het perceel wordt verstrekt, doch zij heeft geenerlei bemoeienis met de waterverdeling en -verstrekking binnen de perceelsgrenzen.

- c. Het met mechanische middelen opvoeren van water uit openbare wateren voor bevoeiing van aanplantingen op bevolkingsgronden.

Hieronder ressorteeren de verschillende gevallen van z.g. pompbevoeiingen, waarbij het water door middel van permanente dan wel rouleerende pompinstallaties uit openbare wateren wordt opgepompt, hetzij voor de bevoeiing van aanplantingen op droge gronden, dan wel voor vermeerdering van bevoeiingswater voor reeds bevoeide gronden.

In de door het College van Gedeputeerden vast te stellen uitvoeringsvoorschriften zullen voor alle specifieke gevallen van pompvergunningen aparte regels gegeven dienen te worden.

- d. Het winnen van in openbare wateren aanwezige waterkracht.

Vergunningen tot het gebruik van waterkracht worden onderscheiden in „vergunningen tot wederopzegging” en „vergunningen voor bepaalden duur”.

De grens tusschen beide is in dit Reglement in het algemeen gelegd bij 100 theoretische paardekracht, in overeenstemming met de tot dusver gebruikelijke gedragslijn, zoodat dus voor waterkrachten van een vermogen van 100 theoretische pk of minder een vergunning tot wederopzegging en voor grootere vermogens een vergunning voor bepaalden duur wordt verleend.

De berekening van het aantal theoretische pk zal geschieden, zooals tot dusver gebruikelijk,

door toepassing van de formule $\frac{a \times b}{75}$ waarin a = aantal liters water, dat per seconde wordt onttrokken, en b = benutbaar natuurlijk verval in m, d.i. het hoogteverschil tusschen den gemiddelden opgestuwden waterstand ter plaatse van de wateraftapping uit een natuurlijke waterloop of bestaande leiding en den gemiddelden waterstand ter plaatse van den terugvoer in een natuurlijke waterloop of bestaande leiding.

Is het doel eener waterkrachtaanvraag de levering van licht of arbeidsvermogen aan derden, dan dient in deze bijzondere gevallen daarvoor ten allen tijde een vergunning voor bepaalden duur te worden verleend, ook al is het vermogen 100 theor. pk of minder.

De ratio voor het verleen van de in artikel 38 lid (1) van dit Reglement bedoelde vergunningen voor bepaalden duur is: den vergunninghouder, die in den aanleg van de noodige werken veelal een belangrijk kapitaal heeft moeten investeren, een genoegzame mate van zekerheid te verschaffen, dat die werken althans gedurende een ruim tijdsverloop geëxploiteerd zullen kunnen worden.

Krachtens art. 26 lid (6) A. W. R. wordt voor een dergelijke vergunning voor bepaalden duur de voorafgaande goedkeuring van de Regeering vereischt. Ingevolge artikel 26 lid (2) sub a A. W. R. berust de bevoegdheid voor het verleen van waterkrachtvergunningen niet tot wederopzegging bij den Provincialen Raad.

Voorts bepaalt lid (5) van art. 26 A. W. R., dat ieder vergunningsbesluit niet tot wederopzegging alsmede een vergunningsbesluit tot wederopzegging tot het onttrekken van water voor de bevoeding van aanplantingen op andere dan bevolkingsgronden, met uitzondering van de z.g. kleinlandbouwperceelen, niet in werking treedt dan na verkregen goedkeuring van den Gouverneur-Generaal.

- e. Het gebruik van water voor z.g. spoelende boringen naar aardolie, petroleum of dergelijke bitumineuse zelfstandigheden ten behoeve van mijnontginningen en van mijnbouwkundige opsporingen, waarvoor tot nu toe een tijdelijke vergunning (niet langer dan elke boring duurt) door de voormalige Hoofden van Gewestelijk Bestuur werden verleend.

Met inachtneming van de bij Regeeringsverordening gemaakte restricties kunnen derhalve ingevolge artikel 26 A. W. R. alle vergunningen tot wederopzegging voor huishoudelijke doeleinden, voor spoelende boringen, voor industriele doeleinden, voor de bevoeding van de z.g. kleinerpachtsperceelen, voor het met mechanische middelen opvoeren van water uit openbare wateren, voor bevoeding van aanplan-

tingen op andere dan bevolkingsgronden en voor waterkracht anders dan tot het opwekken van electrischen arbeid als bedoeld in artikel 38 lid (1) van dit Reglement door of namens het College van Gedeputeerden worden verleend met de bedoeling om de regeling dier vergunningen onder door het College van Gedeputeerden nader vast te stellen uitvoeringsvoorschriften zooveel mogelijk over te laten aan door het College van Gedeputeerden daartoe aan te wijzen waterstaatsambtenaren.

Daarentegen zijn alle vergunningen niet tot wederopzegging, zooals die, bedoeld in art. 38 lid (1) van dit Reglement, krachtens art. 26 lid (2) sub a juncto lid (4) A. W. R. aan den Raad voorbehouden.

Conform de tot nu toe gevolgde gedragslijn, waarbij waterkrachtvergunningen met een vermogen van meer dan 100 theoretische pk en van 100 theoretische pk en minder als bedoeld in artikel 38 lid (1) van dit Reglement door de Regeering werden verleend en de overige door den Directeur van Verkeer en Waterstaat op den voet van Bijblad 5081 jcto. Bijbladen 5439, 6185 en 10902, zou door de Provincie eenzelfde gedragslijn gevolgd kunnen worden, met dien verstande dat de Raad vergunning verleent voor het benutten van waterkracht boven 100 pk, benevens die met een minder vermogen en uitsluitend bestemd voor de levering van electrischen arbeid of licht aan derden, terwijl de overige waterkrachtvergunningen door of namens het College van Gedeputeerden zouden kunnen worden verleend. Uit de Handelingen van den Volksraad (Zittingsjaar 1936/37 onderwerp 14, blz. 762) blijkt, dat het de bedoeling van de Regeering is, dat de voor het gebruik van waterkracht uit openbare wateren verschuldigde „cijs” voorzover het betreft nieuwe vergunningen door de provinciale besturen zal worden bepaald; voor de reeds verleende vergunningen blijven uiteraard de bestaande voorwaarden gelden, zooals nog uitdrukkelijk in artikel VII der ordonantie tot vaststelling van het A. W. R. is bepaald.

De Regeeringsgemachtigde vervolgde voorts:

„Voor de nieuw te verleen vergunningen zullen de provinciale regelingen van toepassing zijn.

Het is ongetwijfeld gewenscht, dat tusschen de verschillende provinciale waterreglementen op dit stuk geen te groote divergentie bestaat.

Hiertegen, evenals tegen het opleggen van te hooge lasten, zal door het preventief regeeringstoezicht worden gewaakt.

De cijsregeling in Bijblad 9276 zal na het in werking treden van het A. W. R. niet kunnen vervallen, daar in de buitengewesten de waterkrachtvergunningen nog door het Land zullen worden verleend”.

In verband met deze regeeringstoezegging lijkt het volkomen gemotiveerd om in dit Provinciaal Reglement — hetwelk alsnog de goedkeuring der Regeering behoeft — de cijsheffing principieel vast te leggen en daarbij de gebruikelijke tarieven en maatstaven voorshands te continueeren. Het in lid (4) en lid (5) bepaalde is niet anders dan een bestendiging van de tot nu toe gebruikelijke voorwaarden.

Artikel 39 (Art. 26 A. W. R.).

De wateronttrekking ten behoeve van Stadsgemeenten en Regentschappen voor doorspoelings- en andere huishoudelijke doeleinden, welke bij de inwerkingtreding van dit Reglement werkelijk plaats heeft, wordt geacht te geschieden krachtens vergunning van den Provincialen Raad voor onbepaalden tijd, behoudens de bevoegdheid van het College van Gedeputeerden, om daarin in bijzondere gevallen wijziging te brengen.

Toelichting artikel 39.

Ook voor dit soort van watergebruik wordt thans geen vergunning vereischt op den voet van Bijblad No. 5081.

Rioleering en doorspoeling worden ingevolge de instellingsordonnanties geacht te behooren tot de normale zorg van de Locale Ressorten, zoodat daarvoor zooveel mogelijk het noodige water beschikbaar dient te worden gesteld.

Echter zou op grond van art. 26 A. W. R. voor de hier bedoelde wateronttrekking, welke thans niet krachtens vergunning doch — min of meer ongeregeld — krachtens „overleg” plaats heeft, eveneens een vergunning noodig zijn. Aangezien het wenschelijk is, dat deze wateronttrekking door Stads-gemeenten en Regentschappen gewettigd wordt en het twijfelachtig is of art. VII van de ordonnantie tot vaststelling van het A. W. R. van toepassing is op deze zonder eigenlijke vergunning plaats hebbende wateronttrekking, terwijl het voorts aanbeveling verdient den bestaanden toestand te continueeren, is bovenstaand artikel opgenomen. Door deze bepaling worden alle vereischte vergunningen voor zoover noodig verleend c.q. gecontinueerd, waarbij tevens wordt vastgelegd, dat het College van Gedeputeerden de bevoegdheid heeft om in bepaalde gevallen wijziging in den bestaanden toestand te brengen. Door deze constructie zal veel onnoodige administratieve rompslomp worden voorkomen, terwijl te verwachten is, dat zich daarbij geen moeilijkheden zullen voordoen.

De bepaling aan het slot van het artikel is daarom noodig, omdat het geval zich kan voordoen, dat uit een z.g. spoelleiding, in beheer bij een Stads-gemeente of een Regentschap, bevoeiing plaats heeft, waarvan de regeling bij den betrokken bevoeiingsdienst berust.

In dat geval zou de voorwaarde gesteld moeten worden, dat ter plaatse waar de bevoeiings-leiding aftapt uit de spoelleiding steeds het voor de bevoeiing benodigde kwantum water beschikbaar is.

Artikel 40.

Het is verboden water met mechanische middelen te loozen in openbare wateren, tenzij krachtens door of namens het College van Gedeputeerden te verleenen vergunning.

Toelichting artikel 40.

Het betreft hier de z.g. afvoerpompinstallaties, waarvoor een vergunning noodzakelijk wordt geacht ter bescherming van de openbare wateren, waarin het pompwater wordt geloosd.

Voor deze afvoerpompen is het verleenen eener vergunning tot nu toe steeds gebruikelijk geweest (krachtens Bijblad 6409).

Het verleenen van dergelijke vergunningen werd tot dusver overgelaten aan den Gouverneur der Provincie.

Artikel 41 (Art. 28 jo. art. 2 A. W. R.).

In gebiedsdeelen, door het College van Gedeputeerden aan te wijzen, is het verboden om, anders dan krachtens een door of namens het College te verleenen vergunning, water te onttrekken aan den bodem op een diepte van 15 m en minder voor bevoeiing dan wel voor industriele doeleinden, op andere wijze dan door scheppen of putten.

Toelichting artikel 41.

In artikel 28 A. W. R. is slechts een vergunning voorgeschreven voor het onttrekken van water aan den bodem (voor alle soorten van watergebruik) op een diepte grooter dan 15 m.

In bepaalde streken van Oost-Java o.a. in Kediri is het grondwater van zoo groot belang voor den bevoeiingstoestand, dat het bevoeien uit putten aldaar ten behoeve van de voor particulieren landbouw in gebruik genomen, niet bevoeide gronden krachtens het thans vigeerend waterreglement is verboden (vide besluit Resident Kediri ddo. 10-9-1927 No. 881/10).

Het komt derhalve gewenscht voor, dat terzake ook in dit Reglement regelend wordt opgetreden.

Artikel 42 (Art. 29 A. W. R.).

Het College van Gedeputeerden is bevoegd tot het verleen van vergunningen, als bedoeld in artikel 29 lid (1) jo. lid (2) sub a A. W. R., mits tot wederopzegging en overigens met inachtneming van de bepalingen van het vierde hoofdstuk van dat Reglement.

Toelichting artikel 42.

Ingevolge lid (4) van artikel 29 A. W. R. berust de bevoegdheid tot het verleen van vergunningen niet tot wederopzegging bij den Provincialen Raad, terwijl ingevolge lid (5) van hetzelfde artikel een vergunning niet tot wederopzegging niet in werking treedt dan na verkregen goedkeuring van de Regeering.

Vergunningen tot wederopzegging kunnen derhalve door of namens het College van Gedeputeerden worden verleend, in het laatste geval door waterstaatsambtenaren welke daartoe door het College zullen worden aangewezen en volgens door dat College vast te stellen uitvoeringsvoorschriften.

Artikel 43 (Art. 2 A. W. R.).

(1) Mits daardoor het gebruik door anderen en de uitoefening van bijzondere rechten niet worden belemmerd of belet, staat het een ieder vrij uit natuurlijke stroomende openbare wateren, anders dan met mechanische hulpmiddelen, zand, grint, steenen of dergelijke natuurlijke voortbrengselen te verzamelen, behalve op die plaatsen, waar zulks vanwege het College van Gedeputeerden ten behoeve van waterstaatsbelangen is verboden en door middel van kentekenen is aangeduid.

Het model van deze kentekenen wordt vastgesteld door of namens het College van Gedeputeerden.

(2) Het winnen van de in het vorige lid bedoelde voortbrengselen uit openbare wateren door middel van werktuigen door mechanische kracht gedreven, is tenzij krachtens vergunning van het College van Gedeputeerden verboden.

(3) Het winnen van die voortbrengselen uit andere dan natuurlijke stroomende openbare wateren is verboden, tenzij krachtens vergunning van de door het College van Gedeputeerden aan te wijzen waterstaatsambtenaren.

(4) Een vergunning als bedoeld in het vorige lid is niet vereischt voor het winnen van de daarbij bedoelde voortbrengselen door middel van handenarbeid, ten behoeve van huishoudelijke doeleinden en in kleine hoeveelheden ten behoeve van het onderhoud van desawegen, mits daarbij worden inachtgenomen de aanwijzingen, welke door de betrokken waterstaatsambtenaren zijn of zullen worden gegeven.

Toelichting artikel 43.

In artikel 2 lid (2) A. W. R. wordt alleen gesproken van vrij gebruik uit „natuurlijke stroomende openbare wateren”.

Het lijkt uit een waterstaatsoogpunt gewenscht om de winningen van zand enz. uit andere dan die openbare wateren, aan een vergunning te binden, behoudens in de gevallen vermeld in het vierde lid, zulks in overeenstemming met artikel 4 lid (3) der „Verordening tot bescherming van openbare wateren in beheer bij de Provincie Oost-Java”.

Speciaal met het oog op gegraven leidingen, welke uiteraard meer zorg eischen voor de instandhouding komt het noodig voor om de winning van zand enz. aan beperkende voorschriften te binden.

Artikel 44 (Art. 30 A. W. R.).

(1) Het College van Gedeputeerden is bevoegd tot het verleen van vergunningen als bedoeld in artikel 30 lid (2) sub a van het A. W. R., voor zoover betreft werken van geringen omvang als aangeduid in het volgend lid van dit artikel en overigens met inachtneming van de bepalingen van het vierde hoofdstuk van het A. W. R.

(2) Onder werken van geringen omvang, als bedoeld in het vorige lid, worden verstaan:

alle andere werken dan die, bedoeld in artikel 3 van de „Algemeene Waterbeheersverordening” en die tot het winnen van waterkracht ingeval de watervergunning op den voet van artikel 38 lid (1) van dit Reglement door den Provincialen Raad wordt verleend.

Toelichting artikel 44.

In het derde lid van artikel 30 A. W. R. is den betrokken raden de mogelijkheid opengelaten om hun in het vorige lid nader omschreven bevoegdheid (tot het verleen van vergunningen voor het aanleggen, wijzigen of opruimen van werken in of over openbare wateren, hunne uiterwaarden, oevers en dijken) over te dragen aan het College van dagelijksch bestuur, doch slechts voor zoover betreft werken van geringen omvang, zulks ter beoordeeling van den Raad.

Ingevolge de „Algemeene Waterbeheersverordening” jo. het tweede lid van artikel 30 A. W. R. is reeds vergunning der Regeering vereischt voor het aanleggen, wijzigen of opruimen van de volgende werken:

- a. dammen met een waterkeerende hoogte van meer dan 5 m, dan wel dienend tot opzameling van meer dan 5 miljoen m³ water;
- b. werken tot het winnen van waterkracht van een vermogen van meer dan 250 theoretische paardekrachten;
- c. voor rijverkeer geschikte overbruggingen van waterloopen met een vrije overspanning van meer dan 50 m, dan wel met een totale lengte van meer dan 100 m.

Daar de voor deze werken gestelde grenzen aan den lagen kant zijn, zoodat voor een eenigszins belangrijk werk toch reeds de goedkeuring van de Regeering is vereischt, lijkt het in het belang van een vlotte afdoening van zaken gewenscht, dat vergunningsaanvragen voor andere dan die werken, door het College van dagelijksch bestuur worden afgedaan. Dit belang heeft bij den Provincialen Raad van Oost-Java ook voor oogen gestaan bij de vaststelling der „Verordening tot bescherming van openbare wateren in beheer bij de Provincie Oost-Java”, waarin de bevoegdheid tot het verleen van vergunning voor zelfs de belangrijkste werken is opgedragen aan uitvoerende organen.

In verband met het eerste lid van artikel 38 en de in de Regeeringsverordening genoemde waterkrachtwerken is in het onderhavige artikel een uitzondering gemaakt. Met het oog op de wenschelijkheid

om zooveel mogelijk het verleen van de in art. 38 lid (1) bedoelde watervergunning en die tot het aanleggen van de betreffende werken in één hand te houden, is de bepaling in het slot van art. 44 lid (2) opgenomen. Beide bedoelde vergunningen worden dus door den Provincialen Raad verleend.

In de door het College van Gedeputeerden vast te stellen uitvoeringsvoorschriften zal zooveel mogelijk de competentie van de verschillende waterstaatsambtenaren worden vastgelegd met betrekking tot het — namens het College — verleen van vergunningen voor den aanleg van belangrijke en minder belangrijke werken.

HOOFDSTUK IX.

Aanleg, instandhouding, onderhoud en bescherming van openbare wateren en van tertiaire leidingen en van tot die wateren en leidingen behorende kunstwerken.

Artikel 45.

(1) Het College van Gedeputeerden wijst aan de openbare wateren met inbegrip van hunne uiterwaarden, oevers en dijken en de daartoe behorende kunstwerken, welke door de Provincie worden onderhouden.

(2) Voor de in lid (1) bedoelde wateren en werken worden dienststressortsgewijs leggers ingericht volgens een door of namens het College van Gedeputeerden vast te stellen model.

(3) Deze leggers worden telkens voor een periode van 5 opvolgende jaren door het College van Gedeputeerden vastgesteld.

(4) Tusschentijdsche wijzigingen in deze leggers worden telkenjare in suppletoire leggers opgenomen, welke eveneens door voornoemd College worden vastgesteld.

(5) De bezitter van den grond, gelegen langs een openbaar water, c.q. de gebruiker van dien grond is verplicht het met het onderhoud van openbare wateren belaste waterstaatspersoneel in het belang van dat onderhoud den toegang tot dien grond te verleen en te gedoogen, dat de noodige onderhoudswerkzaamheden worden verricht.

Toelichting artikel 45.

Ingevolge artikel 1 der „Algemeene Waterbeheersverordening” ter uitvoering van het A. W. R. moeten van alle openbare wateren, bij de Provincie in beheer, leggers worden bijgehouden volgens een vastgesteld model.

Deze openbare wateren zijn echter niet alle in onderhoud bij de Provincie.

Het komt derhalve noodzakelijk voor om van de openbare wateren, benevens van de daartoe behorende kunstwerken, welke wel door de Provincie worden onderhouden, *aparte* leggers in te richten, welke als onderhoudsleggers kunnen worden aangeduid.

In verband met het omvangrijke werk dat aan de samenstelling van deze leggers is verbonden, is bepaald dat deze slechts eenmaal voor een periode van 5 opvolgende jaren worden opgemaakt en vastgesteld terwijl van de tusschentijdsche wijzigingen in dezen legger telkenjare z.g. suppletoire leggers worden opgemaakt en vastgesteld.

In het algemeen zullen in de onderhoudsleggers alleen worden opgenomen z.g. waterkeeringswerken, waartoe bedijkte groote rivieren en bandjirverdeelen

werken worden gerekend en z.g. bevoeiings- en afwateringswerken, waaronder de bevoeiingsstelsels ressourceeren en de daarmede verband houdende afvoerleidingen, zoomede bedijkte rivieren, welke niet als waterkeeringswerken zijn geregistreerd.

Rivieren en andere natuurlijke waterlopen, hoe- wel wel bij de Provincie in beheer zijnde, worden dus in het algemeen niet door de Provincie onderhouden en daarbij draagt de beheerstaak meer een politioneel karakter, d.w.z. dat door den beheerder gewaakt wordt tegen eigendunkelijke handelingen van personen of instellingen ten opzichte van die waterlopen.

In de gevallen echter dat de bescherming van algemeene belangen zulks bepaaldelijk eischt, bijvoorbeeld wanneer deze waterlopen zoodanig bandijrbezwaar opleveren, dan wel dat als gevolg van voortdurende degradaties gevaar ontstaat voor natuurlijke rivierverleggingen waardoor aan een geheele landstreek ernstige schade kan worden berokkend, zoodat een geregeld onderhoud daarvan van overheidswege dient te geschieden, kan het College van Gedeputeerden die waterlopen aanwijzen om door de Provincie in onderhoud te worden genomen.

Bij het verlenen van zakelijke rechten van Landswege op den voet van het B. W. wordt als regel het beding opgenomen, dat de toegang tot het langs of door het betreffelijke perceel stroomend openbaar water moet worden toegestaan.

Hoewel in de practijk t.a.v. bevolkingsgronden in dit opzicht nog geen moeilijkheden zijn ondervonden, komt het toch gewenscht voor om een algemeene duldplicht als omschreven in lid (5) van dit artikel in dit Reglement vast te leggen.

Wie te verstaan zijn onder „bezitter(s) van den grond” is bepaald in artikel 1 van het A. W. R.

Artikel 46 (Art. 7 A. W. R.).

(1) Onverminderd het bepaalde bij artikel 20 van dit Reglement wordt door of namens het College van Gedeputeerden jaarlijks aan ingewonnen advies van de plaatselijke irrigatiecommissies vastgesteld, welke bevoeiingsstelsels of gedeelten daarvan ten behoeve van schouw en herstel zullen worden drooggelegd, op welk tijdstip de drooglegging zal aanvangen en hoe lang die zal duren.

(2) Het tijdstip van drooglegging wordt tijdig te voren bekend gemaakt en zoodanig gekozen, dat de belanghebbende watergebruikers daarvan zoo weinig mogelijk ongerief of nadeel zullen ondervinden.

In geen geval bestaat daarvoor aanspraak op eenige schadevergoeding of compensatie.

(3) Voor drooglegging gedurende langeren tijd dan 3 weken of voor meermalige droogleggingen, welke in totaal meer dan 3 weken per jaar vorderen, wordt behoudens dringende omstandigheden de voorafgaande goedkeuring van het College van Gedeputeerden vereischt.

Toelichting artikel 46.

In het algemeen is een jaarlijksche drooglegging voor inspectie, onderhoud en herstelling van bevoeiingswerken noodzakelijk ter voorkoming dat aan deze werken onder water gebreken ontstaan, welke indien niet tijdig voorzien tot ongewenschte staking der bevoeiing aanleiding kunnen geven.

Die drooglegging zal, indien goed voorbereid, veelal niet meer dan 2 hoogstens 3 weken vorderen en indien daarvoor het meest geëigende tijdstip wordt gekozen (meestal aan het einde der Westmoessonbevoeiing) voor de bevoeiing weinig of niet hinderlijk zijn.

Is echter een drooglegging van langeren duur noodzakelijk, bijv. voor het verrichten van zware herstellingen aan grootere kunstwerken of leidingen, dan wordt een beslissing van het College van Gedeputeerden wenschelijk geacht, in verband met de consequenties aan dien maatregel verbonden.

In alle overige gevallen kan de beslissing namens het College worden genomen door de Irrigatiehoofden.

Houders van water- of waterkrachtvergunningen zullen met de noodzakelijkheid van periodieke droogleggingen rekening hebben te houden en kunnen nimmer eenige aanspraak op schadevergoeding of compensatie maken voor door hen ondervonden na- deelen of ongerief.

Artikel 47.

(1) Het is verboden eenig bouwwerk te plaatsen, dan wel geheel of gedeeltelijk te vernieuwen, op een afstand gemeten uit den hiel van een langs een openbaar water loopenden dijk, of indien geen dijk aanwezig is, uit den bovenkant van het talud van dat openbaar water, van minder dan:

- a. 20 m voor de rivieren, aangegeven in den bij deze Verordening behoorenden staat I;
- b. 5 m voor de rivieren, aangegeven in den bij deze Verordening behoorenden staat II, zoomede voor de irrigatie-aan- en afvoerleidingen met een normale capaciteit van 4 m³ per seconde en meer;
- c. 3 m voor irrigatie-aan- en afvoerleidingen met een normale capaciteit van 1 tot 4 m³ per seconde;
- d. 2 m voor irrigatie-aan- en afvoerleidingen met een normale capaciteit van minder dan 1 m³ per seconde.

(2) Het in het vorige lid bedoelde verbod geldt ook voor de geheele grondstrook, gelegen tusschen een openbaar water en een ten behoeve daarvan aangelegden dijk of weg.

(3) Bij aaneengesloten bebouwingen worden de in het eerste lid onder a, b en c vastgestelde afstanden teruggebracht tot respectievelijk 15, 4 en 2 m.

(4) Het is verboden permanente erfafscheidingen aan te brengen, dan wel geheel of gedeeltelijk te vernieuwen op een afstand gemeten uit den hiel van een langs een openbaar water loopenden dijk, of indien geen dijk aanwezig is, uit den bovenkant van het talud van dat openbaar water, van minder dan:

- a. 5 m voor de sub a van het eerste lid bedoelde wateren;
- b. 3 m voor de sub b van het eerste lid bedoelde wateren;
- c. 2 m voor de sub c van het eerste lid bedoelde wateren;
- d. 1 m voor de sub d van het eerste lid bedoelde wateren;

(5) Het in het vorige lid bedoelde verbod geldt ook voor de geheele grondstrook tusschen een openbaar water en een ten behoeve daarvan aangelegden dijk of weg.

(6) Onverminderd het bepaalde in artikel 51 A. W. R. is het verboden gebouwen of permanente erfafscheidingen aan te brengen dan wel geheel of

gedeeltelijk te vernieuwen op een afstand van 20 meter om een bij de Provincie Oost-Java in beheer zijnde bron.

Toelichting artikel 47.

De strekking van dit artikel is het voorkomen, dat vlak langs de dijken en oevers van openbare wateren bouwwerken of permanente erfafscheidingen worden opgericht, waardoor niet alleen het regelmatig onderhoud wordt bemoeilijkt, doch ook bij eventueel noodige voorzieningen aan die wateren of dijken kostbare schadeloosstellingen zouden moeten worden uitbetaald.

Door het uitbreiden van het bouwverbod voor de grondstrooken gelegen tusschen openbare wateren en daarlangs loopende inspectiewegen wordt het vrije uitzicht op en de vrije toegang tot die openbare wateren van uit de inspectiewegen verzekerd.

Voorts komt het uit praktische overwegingen noodig voor het bouwverbod ook uit te strekken over de grondstrooken (uiterwaarden) gelegen tusschen openbare wateren en de daarbij behorende bedijkingen.

De rooilijnafstanden voor de wateren bedoeld onder b t/m d zijn overgenomen uit de „Rooilijn-verordening Provincie West-Java”, vastgesteld op 26 April 1929 (afgekondigd in het Provinciaal Blad van West-Java van 15 Mei 1929 No. 6) laatstelijk gewijzigd bij verordening van 12 October 1937 (Prov. Blad No. 15).

Aangezien de practijk in West-Java heeft uitgezezen, dat met die rooilijnafstanden kan worden volstaan en de geldende regeling in het algemeen bevredigend heeft gewerkt, wordt het raadzaam geacht die onveranderd over te nemen.

Echter wordt het noodzakelijk geacht enkele groote bedijkte rivieren zooals de K. Brantas, de K. Solo e.a. in een aparte rubriek onder te brengen en daarvoor grotere rooilijnafstanden vast te stellen.

Ten slotte moge nog speciaal de aandacht worden gevestigd op de dispensatiemogelijkheid, opgenomen in artikel 49 van dit Reglement.

Artikel 48.

Onder gedeeltelijke vernieuwing, als bedoeld in het vorige artikel, worden niet verstaan die herstellingen welke naar het oordeel van den daartoe door het College van Gedeputeerden aan te wijzen ambtenaar tot het gewoon onderhoud van de bouwwerken behooren.

Artikel 49.

Het College van Gedeputeerden is bevoegd om vergunning te verleen tot afwijking van de in artikel 47 van dit Reglement vervatte verbodsbepalingen en daaraan in het belang van de wateren voorwaarden te verbinden.

Artikel 50.

(1) Het is den houders of hoeders van vee (eenhoevige dieren, herkauwers en varkens) verboden, dat vee op waterwerken vast te binden of vast te houden dan wel op zoodanigen afstand van die werken, dat het deze kan betreden.

(2) De houders of hoeders van vee zijn verplicht het op de in lid (1) van dit artikel omschreven wijze bevestigde vee op bevel van het irrigatiebeheerspersoneel onmiddellijk te verwijderen.

(3) Het irrigatiepersoneel is bevoegd om het vee, dat op de in lid (1) omschreven wijze is bevestigd, van of uit de nabijheid van de waterwerken te verwijderen, voor zoover noodig met behulp van den sterken arm.

Toelichting artikel 50.

Het laten *losloopen* van vee in de nabijheid van waterwerken, waardoor deze of daarlangs staande boomen of plantsoenen zouden kunnen worden beschadigd, behoeft in deze verordening niet verboden te worden, omdat o.m. de regeling op dit punt in de publicatie, opgenomen in Staatsblad 1854 No. 95 jo. art. 6 sub 14 der Invoeringsverordening Strafwetboek (Staatsblad 1917 No. 497) gehandhaafd is gebleven.

Ten overvloede wordt verwezen naar het Provinciaal Blad van Oost-Java 1934 blz. 610, betreffende de Verordening ter voorkoming van beschadiging door vee van waterwerken in beheer bij de Provincie Oost-Java.

Artikel 51.

De aanleg van tertiaire aanvoerleidingen en van de kleinere afvoerleidingen, welke moeten dienen voor de afwatering der eindvakken van bevoeiing, benevens de tot die leidingen behorende kunstwerken, geschiedt behoudens door het College van Gedeputeerden te bepalen uitzonderingsgevallen door of vanwege de betrokken desa's, volgens door het Irrigatie- of Districtshoofd aan te geven wijze.

Toelichting artikel 51.

Als regel behooren deze leidingen door de belanghebbende desa's te worden aangelegd, terwijl in uitzonderingsgevallen ter beoordeeling van het College van Gedeputeerden aanleg ook geheel of gedeeltelijk op kosten der Provincie zal kunnen geschieden.

Tot deze uitzonderingsgevallen kunnen o.m. worden gerekend die, waarin de in dit artikel bedoelde verplichting het technisch of financieel vermogen van de betrokken desa(s) te boven gaan.

Artikel 52.

(1) Tot het onderhoud van de in het vorig artikel bedoelde leidingen en daartoe behorende kunstwerken, welke niet bij de Provincie in onderhoud zijn, zijn verplicht alle bezitters van bevoeide gronden in het eindvak van bevoeiing, voorzoover die onderhoudsplicht niet op andere wijze is geregeld in watervergunningen.

(2) Bij verhuur van bevoeide gronden gaat de onderhoudsplicht gedurende het tijdvak of de tijdvakken, waarin die gronden in gebruik zijn bij den huurder, op dezen over.

(3) Indien de huurder zulks wenscht, kan de in het vorig lid bedoelde onderhoudsplicht door hem — ten genoegen van den Resident — tot wederopzegging worden afgekocht en het onderhoud in betaalden arbeid worden gerekend op een door het College van Gedeputeerden te bepalen wijze.

Toelichting artikel 52.

In lid (1) is rekening gehouden met den onderhoudsplicht ingevolge watervergunningen.

In sommige watervergunningen wordt namelijk voorgeschreven, dat gedurende de tijden dat van deze leidingen wordt gebruik gemaakt voor het transport van het water, de onderhoudsplicht rust op den vergunninghouder.

Ingevolge lid (3) wordt afkoop van den onderhoudsplicht door de huurders van de bevoelde gronden mogelijk gemaakt.

Die afkoop kan in den vorm eener overeenkomst tusschen de betrokken huurders en de betrokken desa(s) worden geregeld.

Artikel 53.

(1) Het onderhoud der in het vorig artikel bedoelde leidingen is tweeledig n.l.:

- a. het *voortdurend* onderhoud, bestaande uit het verrichten van zoodanige werkzaamheden als noodig zijn voor de instandhouding van een geregelde bevoeiing en afwatering;
- b. het *periodiek* onderhoud, bestaande uit het zoodanig opschoonen en onder profiel brengen van de leidingen als de wateraan- en afvoer vereischt, een en ander volgens aanwijzingen van het irrigatiepersoneel.

(2) Het in het vorig lid bedoelde onderhoud geschiedt volgens door het College van Gedeputeerden vast te stellen regelen.

Toelichting artikel 53.

In de practijk is gebleken, dat zoowel het voortdurend als het periodiek onderhoud van leidingen noodzakelijk is.

Artikel 54.

Voorzoover de leidingen en kunstwerken niet in orde worden bevonden, is het Irrigatie- of Districtshoofd bevoegd na tijdige waarschuwing den watertoevoer te staken naar de gronden, welke onderhoudsplichtigen in gebreke zijn gebleven, totdat aan den onderhoudsplicht is voldaan, een en ander ter voorkoming van oneconomisch watergebruik.

Artikel 55.

Het is verboden uit de tertiaire aanvoerleidingen water te onttrekken op andere dan de daartoe door den betrokken mantri of zelfstandig beambte bij het waterbeheer in overeenstemming met het betrokken onderdistrictshoofd van het Binnenlandsch Bestuur aangegeven plaatsen.

Toelichting artikel 55.

Door deze bepaling wordt voorkomen, dat de leidingdijken op onnoodig vele plaatsen worden doorgekapt voor het onttrekken van water.

Artikel 56.

Het is verboden om zonder toestemming van het Irrigatie- of Districtshoofd nieuwe leidingen en kunstwerken als bedoeld in artikel 51 van dit Reglement aan te leggen.

Artikel 57.

Ter beperking van de waterverliezen in irrigatieleidingen kan door of namens het College van Gedeputeerden bepaald worden op welken minimumafstand van den dijkshiel van die leidingen ring- of andere afwateringsgoten van suikerriettuinen of andere aanplantingen mogen worden gegraven en tot welke maximum diepte deze goten mogen worden aangelegd.

Artikel 58.

Langs leidingen, door of namens het College van Gedeputeerden aan te wijzen, zal een strook grond ter breedte van 0,30 m gemeten van den dijkshiel ongebruikt gelaten moeten worden; waar de leidingdijken in slechten staat verkeerren, zullen deze zoo veel mogelijk eerst onder profiel worden gebracht en zal de bovenbedoelde strook voorloopig worden afbakend.

Artikel 59.

Onverminderd het bepaalde in de artikelen 408 en 409 Wetboek an Strafrecht, is verboden:

- a. het ontgraven, uitgraven, of ondergraven van den tot openbare wateren en tot kunstwerken behoorenden grond;
- b. het vernielen of uitrusten van de grasbekleding of van de aan openbare wateren of op kunstwerken door of met instemming van de overheid aangebrachte beplantingen;
- c. het beplanten van leidingdijken, bermen of beddingen zonder vergunning;
- d. het versperren of belemmeren op eenigerlei wijze van de waterloopen;
- e. onverminderd het bepaalde in artikel 57 van dit Reglement, het aanleggen van diepe goten of draineeringen langs aanvoerleidingen, waardoor abnormale waterverliezen in die leidingen kunnen ontstaan.

HOOFDSTUK X.

Slotbepalingen.

Artikel 60 (Art. 32 A. W. R.).

Onverminderd hetgeen bij de artikelen 4 en 5 der „Algemeene Waterbeheersverordening” is bepaald omtrent hetgeen, waaraan vergunningen als bedoeld in het vierde hoofdstuk van het A. W. R. moeten voldoen, worden door het College van Gedeputeerden nadere voorschriften vastgesteld betreffende de wijze van indiening c.q. behandeling van die aanvragen, zoomede andere voorschriften ter uitvoering voor zoover noodig van dit Reglement en het A. W. R.

Toelichting artikel 60.

De krachtens artikel 32 A. W. R. in de „Algemeene Waterbeheersverordening” opgenomen eischen zijn niet volledig in zooverre, dat zij slechts betrekking hebben op vergunningen als bedoeld in artikel 26 A. W. R. en dan nog meer bepaaldelijk die vergunningen, waarbij geen belangrijke werken worden aangelegd.

Zijn de materiele voorschriften der geldende provinciale verordeningen thans reeds vervat in het A. W. R. en het Provinciaal Waterreglement, de formele voorschriften zullen regeling vinden in door (c.q. vanwege) het College van Gedeputeerden samen te stellen uitvoeringsvoorschriften, welke beoogen eene handleiding te zijn zoowel voor het publiek als voor de betrokken ambtenaren, alsmede in een nadere regeling van de overdracht der bevoegdheden van het College van Gedeputeerden op de watersaatsambtenaren.

In het A. W. R. (artikelen 33 e.v.) zijn voorts uitgebreide bepalingen opgenomen nopens de rechten en verplichtingen van vergunninghouders, het vervallen en de intrekking eener vergunning enz. tezamen een sluitende regeling vormende, welke in het Provinciaal Waterreglement geen aanvulling behoeft.

Artikel 61 (Art. 53 A. W. R.).

(1) Met het toezicht op de naleving van de bij of krachtens het A. W. R. en dit Reglement gegeven voorschriften en gestelde voorwaarden en het opsporen van de in artikel 53 van het A. W. R. bedoelde overtredingen zijn mede belast alle met het waterbeheer belaste ambtenaren en beamten van den rang van beambte bij het waterbeheer af en hooger.

(2) Onverminderd het bepaalde in artikel 39 A. W. R. is de bezitter c.q. de gebruiker van een perceel verplicht den in het vorige lid bedoelden opsporingsambtenaren den toegang tot het perceel te verschaffen en hun alle voor het toezicht noodige inlichtingen te verstrekken, teneinde hen in de gelegenheid te stellen het noodige onderzoek in te stellen. Bedoelde ambtenaren zijn bevoegd die percelen te betreden.

(3) De verplichting tot naleving van de bepalingen van dit Reglement rust in de gevallen, waarin zij toepassing moeten vinden ten aanzien van een rechtspersoon, op de hier te lande gevestigde leden van het bestuur, of, bij ontstentenis of afwezigheid van die leden, op de(n) vertegenwoordiger(s) van den rechtspersoon in Nederlandsch-Indië.

Toelichting artikel 61.

In artikel 53 van het A. W. R. is reeds strafbaar gesteld overtreding van de krachtens dat Reglement vastgestelde regelingen en voorschriften, waaronder uiteraard ook het Provinciaal Waterreglement en nadere uitvoeringsvoorschriften daarvan vallen. Daar de hogere wetgever reeds de sancties, gesteld op overtreding dezer voorschriften, heeft vastgesteld en geen verhooging daarvan in geval van recidive heeft mogelijk gemaakt, evenmin als verbeurdverklaring van de voorwerpen, waarmede de overtreding is gepleegd, is het niet wel mogelijk deze strafver-

zwaren in een lagere verordening op te nemen, zoodat zij ook in dit Reglement zijn achterwege gelaten.

Artikel 62.

Onverminderd hetgeen terzake is bepaald in het A. W. R. is degene, die eene verplichting bij of krachtens dit Reglement gesteld, niet of niet behoorlijk nakomt, gehouden op schriftelijke aanzegging van of namens het College van Gedeputeerden binnen den daarbij gestelden termijn het noodige te verrichten, tot stand te brengen of op te ruimen. Geschiedt zulks, ten genoegen van den door het College van Gedeputeerden aangewezen gezaghebber, niet, dan kan het noodige door den Provinciaal Waterstaatsdienst worden verricht, tot stand gebracht of opgeruimd, op kosten van den nalatige.

In spoedeisende gevallen kan deze werkwijze worden gevolgd zonder dat vorenbedoelde schriftelijke aanzegging heeft plaats gehad.

Artikel 63.

Deze verordening, welke kan worden aangehaald als „Provinciaal Waterreglement Oost-Java”, treedt in werking met ingang van den dag, waarop het „Algemeen Waterreglement 1936” voor zoover betreft de Provincie Oost-Java in werking zal treden.

Toelichting artikel 63.

Nu in artikel VIII van de ordonnantie tot vaststelling van het A. W. R. (Stbl. 1936 No. 489) is bepaald, dat zij voor elke provincie afzonderlijk in werking treedt op een nader door den Gouverneur-Generaal te bepalen tijdstip en die ordonnantie met het Algemeen Waterreglement en het Provinciaal Waterreglement als het ware onafscheidelijk zijn, behooren bedoelde regelingen gelijktijdig in werking te treden.

Uiteraard moet afkondiging van het Provinciaal Waterreglement voordien hebben plaats gehad.

De overgangsbepaling van artikel III der ordonnantie tot vaststelling van het A. W. R. is zoo volledig, dat opname van een bijzondere overgangsbepaling onnoodig is.

Soerabaja, 18 November 1938.

De Gouverneur der Provincie Oost-Java
w.g. Van der Plas.

Het berekenen van den maximum-afvoer van stroomgebieden met een oppervlak van 0—100 km²

door

ir. H. M. VERWEIJ,

Ingenieur bij den Prov. Wat. van Oost-Java te Soerabaja.

Inleiding.

Onder bovenstaanden titel werd in *De Ingenieur in Nederlandsch-Indië* no. 10 (October) 1937 door ir. J. P. der Weduwen een nieuwe methode ontwikkeld voor het bedoelde onderwerp.

De bestudeering van dit lezenswaardige artikel heeft bij steller dezès den indruk gewekt, dat de schrijver te zeer heeft gestreefd naar de samenstelling van één, gemakkelijk te hanteeren nomogram en daardoor als het ware gedwongen werd tot het doen

van meerdere vereenvoudigende aannamen, o.m. betreffende den vorm van het stroomgebied, waardoor (de schrijver wijst er op blz. II. 153, 3de kolom zelf op) het nomogram feitelijk een zeer beperkte geldigheid bezit.

Het wil mij voorkomen, dat met gebruikmaking van meerdere, door ir. der Weduwen verzamelde gegevens wel een berekeningsmethode is op te stellen, die een ruimere toepassing in de practijk mogelijk maakt.

Wel is waar zal blijken dat hierbij niet volstaan kan worden met het doen van enkele aflezingen op één gemakkelijk te hanteeren nomogram, doch het vraagstuk van de berekening van den maximum-afvoer, zelfs van kleine stroomgebieden met een oppervlak tot 100 km² bevat zoovele onbekenden, dat een iets minder snel verlopende berekening niet *a priori* verworpen mag worden.

In de ondervolgende regelen zal een methode worden aangegeven, die voor het grootste gedeelte parallel loopt met de methode-Melchior, doch waarbij meerdere door ir. der Weduwen vermelde gegevens en overigens enkele beschouwingen dienstig zullen zijn om de door ir. Melchior in zijn bekende verhandeling gedane aannamen te toetsen en eventueel te wijzigen.

Er moge reeds bij voorbaat op worden gewezen dat hiermede, evenals met de methode-Melchior en de door ir. der Weduwen ontwikkelde berekening, slechts een *benadering* van de in werkelijkheid optredende maximum-afvoeren zal kunnen worden bereikt. En nadrukkelijk moge worden gestipuleerd dat indien over talrijke waarnemingen gedurende een lange periode kan worden beschikt, de bekende, door ir. S. H. A. Begemann ontwikkelde berekeningswijze, gepubliceerd in *De Waterstaatsingenieur* 1931 nos. 1, 2 en 3, de voorkeur zal verdienen, vooral indien het belangrijke ontwerpen betreft.

In het belang van een gemakkelijke lezing zullen door mij dezelfde notaties worden gebruikt als ir. der Weduwen in zijn bovenaangehaald artikel heeft toegepast, terwijl eveneens zal worden uitgegaan van de formule van Pascher:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot q \cdot f.$$

1. De grootste plaatselijke regenval q .

De grootste *waargenomen* plaatselijke regenvallen te Batavia voor tijdvakken van 1 — 48 h gedurende een periode van 70 jaar, zijn in kolom 1 van staat II op blz. II. 142 opgenomen, indien althans de in kolom b van dezen staat vermelde exceptioneel hoge regenval van 18 op 19 Januari 1893 voor den tijdsduur 6 — 48 h buiten beschouwing wordt gelaten.

De vereffeningen en berekeningen, welke ten doel hebben het verkrijgen van een eenvoudig verband tusschen q en t , leiden n.h.v. niet tot een bevredigend resultaat, zooals kan blijken uit de verschillen tusschen de waargenomen q en de aan de hand van eenige formules berekende q voor de verschillende tijdsduren. (Zie Staat VI op blz. II. 144 1e kolom).

In verband hiermede zal in het ondervolgende worden uitgegaan van de voor Batavia waargenomen waarden van q , waarbij voor tijdvakken korter dan 1 h de waarden voor q zijn ontleend aan het door ir. der Weduwen reeds genoemde werk van ir. F. H. van Kooten.

2. De reductiecoëfficiënt β .

De reductie β is door ir. Melchior bepaald aan de hand van de in Zuid-Bagelen verrichte regenwaarnemingen en de op grond van enkele beschouwingen gedane aanname, dat de te construeeren

kromme een horizontale asymptoot bezit met de vergelijking: $\beta - 0,12 = 0$ (zie formule (1) op bladzijde II. 136).

Prof. dr. J. Boerema heeft in een in *De Waterstaatsingenieur* 1918 No. 7 verschenen artikel, getiteld „Grootste regenval in verband met waterafvoer” medegedeeld dat één der gegevens, waarop ir. Melchior de ligging van bedoelde asymptoot afleidde, n.l. dat op 5 Januari 1893 op geheel Java gemiddeld 25 mm regen is gevallen, op 17 Januari 1906 is overtroffen, aangezien op dezen datum een gemiddelde regenval van 42 mm werd bereikt.

Daardoor zal de vergelijking van de horizontale asymptoot van de kromme die het verband tusschen B en F aangeeft (zie fig. 1 op blz. II. 136) worden:

$$\beta - 0,20 = 0.$$

Het is duidelijk dat hierdoor niet alleen de getallen-coëfficiënten in formule (1) op bladzijde II. 136 zullen moeten veranderen, maar ook de op bladzijde II. 138 opgenomen formule (2) zal moeten worden gewijzigd en eveneens formule (4), welke het verband aangeeft tusschen de regenhoogte en het oppervlak bij een bui van 30 minuten.

Deze wijzigingen hebben verder tot gevolg dat de op bladzijde II. 137 voor $F = 10 - 50 - 300$ km² in fig. 2 getrokken lijnen een eenigszins andere ligging zullen hebben dan door ir. Melchior aan de hand van de hem bekende en beschikbare gegevens kon worden bepaald.

En ten slotte zal de door ir. Melchior met behulp van de hierboven genoemde figuren 1 en 2 samengestelde grafiek, welke o.m. als bijlage 1 voorkomt in het artikel van ir. A. J. N. Nijman: „Bepaling van den maximum-afvoer van rivieren volgens de methode Melchior” in *De Waterstaats-Ingenieur* 1933 — No. 12, opnieuw berekend moeten worden.

Deze berekeningen kunnen voor stroomgebieden met een oppervlak tot 100 km² overbodig worden geacht, aangezien de onder leiding van prof. dr. J. Boerema van 1 Maart 1923 — 1 Januari 1925 verrichte waarnemingen voor Indië waardevoller gegevens opleveren dan met de op enkele aannamen berustende formules, enz. van ir. Melchior, ook *na omwerking*, te bereiken valt.

De door ir. der Weduwen in staat XI op bladzijde II. 146 gegeven uitkomsten tusschen β , F en t kunnen volgens prof. dr. J. Boerema *als voor geheel Indië geldig worden beschouwd*.

Aangezien het grootste door de regenmeters bestreken oppervlak 130 km² besloeg, lijkt het wel gewenscht om dezen staat niet verder te gebruiken dan tot $F = 150$ km², zooals ook door ir. der Weduwen wordt gedaan.

Waar verder de β -waarden voor $t = 24$ h werden berekend met de formule (1) van Melchior en deze — als boven is uiteengezet — wijziging behoeft, zal de toepassing beperkt worden tot $t = 12$ h.

Dit is geen bezwaar, daar ir. der Weduwen mededeelt, dat voor stroomgebieden met oppervlakken tot 100 km² tijdsduren $t > 12$ h van geen betekenis zijn.

De door ir. d e r W e d u w e n na eenige wijziging in de vierde kolom van staat IV opgenomen waarden van q uitgaande van een maximum etmaalregelval $R = 240$ mm te Batavia kunnen met de in staat XI opgenomen cijfers betreffende de uitbreiding van regenbuien worden samengevat in den hieronderstaanden staat A, aan de hand waarvan op elke gewenschte schaal de grafische voorstelling (*fig. 1*) kan worden geteekend.

Zoowel de waarden van $\beta \cdot q$ in staat A als de grafische voorstelling (fig. 1) zijn gebaseerd op een maximum etmaalregenvall $R = 100$ mm, zodat bij een daarvan afwijkenden maximum etmaalregenvall de gevonden getallen evenredig worden vermeerderd.

De grafische voorstelling kan nu voor stroomgebieden met F tot 150 km^2 dienen *ter vervanging* van de door ir. Melchior vervaardigde, hierboven aangeduide grafische voorstelling betreffende het verband tusschen T , F en q .

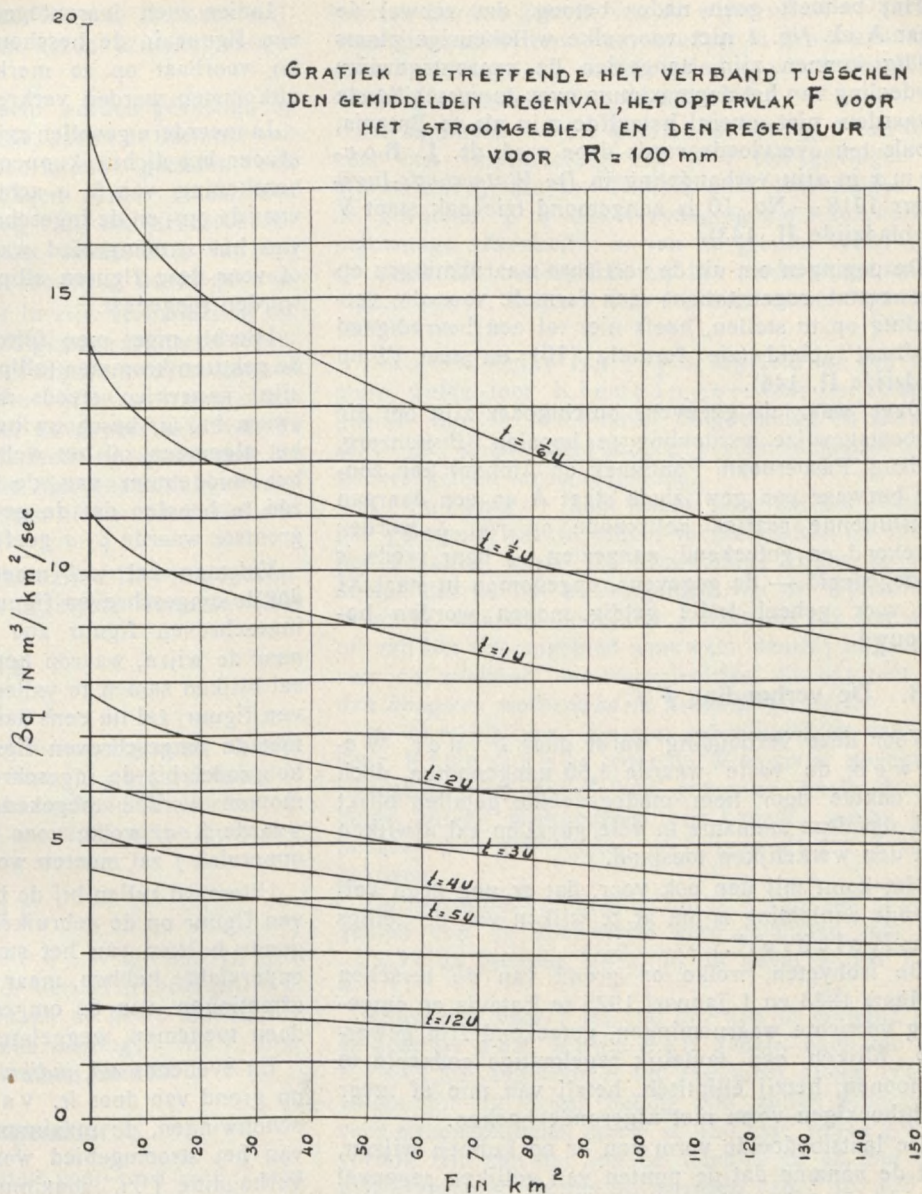


Fig. 1.

Staat A.

[illegible]

Het behoeft geen nader betoog, dat zoowel de staat A als *fig. 1* niet voor elke willekeurige plaats geldig kunnen zijn, aangezien de procentsgewijze verdeling van het dagmaximum over de verschillende t -waarden niet overal hetzelfde zijn als te Batavia, zooals ten overvloede reeds door prof. dr. J. Boerema in zijn verhandeling in *De Waterstaats-Ingenieur* 1918 — No. 10 is aangetoond (zie ook staat V op bladzijde II. 143).

De pogingen om uit de verrichte waarnemingen op een zestal regenstations een formule voor die verdeling op te stellen, heeft niet tot een bevredigend resultaat geleid (zie formule (16) en staat VI op bladzijde II. 144).

Daar waar de gegevens beschikbaar zijn om die procentsgewijze verdeling te bepalen (Buitenzorg, Padang, Pasoeroean, Pontianak en Ambon) kan zonder bezwaar een gewijzigde staat A en een daaraan aansluitende grafiek gelijkende op *fig. 1* worden berekend en geteekend, aangezien — naar reeds is medegedeeld — de gegevens, opgenomen in staat XI als voor geheel Indië geldig mogen worden beschouwd.

3. De verhouding F/f .

Voor deze verhouding wordt door ir. der Weduwen de vaste waarde 1,50 aangenomen, doch uit enkele door hem medegedeelde getallen blijkt wel, dat deze aanname in vele gevallen zal afwijken van den werkelijken toestand.

Het komt mij dan ook voor, dat er nog geen voldoende aanleiding is om af te wijken van de „ellips van Melchior”.

De isohyeten, welke op grond van de tusschen 1 Maart 1923 en 1 Januari 1925 te Batavia en omgeving verrichte waarnemingen, geteekend zijn geworden, blijken een tamelijk regelmatige gedaante te vertoonen, hetzij elliptisch, hetzij van min of meer rechthoekigen vorm met afgeronde hoeken.

De laatstbedoelde vorm zou er op kunnen wijzen, dat de aanname dat de punten van gelijken regenval op cirkels zijn gelegen niet *a priori* mag worden verworpen. Ook de door ir. Melchior vermelde waarneming van ir. Mensinga hebben de mogelijkheid van een cirkelvormige verdeling aangetoond. Terloops moge worden opgemerkt dat ir. Melchior voor een bui van 30 mm ook een cirkelvormige verdeling heeft aangenomen en hiervan heeft gebruik gemaakt bij de samenstelling van de figuur, die als *fig. 2* op bladzijde II. 137 voorkomt in het artikel van ir. der Weduwen.

Naar het mij voorkomt, behoeft bij de bepaling van den maximum-afvoer van een stroomgebied voor de waarde van F niet uitsluitend te worden afgegaan op den *omgeschreven ellips*, doch ook een cirkelvormige verdeling kan in de beschouwing worden getrokken.

Daarbij kan niet volstaan worden met de beschouwing van den *omgeschreven* cirkel, aangezien het oppervlak hiervan grooter is en dus een kleinere waarde van $\beta \cdot q$ m³/km²/sec zal worden gevonden met een daarmede corresponderenden kleineren afvoer.

Indien men daarentegen uitsluitend de *ingeschreven* figuur in de beschouwing treft, dan valt reeds bij voorbaat op te merken, dat daardoor te hooge uitkomsten worden verkregen.

In meerdere gevallen zal m.i. de gezochte maximum-afvoer het dichtst kunnen worden benaderd door de berekening van $\beta \cdot q$ achtereenvolgens te verrichten voor de om- en de ingeschreven figuur. Van den vorm van het stroomgebied ware dan te laten afhangen, of voor deze figuren ellipsen dan wel cirkels zullen worden toegepast.

Hierbij moet men feitelijk den eisch stellen, dat de gekozen krommen (ellipsen of cirkels) concentrisch zijn, aangezien steeds de regenverdeling van één zware bui in beschouwing wordt genomen. Doch in het algemeen zal het welhaast niet doenlijk zijn om het middelpunt van de twee concentrische figuren zóó te bepalen dat de gevonden regenverdeling de grootste waarde $\beta \cdot q$ geeft.

Volstaan zal wel moeten worden met den eisch, dat de omgeschreven figuur zoo klein mogelijk en de ingeschreven figuur zoo groot mogelijk zij. En al naar de wijze, waarop het onderzochte stroomgebied zal blijken samen te vallen met de om- of ingeschreven figuur, zal nu eens aan de waarde $\beta \cdot q$ verkregen met de omgeschreven figuur, dan weer aan die behorende bij de ingeschreven figuur, meer gewicht moeten worden toegekend ter vaststelling van de waarde $\beta \cdot q$, welke voor het stroomgebied met een oppervlak f zal moeten worden aangehouden.

Uiteraard zullen bij de bepaling van de omgeschreven figuur op de gebruikelijke wijze enkele uitspringende hoeken van het stroomgebied, die een kleine oppervlakte hebben, maar door hun aanwezigheid de afmetingen van de omgeschreven figuur belangrijk doen toenemen, weggelaten kunnen worden.

En eveneens zal, *indien daartoe aanleiding bestaat*, op grond van door ir. van Kooten gegeven beschouwingen, de maximum-afvoer voor dat gedeelte van het stroomgebied worden bepaald waarvoor de verhouding f'/L' maximum is, en alsdan ook voor dat gedeelte de om- en ingeschreven figuren geteekend, die voor de bepaling van de waarde $\beta \cdot q$ moeten dienen.

De door ir. der Weduwen op blz. II. 140 2de kolom gedane aanname, dat $f'/L' = \text{constant}$, is een beperking die te veel stroomgebieden zou uitsluiten van berekening.

4. De afvoercoëfficiënt α .

Met ir. der Weduwen ben ik van meening, dat voor de betrekkelijk kleine stroomgebieden van Java, waarin de maximum-afvoeren in vele gevallen door zeer hevige buien ontstaan, de coëfficiënt $\alpha = 0,52$, ja zelfs $= 0,62$, in den natten moesson *te laag* is.

In de verhandeling van ir. Melchior wordt met betrekking tot de aan te nemen waarde voor α slechts medegedeeld, dat de waarde van den coëfficiënt α bij toepassing van de formule van *Lauterburg* in Indië veelal wordt aangenomen 0,41, 0,52 of 0,62, meestal de gemiddelde waarde 0,52 en dat

er geen gegevens beschikbaar waren, die hem vrijheid zouden geven om „van dezen eenmaal aangenomen regel af te wijken”.

Terloops moge de aandacht worden gevestigd op de eigenaardige omstandigheid, dat in de formule van *Lauterburg* bij niet-doorlatende gronden, ook voor het geval dat vier dagen achter elkaar een regenval van 50 mm per dag valt, een afvoercoëfficiënt van 0,62 wordt toegepast, zoodat 38% van den gevallen neerslag buiten beschouwing wordt gelaten.

Ir. *Melchior* wijst er in zijn verhandeling op, dat sommige van de onbevredigende resultaten tegenover de waargenomen rivierdebieten zouden kunnen worden geweten aan onjuiste cijfers van den maximum etmaalregenval of van de oppervlakte van de stroomgebieden. Naar mijn meening speelt voor de kleinere stroomgebieden, die niet geheel uit sawahs bestaan, ook de te laag gekozen afvoercoëfficiënt een rol.

De toepassing van de op bladzijde II. 149 gegeven, door ir. van *Kooten* afgeleide formule (26) luidende:

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta \cdot q + 7}$$

komt dan ook wel aanbevelenswaardig voor, hoewel bij het gebruik van deze formule geen rekening is gehouden met één der beheerschende factoren, n.l. den regenval voorafgaande aan dien welke de maximum-afvoer veroorzaakt.

5. De afstroomingstijd T .

De door ir. der *Weduwen* op blz. II. 151 afgeleide formule (33) voor den afstroomingstijd T zal, daar zij over het algemeen de beste aansluiting geeft bij de beschikbare waarnemingen, n.h.v. voor toepassing in aanmerking kunnen komen.

6. De maatgevende regenduur t .

Ir. der *Weduwen* stelt voor om $t = 2 T$ aan te nemen en geeft daarvoor twee motieven, n.l.

- dat de door ir. *Melchior* en ir. van *Kooten* gehuldigde opvatting om $t = T$ te stellen tot zulke hoge afvoeren zal voeren, dat het in rekening brengen daarvan moet leiden tot zeer oneconomische afmetingen van daarmede in verband staande ingenieurswerken;
- om rekening te houden met de retentie welke in elk stroomgebied in meerdere of mindere mate optreedt en een nivelleerenden invloed uitoefent op den maximum-afvoer.

De onder *a* genoemde motiveering is mij niet geheel duidelijk, aangezien na berekening van den maximum-afvoer met $t = T$ de door ir. der *Weduwen* gegeven staat IX m.i. voldoende gegevens bevat om te bepalen op welke capaciteit een kunstwerk (of afvoerleiding), in verband met zijn aard of belangrijkheid in het voorliggende geval zal worden berekend.

Bovendien kan worden opgemerkt, dat de ongelijkheid van t en T in den gedachtengang van ir. der *Weduwen* in sterke mate afhankelijk zal

moeten worden gesteld van de wijze en de volgorde, waarop de zijrivieren haar aandeel in den maximum-afvoer bijdragen, d.i. van de geleiding van het stroomnet in het beschouwde stroomgebied.

De aanname $t = 2 T$ geeft, naar uit fig. 1 kan blijken, een vermindering van $\beta \cdot q$ ten gevolge. Ir. *Melchior*, die $t = T$ stelt, past daarentegen op de gevonden $\beta \cdot q$ een verhooging toe waarvan het percentage afhankelijk is van de grootte van T (zie de staat II, behoorende bij het reeds aangehaalde artikel van ir. *Nijman* in *De Waterstaats-Ingenieur* 1933 — no. 12).

Deze verhooging van $\beta \cdot q$ is afgeleid uit een formule, welke door *Klunzinger* voor het stroomgebied van de *Wien*-rivier is gevonden en zal dus zeker niet ongewijzigd mogen worden toegepast voor anders gelede stroomgebieden.

Klunzinger nam hierbij aan, dat het zoolang had geregend, dat de bodem verzadigd was en dus al het gevallen water tot afstrooming kwam, en verdeelde daarna het stroomgebied van de *Wien*-rivier in zônes, waarvan het water gelijktijdig bij den wortel van het stroomgebied aankwam, daarbij uitgaande van de snelheid der waterdeeltjes, die optreedt bij den hoogsten waterstand in de dwarsprofielen.

Ir. *Melchior*, die met gebruikmaking van het door *Klunzinger* voor de *Wien*-rivier gevonden resultaat, eerst $t = T$ had genomen, heeft daarna langs zuiver wiskundigen weg bepaald, welke verhooging $\beta \cdot q$ zou moeten verkrijgen als $t < T$ werd gekozen.

De maximum-verhooging van $\beta \cdot q$ voor het stroomgebied van de *Wien*-rivier werd gevonden voor $t/T = 0,74$ en bedroeg 8,8%. In dit geval is dus $T \sim 4/3 t$.

Aangezien voor f tot 100 km² (en in verband met de door Ir. der *Weduwen* gedane aanname van $F/f = 1,50$, dus voor F tot 150 km²) alleen regenvalen tot 12 h van belang zijn, zullen zoodoende voor stroomgebieden met $F < 150$ km², welke gelijkvormig zijn aan dat van de *Wien*-rivier en met een gelijk verhang, slechts de waarden van F tot $4/3 \times 12 \text{ h} = 16 \text{ h}$ of 960 minuten van belang zijn, zoodat geen grootere verhooging van $\beta \cdot q$ noodig zou zijn dan 13%.

De formule van *Klunzinger* (en de daarop wortelende verdere afleidingen) gelden zeker niet voor stroomgebieden van anderen vorm dan de *Wien*-rivier en het is dus zeer wel mogelijk dat de verhooging van $\beta \cdot q$ nu eens meer en dan weer minder zal zijn dan het voor de *Wien*-rivier gevonden maximum van 13% voor „*Wien*”-stroomgebieden met F tot 150 km².

In verband met de nog bestaande onzekerheid betreffende: de regenverdeling over het etmaal, de waarde van α en van T bestaat er m.i. geen enkele aanleiding om op het onderwerpelijke vraagstuk een oogenschiijnlijke verfijning toe te passen en de gevonden $\beta \cdot q$ op grond van de gegevens van één rivier te verhoogen.

Het komt mij dan ook voor, dat de beschikbare gegevens nopen voorshands genoeg te nemen met de aanname $t = T$ en voor deze waarde van t de waarde van $\beta \cdot q$ te bepalen uit figuur 1.

7. Gang der berekening.

a. Met inachtneming van de in hoofdst. 3 gegeven beschouwingen wordt voor het te onderzoeken stroomgebied (f km²) het oppervlak F in km² bepaald van de figuur, die voor de bepaling van $\beta \cdot q$ maatgevend moet worden geacht.

b. Vervolgens wordt het verhang i van den waterloop of het gemiddelde terreinverhang bepaald, waarbij op de gebruikelijke wijze het hoogste 1/10 gedeelte van den rivierloop buiten beschouwing wordt gelaten en dus slechts rekening wordt gehouden met een rivierlengte $l = 0,9 L$.

c. Aan de hand van de beschikbare regencijfers wordt de maximum etmaalregenval bepaald en de periode W (in jaren) vastgesteld, gedurende welke de waarnemingen op de in beschouwing te nemen regenstations hebben plaats gehad.

Het is te betreuren, dat veelal niet zal kunnen worden nagegaan, in hoeverre de voor elk regenstation gevonden maximum etmaalregenval als exceptioneel hoog moet worden beschouwd, zooals bijv. het voor Batavia opgegeven maximum van 289 mm in het jaar 1893. Doch hier kan alleen de hoop worden uitgesproken dat de door ir. d e r W e d u w e n geuite wensch, n.l. dat in een nieuwe uitgave van de bekende Verhandeling No. 24 van Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium voor elk station behalve het absolute maximum ook nog enkele in grootte daarop volgende etmaalregenvallen worden opgenomen, in vervulling zal gaan.

Zoolang deze gegevens niet beschikbaar zijn, zal voor elk regenstation aan de hand van den waargenomen maximum etmaalregenval en den duur van de waarnemingen met behulp van staat IX de waarde R_{70} moeten worden bepaald.

Het levert uiteraard eenig gemak op indien op de grafiek in fig. 1 wordt opgenomen het kleine nomogram, dat door ir. d e r W e d u w e n links boven van de door hem ontworpen grafiek op bladzijde II. 155 is geteekend.

Het gemiddelde van de gevonden waarden voor R_{70} op de aanwezige regenstations wordt — zij het dan ook bij gebrek aan betere gegevens — aangenomen als de waarde R_{70} , geldig voor het beschouwde stroomgebied.

d. Daarna zal de afstromingstijd T moeten worden bepaald uit de formule.

$$T \text{ (in uren)} = \frac{0,125 L}{Q^{\frac{1}{8}} i^{\frac{1}{4}}}, \text{ waarbij zich schijnbaar}$$

de moeilijkheid zal voordoen, dat de maximum-afvoer Q nog niet bekend is. Deze moeilijkheid kan worden opgelost door, evenals bij de methode-Melchior plaats vindt, voor $\beta \cdot q$ voorloopig een waarde aan te nemen, bijv. afgaande op de capaciteit van het rivierbed ter plaatse dan wel op grond van waarnemingen in nabijgelegen stroomgebieden. Zelfs een betrekkelijke groote mistasting heeft in verband met den exponent van Q in bovenstaande formule naar verhouding weinig invloed.

Het spreekt haast wel vanzelf, dat de Q -waarde in deze formule de maximum-waarde is die op grond van den over een lange periode te verwachten maximum etmaalregenval R_{70} zal kunnen optreden.

e. Waar $t = T$ wordt genomen levert de grafiek fig. 1 nu voor de reeds bepaalde F de waarde $\beta \cdot q$ in m³/km²/sec op bij een waarde $R_{70} = 100$ mm, zoodat de gevonden waarde $\beta \cdot q$ nog moet worden vermenigvuldigd met de onder c. gecijferde waarde van R_{70} en gedeeld door 100.

f. Nadat de waarde α is gevonden uit de formule

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta \cdot q + 7}, \text{ wordt } Q \text{ gevonden uit de formule}$$

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot q \cdot f \text{ m}^3/\text{sec}.$$

g. Indien deze waarde van Q te zeer afwijkt van de onder d. ter bepaling van T aangenomen waarde, zullen de berekeningen onder d, e en f moeten worden herhaald, totdat voldoende overeenstemming is bereikt.

h. In verband met den aard en de belangrijkheid van het onderwerpelijke kunstwerk of de leiding, dan wel rekening houdende met andere factoren, als bijv. de schade, die een hoogere afvoer aan het kunstwerk zal berokkenen, kan aan de hand van de kolommen 1 en 3 van staat IX — welke gemakshalve eveneens op de grafiek in figuur 1 kunnen worden opgenomen — worden bepaald, op welken afvoer het onderwerpelijke kunstwerk (of de leiding) zal moeten worden gedimensioneerd.

DE NEDERLANDSCHE SIEMENS MAATSCHAPPIJ

zoekt voor de Afdeling Sterkstroom een

ELECTRO TECHNISCH INGENIEUR.

Sollicitaties met uitvoerige inlichtingen, levensloop, foto, enz. uitsluitend schriftelijk te richten aan de Directie te Batavia.

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE. „DE MIJNINGENIEUR“

INHOUD: Über die vielen tausend Hügel im westlichen Vorlande des Raoeng-Vulkans (Ostjava), door Dr. M. Neumann van Padang. — Nochmals der „Vulkan Calayo“ auf Mindanao, door Dr. K. A. F. R. Musper. — Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java, door Dr. C. H. Oostingh. — Economische mededelingen.

Über die vielen tausend Hügel im westlichen Vorlande des Raoeng-Vulkans (Ostjava)

von

Dr. M. NEUMANN VAN PADANG,

Geologe beim Vulkandienst des „Dienst v/d Mijnbouw“ in Niederländisch-Indien¹⁾

(Mit 4 Abbildungen).

Einleitung.

Im westlichen Vorland des Raoeng findet man ein Gebiet mit einigen tausend Hügeln. Diese haben schon lange das Interesse der Geologen erregt.

Junghuhn (1853, II, S. 886) spricht von hunderten von kleinen abgerundeten, labyrinthisch durcheinander liegenden Hügeln, die nach ihrer Gestalt und ihrem Vorkommen auf dem Fuss eines alten Vulkans die grösste Ähnlichkeit haben mit denen am Ostfusse des Goentoer, am SO-Fusse des Galoenggoeng und am NO-Fusse (Junghuhn schreibt NW-Fuss) des Soembing. Er ist der Meinung, dass alle diese Anhöhen eine gleiche Zusammensetzung aus grossen vulkanischen Gesteinstrümmern besitzen.

Verbeek (1896, S. 95) ist der Meinung, dass am Raoeng kleine Eruptionskegel vorliegen, die aus der Oberfläche eines gewaltigen Lavastromes zum Vorschein kamen. Dieser Lavastrom soll aus einem der älteren Raoeng-Krater geflossen und später von jüngeren vulkanischen Sandlagen in grosser Mächtigkeit bedeckt worden sein.

Kemmerling (1921, S. 12) glaubt in diesen kleinen kuppel- und zahnförmigen Anhöhen Reste des älteren Untergrundes sehen zu müssen, und zwar „Monadnocks“ einer Rumpffläche, die älter sei als die Bildung von Java's Vulkanreihe.

In der Abhandlung über die vom Raoeng drohenden Gefahren, habe ich (1937, S. 233) mitgeteilt, dass diese Hügel m.E. Erosionsreste sind.

Im folgenden sollen die Gründe angegeben werden, weshalb man es hier nicht mit Eruptionskegeln zu tun hat. Da die Hügel aus denselben jungen Lavabrocken zusammengesetzt sind, woraus auch der Raoengkegel besteht, so darf man die Auffassung Kem-

merlings, dass man es hier mit Resten einer alten Rumpffläche zu tun hat, verwerfen. Ebenso muss die Auffassung Verbeeks, dass man es hier mit Eruptionskegeln auf einem gewaltigen (problematischen und nirgends aufgeschlossenen) Lavastrome, also mit Hornitos oder Schlackenkegeln zu tun habe, als unrichtig abgelehnt werden. Die grössten Hornitos, die Sapper (1919/20 S. 12) gesehen hat, zeigten etwa 4-5 m Durchmesser bei 7-8 m Höhe. Wohl erwähnt Thoroddsen aus Island auch Höhen von 10 bis 15 m (1906, S. 142), ohne dass freilich klar wurde, ob es sich in diesen Fällen um echte, einfache Hornitos handelte. Jedenfalls kennt man nirgendwo auf der Welt einen Lavastrom mit Hornitos, der einigermaßen mit der Hügellandschaft im Raoengvorlande zu vergleichen wäre.

In Dezember 1937 habe ich diese Hügellandschaft besucht, wobei Dr. R. van der Veen, der dieses Gebiet gut kennt, mich nach den wichtigsten Stellen begleitete. Er und Dr. J. Schweizer, Direktor der „Besoekisch Proefstation“ (Untersuchungsanstalt für Gummi, Kaffee und Tabak) zu Djember, haben mir bei dieser Untersuchung in liebenswürdigster Weise Hilfe geleistet.

Ausdehnung der Hügellandschaft.

Der höchstgelegene Teil dieser Hügellandschaft fängt bei einer Linie an, die in Nord-Südrichtung etwa durch den Ort Tjoemedak verläuft, in einer hufeisenförmigen Depression, die sowohl im Norden wie im Süden von über 100 m hohen Wänden umgeben ist. Zwei sumpfige Ebenen (M in Abb. 1) die von Dawoehanagoeng und die von Slateng, trennen die Hügellandschaft vom Berghang des Raoeng.

Aus der Anordnung der Hügel westlich der hufeisenförmigen Depression bekommt man schon den Eindruck, dass ein ursächlicher Zusammenhang

1) Veröffentlicht mit Erlaubnis des Direktors des Geologischen Dienstes.

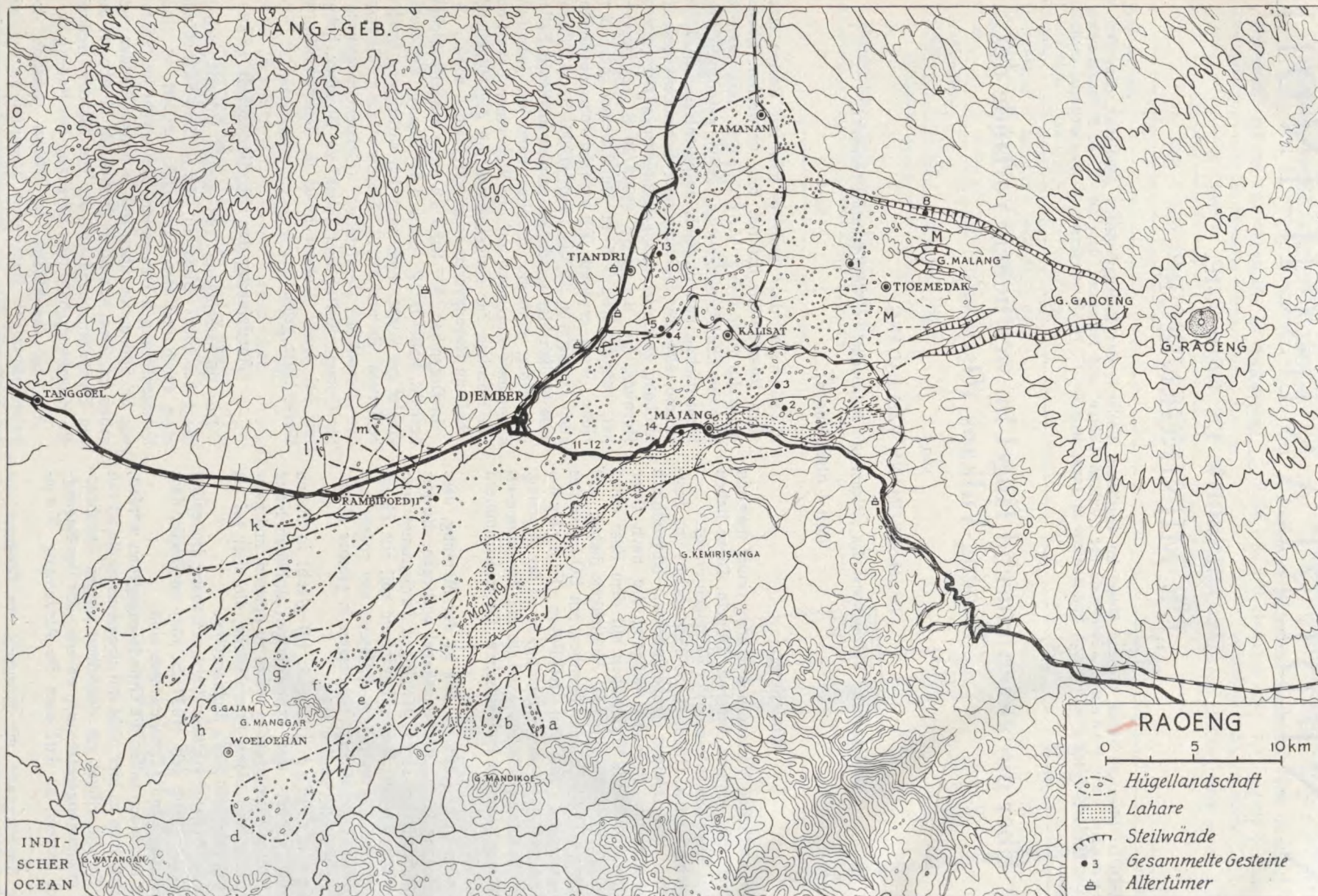


Abb. 1. Die Hügellandschaft westlich vom Raoeng-Vulkan.

bestehen muss zwischen diesen beiden Landschaftsformen, m.a.W. die Hügellandschaft muss die Folge der Entstehung der Hohlform in der Flanke des Vulkans sein.

Vor der Depression breitet sich der Streifen mit Hügeln, der bei Tjoemedak eine Breite von 8 km hat, fächerförmig aus, bis zum Fuss des Ijang-Gebirges. Hier erreicht dieser Streifen seine grösste Breite, nämlich 20 km. Dann ist die Hügellandschaft in südwestlicher Richtung zu verfolgen im grossen Tal zwischen Ijang im Norden und dem miozänen Kemirisanga-Mandikoe-Gebirge im Süden, um südwestlich der Stadt Djember in verschiedenen schmalen, zungenförmigen Streifen zu verlaufen bis 60 km Entfernung vom Gipfel.

Die meisten Zungen endigen beim Fusse der miozänen Hügel, wie die Zunge a und b beim Mandikoe, c beim Pontang, e, f und g beim Manggar-Gajam-Gebirge. Der grosse zungenförmige Streifen d dringt sogar zwischen zwei älteren Bergen durch bis zum Watangan-Gebirge.

Während die Hügel im Osten in der Nähe des Raoeng-Fusses in ausserordentlich grosser Menge und nahe beisammen vorkommen, sodass man sie nicht oder kaum in einzelne Streifen einteilen kann, findet man beim westlichen Ende nur wenige Hügel, die oft weit auseinander liegen und in verschiedenen schmalen Streifen oder Reihen angeordnet sind. Im allgemeinen sind die Hügel im Osten viel höher als

im Westen. Insgesamt nehmen sie ein Gebiet von 50 km Länge und 10-20 km Breite ein.

Obgleich die Verbreitung der Hügel in der Landschaft nicht daran zweifeln lässt, dass man es hier mit Resten eines gewaltigen Schuttstromes zu tun hat, wird doch noch durch verschiedene andere Tatsachen bewiesen, dass diese Erhebungen keine kleinen, an Ort und Stelle gebildeten Vulkankegel sind.

Unterschiede zwischen Raoeng-Hügeln und Vorlandvulkanen.

Vergleicht man Form und Zusammensetzung der Hügel im Raoeng-Vorlande mit denen am Fusse des Lamongan und des Slamet, wo es sich sicher um Vorlandvulkane handelt, dann erkennt man zahlreiche auffallende Unterschiede.

I. Vor allem ist der Unterschied, was die Zahl der Hügel betrifft enorm. Während das Raoeng-Vorland ihrer einige tausend zählt, liegen um den Lamongan (Abb. 2) im ganzen 64 Eruptionspunkte, wovon 37 als Vulkankegel (B 1 — B 37) und 27 als z. T. mit Wasser gefüllte Explosionslöcher (M 1 — M 27) entwickelt sind. Taverne (1926, S. 91) gibt im ganzen 54 Eruptionspunkte an, wovon 30 Hügel aufgebaut haben.

Im Nordosten des Slamet (Abb. 3) findet man ebenfalls Vorlandvulkane. Ihre Zahl ist mit 18 Hügeln noch geringer.

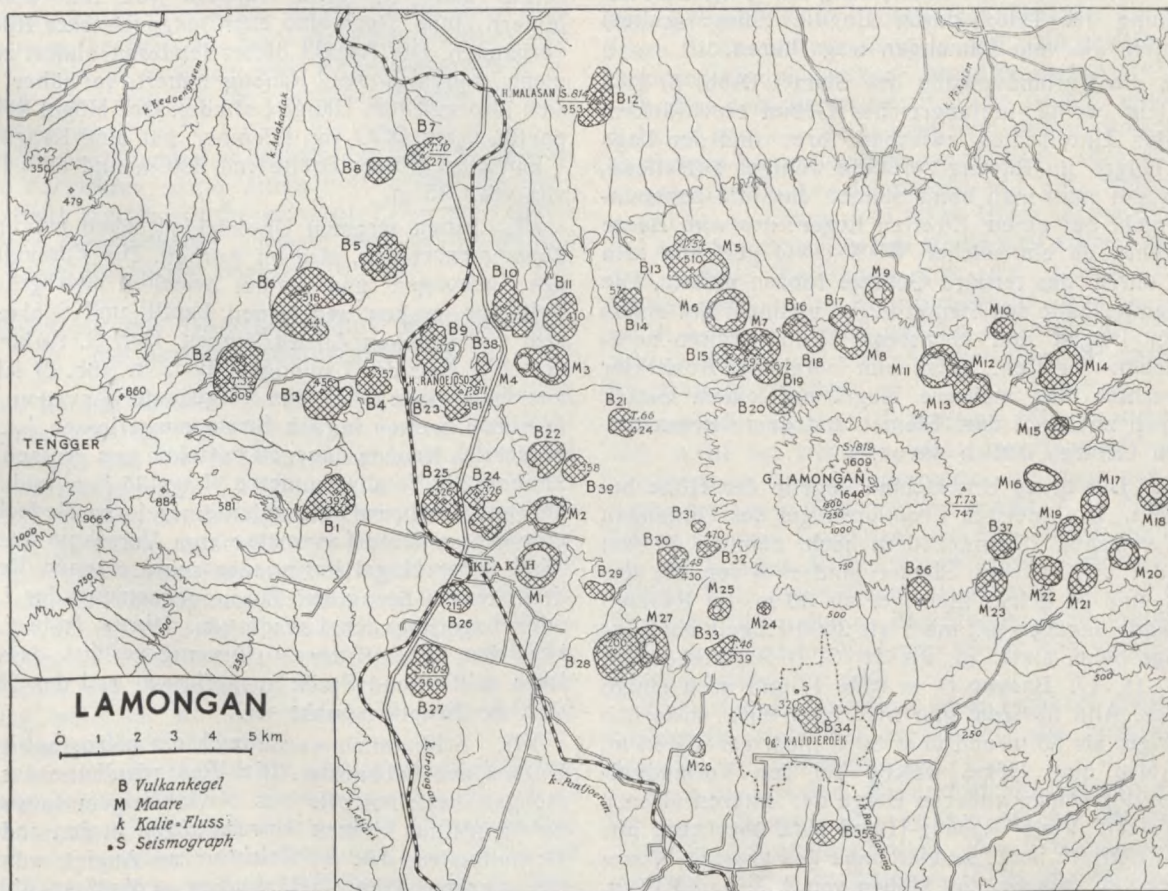


Abb. 2. Die Vorlandvulkane des Lamongan. Masstab 1:200 000.

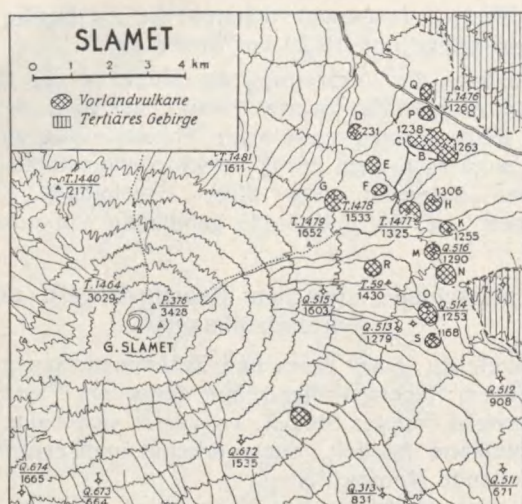


Abb. 3. Die Vorlandvulkane des Slamet. Masstab. 1:200 000.

II. Ein zweiter Unterschied besteht in der Anordnung. Beim Raoeng liegen die Hügel in einem grossen Tal, beim Lamongan (Abb. 2) dagegen an allen Seiten ungefähr konzentrisch um den Berg herum. Deutlich liegen diese Eruptionspunkte auf einem 25 km langen und 12 bis 13 km breiten ost-westlichen Streifen, in dem auch der Hauptvulkan gelegen ist. Zum Teil befinden sie sich auf dem Sattel zwischen Lamongan und Tengger-Gebirge im Westen. Hier ist keine Rede von einer Anordnung der Hügel in der Richtung der Täler, durch die die Flüsse (kalies) strömen, die vom Lamongan weg führen.

Da die Vorlandvulkane des Slamet (Abb. 3) sich auf ein wenig umfangreiches Gebiet beschränken, ist der Unterschied zwischen ihrer und der Lage der Hügel im Raoeng-Vorlande weniger auffallend. Trotzdem sieht man beim Slamet, dass die Erhebungen nicht auf einem Streifen liegen, der vom Berge wegführt, da ein solcher WSW-ONO gerichtet sein und durch das tertiäre Gebirge führen müsste. Die Vorlandvulkane des Slamet liegen vielmehr auf einem 7 km langen und höchstens $3\frac{1}{2}$ km breiten nord-südlichen Streifen, quer zum Berghang. Auch hier beobachtet man mehrere Hügel auf einem Sattel, nämlich zwischen dem Slamet und dem älteren tertiären Gebirge östlich davon.

III. Der dritte Unterschied liegt in der Höhe begründet. Die meisten Eruptionskegel des Lamongan sind zwischen 75 und 250 m hoch, nämlich 26 von 37, d.h. 70%. Beim Slamet sind es 8 von 18, also 45%, und ist keiner niedriger als 30 m. Im Raoeng-Vorlande dagegen mit mehr als 2000 Hügeln sind nur wenige höher als 75 m, wie der G. ¹) Sapikoel (14 in Abb. 1), G. Baoeng (1 in Abb. 1) und noch einige andere. Alle übrigen sind niedriger, 90% sicherlich niedriger als 50 m und über 50% niedriger als 30 m, d.h. also eine Höhe, welche bei den Vorlandvulkanen der beiden anderen Berge der unteren Grenze entspricht. Viele Raoeng-Hügel sind überhaupt nur wenige Meter hoch, so vier nahe des grossen Weges östlich von Djember mit Höhen von 8, 5, 4 und 15 m.

1) G. = Goenoeng (Berg).

Bei Soedang, östlich von Tjandri, sind sie etwas höher, aber neben einem von 25 m liegt ein anderer von nur 3 — 4 m Höhe. Etwas weiter östlich findet sich ein 60 m hoher Hügel. Bei Soekaredjo (nicht auf der Karte) war neben einem 10 m hohen Hügel einer von 2 m.

IV. Auch die Ausmasse der Hügel im Raoeng-Vorlande sind viel kleiner als die der Fussvulkane des Lamongan und Slamet. Während die Lamongan-kegel bei ihrem Fuss einen Durchmesser haben von etwa 1 km, und die kleinsten noch immer 500 m breit sind, sehen wir bei den Raoeng-Hügeln oft Durchmesser von nur 40 — 50 m, wie dies z.B. beim Hügel von Kottok der Fall ist. Nur die auffallenden Lava-hügel Sapikoel (14 Abb. 1) bei Majang und einige andere haben Durchmesser, die mit denen der Vorlandvulkane zu vergleichen sind.

Die Durchmesser der Slamet-Vulkane sind etwas kleiner als die des Lamongan, aber immer noch 400 bis 650 m, und sogar das erodierte Ringwallsegment des Eruptionspunktes C ist noch immer 200×300 m gross.

V. Die Eruptionspunkte am Fusse des Lamongan und Slamet zeigen grosse Übereinstimmung in ihrer Form. Alle diese Kegel haben einen mehr oder weniger deutlichen Krater im Gipfel. Die Formen der Raoeng-Hügel dagegen weichen stark voneinander ab. Neben hohen zuckerhutförmigen Kegeln kommen abgestumpfte Kegel vor mit flachem Gipfel, und ferner ganz schwache Kuppeln von nur wenigen Metern Höhe. Doch sind auch langgestreckte Rücken vorhanden. Die Anzahl dieser letzteren nimmt zu, je mehr man sich dem Raoeng nähert, je höher man sich also auf dem Hange befindet. Der Hügel bei Sepoetih, 9 km OSO von Djember, hat eine Länge von 1 km, eine grösste Breite von 200 m und eine Höhe von etwa 25 m.

VI. Einen sechsten Unterschied sehen wir in der Zusammensetzung, also im Aufbau. Die Fussvulkane des Lamongan und Slamet bestehen zum grössten Teil aus groben und feinen Lapilli und Schlacken, also vulkanischen Auswürflingen. Der G. Anjar auf dem SW-Fuss des Lamongan (B 32 in Abb. 2) ist ein aus schlackiger Blocklava aufgebauter Lavadom, der in einem breiten kurzen Strom ausgeflossen ist. Die Hügel des Raoeng dagegen bestehen aus grossen und kleinen, z. T. abgerundeten Lavablöcken und Vulkansand, während oft unter einer losen Bedeckung eine grosse feste Lavamasse zum Vorschein kommt. Aber jeder Hügel hat wieder seine eigenen Besonderheiten in bezug auf Zusammensetzung der Lava, oder Lagerung der Lavaplatten. Dieser feste Lavakern hat oft zu der Auffassung geführt, dass die Lava an Ort und Stelle ausgeflossen und der Hügel also ein Eruptionspunkt sei.

VII. Schliesslich wurde noch ein petrographischer Unterschied beobachtet. Die Vorlandvulkane des Lamongan bestehen alle aus olivinhaltigem Labradorbasalt mit nur kleinen Abweichungen in den anderen Bestandteilen, d.h. im Reichtum an Augiet, während ein einziger Hügel (R. Lading = M 25 in Abb. 2) Hypersthen enthält. Diese Vulkane sind also einem einzigen Magma entsprossen und in einer einzigen

nicht allzu langen Zeitperiode entstanden. Auch die Vorlandvulkane des Slamet bestehen aus Basalt.

Die Raoeng-Hügel bestehen demgegenüber aus verschiedenen Gesteinsarten, nämlich aus:

basischen kiezelsäurearmen Arten wie Olivinhaltigem Plagioklasbasalt	Gest. 11 und 12 (Abb. 1)
Olivinhaltigem Augit-Hypersthenandesit	„ 5 „ 9
aber auch aus kiezelsäure-reicheren Gesteinen wie Augit-Hypersthenandesit	„ 1 „ 3
Augit-Hypersthen-Andesitvitrophyr	„ 6
Augit-Hornblendeandesit	„ 13
Augithaltigem Plagioklasandesit	„ 8
Plagioklasandesit	„ 10
und schliesslich aus glasreichem Gestein wie Augitandesitvitrophyr	„ 2 „ 14
Plagioklasvitrophyr	„ 4 „ 7

Hieraus geht hervor, dass die Gesteine von verschiedenen Magmen stammen und da wir in diesem Gebiet, das eine morphologische Einheit bildet, nicht verschiedene Magmakammern annehmen dürfen, so sind diese Unterschiede in einem einzigen Herd entstanden, wo sich nur das Magma von Zeit zu Zeit geändert hat. Gesteine, die jetzt im Gelände nebeneinander vorkommen, sind in Wirklichkeit lange nacheinander entstanden, aber nicht an ihrer jetzigen Fundstelle, sondern im Vulkanmantel des Raoeng. Dieselben Unterschiede sehen wir jetzt noch in der Kalderawand im Gipfel des Berges. Ganz unten sind Basalte aufgeschlossen, nach oben zu verändert sich das Gestein in Andesite, wie Richard (1935, S. 8) und K o o m a n s (1935, S. 332-334) deutlich dargestellt haben.

Die vielen Hügel sind deshalb das Ergebnis gewaltiger Bergstürze, wobei ältere tiefliegende und jüngere nahe der Oberfläche gelegene Teile des Vulkankörpers durcheinander gerieten und nebeneinander am Fusse des Berges abgesetzt wurden.

Vergleich der Hügellandschaft des Raoeng mit anderen Absturzgebieten.

Der Raoeng ist nicht der einzige Vulkan, in dessen Umgebung so merkwürdige Hügel vorkommen. Sehr auffallend und am besten beschrieben sind solche vom Galoenggoeng. Escher (1925) nennt dieses Gebiet „le pays des dix milles monticules“ und denkt es sich ebenfalls durch Absturz und darauffolgende Erosion entstanden. Ferner findet man solche Hügel u.a. auf der Südseite des Raoeng, auf dem NO-Fuss des Soembing (1853/54, II, S. 309), auf dem Südfuss des Marapi bei Fort de Kock (Sumatra), auf dem Westfuss des Talakmau (Sumatra). In allen diesen Fällen befinden sie sich unterhalb einer grossen Bresche im Vulkankörper.

In der Hügellandschaft am Südostfuss des Galoenggoeng und westlich von Tasikmalaja hat Escher auf der topographischen Karte 3648 Hügel gezählt, die er unterverteilt in solche mit einer Höhe von 1 — 10 m, solche mit einer Höhe von 10 — 20 m u.s.w. Die höchste Höhe, die zwischen 60 — 70 m beträgt, wird nur von zwei der Hügel erreicht. Dies

stimmt also ganz überein mit dem, was wir beim Raoeng gesehen haben, wo auch nur wenige hohe, dagegen sehr viele kleine Hügel vorhanden sind.

Auch die Art, wie die Anhöhen beim Galoenggoeng verteilt sind, stimmt mit der beim Raoeng überein. Die höchstgelegenen Hügel des Galoenggoeng liegen nahe vor der hufeisenförmigen Bresche, 5 km von der grossen Wunde im Vulkangipfel. Beim grösseren und höheren Raoeng waren die höchst gelegenen Hügel 10 km von der Bresche im Gipfel entfernt.

Dann folgt beim Galoenggoeng das Gebiet der über dreitausend Hügel bis 20 km vom Gipfel. Erst erweitert es sich auf 5 km fächerförmig, um dann noch mehr abwärts über einen Abstand von 10 km, eine gleiche grösste Breite von etwa $12\frac{1}{2}$ km zu behalten. Die Länge der Hügellandschaft selber ist etwa 15 km.

Weil die Absturzmassen sich hier über eine offene Fläche ausbreiten konnten, verloren sie bald ihr Arbeitsvermögen und kamen eher zum Stillstand als beim Raoeng, wo die Massen in einem Tal zusammengehalten wurden.

Von den vielen Bergstürzen, die in der Schweiz stattgefunden haben, kann man lernen was hier geschehen ist. Albert Heim (1932) der ihnen eine besondere Studie gewidmet hat, sagt, dass bei Bergstürzen im allgemeinen keine Anordnung der Blöcke nach der Grösse wahrzunehmen sei und man nur bei langen Strömen den Eindruck bekomme, dass die Blöcke in grösserer Entfernung durch weitere Zersplitterung kleiner werden. Ferner zeigte es sich, dass „oft noch völlige Stücke des Gebirges als ungeheure Blöcke schwimmend in den Schutthaufen aus kleineren Gesteinbrocken“ herunter kamen (1932, S. 102). Bei dem Bergsturz zu Flims ist z.B. eine 100 m lange und 2 — 20 m hohe einheitliche Kalkmasse als Ganzes heruntergekommen (1932, S. 103). In dem Bergsturzgebiet bei Schwanden war eine Kalkmasse von 130 m Länge und 20 m Höhe aufgeschlossen. Bei dem Steinbruchbetrieb stellte sich alsbald heraus, dass „diese Kalkklippe nur ein grosser Block, schwimmend in der Bergsturzbrecie“ war.

Oft hat man solche grossen Felsmassen vorhistorischer Bergstürze, wie bei Schwanden, für anstehendes Gestein gehalten.

Nach dem, was uns die Schweiz zeigt, braucht man sich nicht zu wundern, dass im Raoeng-Vorlande verschiedene Hügel vorkommen, die ganz aus Lava bestehen, wie z.B. der schon erwähnte G. Sapikoel. Hier sind zwei Lavahügel von 80 — 90 m Höhe und einigen hundert Metern Durchmesser vorhanden. Sie stellen Teile einer dicken Lavamasse aus der Bergwand dar, die während des Sturzes nicht weiter zerbröckelten und im Vorlande 25 km vom Gipfel zum Stehen gekommen sind.

Wohl sind die Ausmasse beim Sapikoel grösser als bei den Beispielen aus der Schweiz, aber beim Raoeng ist alles viel umfangreicher.

Auch das von dem Absturzmaterial bedeckte Gebiet ist beim Raoeng viel grösser als bei den aus der Schweiz bekannten Fällen. Die Schuttmassen des grossen Elmer Bergsturzes (Abb. 4), die im Jahre 1881 ein ganzes Dorf begraben haben, stürzten 570 m tief ab, stürzten 100 m hoch gegen den 1 km



Abb. 4. Der Bergsturz von Elm am 11. IX. 1881.

weit entfernten Düniberg hinauf, um danach in NW-Richtung umzubiegen und sich als Schuttstrom über einen flachen Talboden noch $1\frac{1}{2}$ km weiter zu bewegen (1932, S. 111). Die Erscheinungen bei Elm waren also dieselben wie beim Raoeng, wo die Schuttmassen erst gegen den Hang des Ijang anstürmten, um sodann links abzubiegen und weiter dem Tale zu folgen. Der Strom von Elm hatte eine Länge von 2375 m bei einer Böschung von 16° — 3° . Die Mächtigkeit der Ablagerung betrug 5—50 m (1932, S. 115).

Beim Finistock, einem anderen schweizer Bergsturz, kamen die Schuttmassen 10—11 km weit, bei einem Höhenunterschied von 1350 m und einer Geländeböschung von 10° — 12° , während im flachen Tal mit 3° Böschung noch 8 km zurückgelegt wurden. Bei Flims (1932, S. 118) in Graubünden wurden 14 km erreicht bei einer Fallhöhe von 2000 m. Im flachen Gelände mit 2° — 4° Böschung bewegten sich die Massen noch 10 km weiter. Die grösste Ablagerungsdicke war 720 m. Beim Galoenggoeng, wo die Fallhöhe über 1000 m betrug, kamen die Schuttmassen 20 km weit, also weiter als in der Schweiz. Beim Raoeng endlich wurde bei einer dreimal so grossen Fallhöhe, nämlich ungefähr 3000 m, ein Weg von 60 km zurückgelegt.

Entstehung der Hügellandschaft.

Wie ist nun die Raoeng-Wand heruntergekommen und was war die Ursache? Vermutlich war die West-

wand des Berges durch vulkanotektonische Brüche schon geschwächt, als Ausbrüche diese Wand zum Einsturz brachten und die Bergteile abglitten, so wie es im Jahre 1772 mit der Nordwand des Papandajan-Kraters geschehen ist (1929, S. 52), als eine gewaltige Block- und Schuttmasse sich 10 km weit und etwa 6 km breit über das Vorland ergossen hat.

Mächtige Lavabänke, die im Vulkanmantel vorhanden waren, zerbrachen beim Sturz z.T. zu kleinen Blöcken, z.T. jedoch blieben es grosse zusammenhängende Massen von einigen hundert Metern Durchmesser. Gerade um diese Lavamassen als Kerne bildeten sich die Hügel. Hier wurden die Absturzmassen ausserdem gestaut, so dass Teile davon über die Umgebung herausragten. Eine gewaltige Scholle, der G. Malang (Abb. 1), scheint nur einige hundert Meter abgeglitten zu sein. Sie bildet jetzt einen hohen Rücken zwischen den sumpfigen Ebenen M. Nach der Katastrophe, die zur Entstehung der tausende von Hügeln Anlass gegeben hat, bildete sich der Vulkankegel G. Gadoeng im oberen Teil der hufeisenförmigen Depression. Er füllte z.T. das grosse Loch in der Flanke des Berges wieder auf und bedeckte mit seinem Fuss den oberen Teil der Malang-Scholle.

Beim Raoeng haben die Schuttmassen einen so gewaltigen Abstand zurückgelegt, nicht nur infolge der grossen Absturzhöhe von ungefähr 3000 m und dadurch, dass der Lawinenschutt in einem Tal beisammenblieb, sondern vermutlich auch weil freikommende Wassermengen eines grossen Kratersees den Schutt vorwärts trieben.

Nach der Katastrophe setzte wieder die normale Erosion ein. Die Wasserläufe hatten in dem neu gebildeten hufeisenförmigen Einsturzgebiet ein grosses Sammelbecken. Die Bäche und Flüsse waren dadurch wasserreicher als zuvor, so dass sich die Erosion selbst verstärkte. Mindestens musste die alte Taltiefe erreicht werden, wobei die weichen sandigen Ablagerungen weggespült wurden, die harten Lavamassen aber als Massen grössten Widerstandes zurückblieben. So wurde die Landschaft im Laufe der Zeiten immer tiefer zerschnitten und hügeliger. Am nördlichen Rande der Hügellandschaft, d.h. am Südhang des Sattels zwischen Raoeng und Ijang, unweit Tamanan sieht man noch heute, wie die Erosion die Landschaft umformt und flache Rücken bildet, die etwas südlicher schon in die normalen, auffallenderen Hügel übergehen. Neben der horizontalen Ausräumung durch die Flüsse wirkte vertikal die Erosion durch die Regen, die bestrebt ist, runde, kegelförmige Hügel herauszuarbeiten. Diese vertikale Erosion war besonders intensiv, solange sie noch nicht durch Pflanzenwuchs gehemmt wurde. Und so entstand allmählich eine Landschaft mit mehreren tausend Hügeln, umgeben von ursprünglich tiefen Tälern. Nach grossen Ausbrüchen des Raoeng entstanden oft Sandlahare (Schlammströme), welche die Täler teilweise wieder auffüllten und dem zerschnittenen Gelände ein flacheres Ansehen gaben. Der grosse Lahar Majang hat sich noch in historischer Zeit über die Landschaft ausgebreitet. Bei der Pflanzung Dampar ist er 2 m, beim Ende etwa $1\frac{1}{2}$ m dick. Bei Moemboel sind nach van der Veen unter dem Lahar Scherben alten chinesischen Porzellans gefunden, die aus der

Zeit nach 1550 stammen. Vermutlich entstand der Majang-Lahar im Jahre 1638, als auch auf dem Südfuss im Gebiet des Setail- und Klatak-Flusses grosse Verwüstungen angerichtet wurden (1924, S. 50).

Interessant ist weiter, dass auch der katastrophale Bergsturz aus historischer Zeit stammt. An zahlreichen Orten um und südlich von Bondowoso findet man Reste einer megalithischen Kultur. Es sind steinerne Tafeln, aufrechtstehende flache Steine, sogenannte Menhirs, Reihen von Menhirs, steinerne Mörser und Sarkophage und endlich Steinfiguren, die offenbar Vorfahren darstellen. Van Heekeren hat in der Zeitschrift *Djawa* (1931) eine Liste der Fundorte dieser Kultur gegeben, und nun zeigt es sich, dass alle diese Fundorte ausserhalb der Hügellandschaft liegen (Abb. 1). Dies fällt besonders insofern auf, als dieses Absturzgebiet ein prachtvoller Boden sowohl für Ackerbau wie für Wald abgibt, so dass nicht einzusehen ist, weshalb der megalithische Mensch dieses Gebiet gemieden haben sollte. Man darf deshalb als sicher annehmen, dass jene Menschen auch auf dem Westfuss des Raoeng gelebt haben, dass ihre Wohnstätten jedoch durch den grossen Bergsturz vernichtet und begraben worden sind. Der Bergsturz ist also jünger als die Megalithkultur.

Die Megalithe auf der Pasemah-Hochfläche am Dempo in Südsumatra zeigen nach van der Hoop (1932, S. 157) Abbildungen von Menschen mit Kesseltrommeln auf dem Rücken. In Übereinstimmung mit van Stein Callenfels meint van der Hoop, dass diese Trommeln zu der Bronze- oder Dongson-Kultur gehören, die ungefähr 300 J. v. Chr. bestanden hat. Die megalithische Kultur auf Sumatra ist darum in die Zeit zwischen 300 v. Chr. und den Anfang unserer Zeitrechnung zu stellen. Obgleich bei den Megalithen von Besoeeki Abbildungen von Kesseltrommeln noch nicht gefunden wurden, sieht van der Hoop (nach einer schriftlichen Mitteilung) keinen Grund zur Annahme, dass sie viel jünger wären. Um sicher zu sein möchte er sie in die Zeit zwischen 300 vor und 200 nach Beginn unserer Zeitrechnung stellen.

Zusammenfassung.

Zurückblickend können wir also sagen, dass die vielen tausend Hügel im westlichen Vorlande des Raoeng Erosionsreste eines gewaltigen Bergsturzes sind, der im ersten Jahrhundert unseres Zeitalters, sehr wahrscheinlich in Zusammenhang mit einem Ausbruche, stattgefunden hat. Die grosse Ausdehnung ist nicht nur eine Folge der herabgekommenen gewaltigen Schuttmassen, und der bedeutenden Fallhöhe, sondern vermutlich hat ihnen auch das Wasser eines

Kratersees eine grosse Beweglichkeit verliehen. Die danach einsetzende Erosion zerteilte die Landschaft in viele tausend Hügel, während Lahare die dazwischen gelegenen Täler und Schluchten bis zu einer gewissen Höhe wieder auffüllten und verflachten. So hat dann diese eigenartige Landschaft ihr jetziges Ansehen bekommen. Dass man es hier nicht mit Vorlandvulkanen zu tun hat, geht aus den vielen Unterschieden mit wirklichen Eruptionskegeln hervor.

Die megalithischen Reste, die ausschliesslich in der Umgebung der Hügellandschaft gefunden werden, geben einen Anhalt für den Zeitpunkt der Vorgänge, nämlich dass 1700-1800 Jahre nötig gewesen sind um einen gewaltigen Bergsturz auf dem Fuss eines tätigen Vulkans in eine phantastische Hügellandschaft umzubilden.

Schriftenverzeichnis.

- 1853/54 — Junghuhn, F.: Java und Madura.
- 1896 — Verbeek, R. D. M. u. Fennema, R.: Geologische beschrijving van Java en Madoeira. Dl. I.
- 1906 — Thoroddsen, Th.: Island. Ergänzh. 152. Petermann's Mitt.
- 1919/20 — Sapper, K.: Über Hornitos und verwandte Gebilde. Z. Vulk. 5. S. 1—39.
- 1921 — Kemmerling, G. L. L.: Het Idjen Hoogland. Kon. Natuurk. Ver. Batavia.
- 1924 — Taverne, N. J. M.: Vulkanologische Berichten. De G. Raoeng. Natuurk. T. Ned. Ind. 84. S. 50—51.
- 1925 — Escher, B. G.: L'éboulement préhistorique de Tasikmalaja et le volcan Galounggong. Leidsche Geol. Meded. 1. S. 8—19.
- 1926 — Taverne, N. J. M.: Vulkanstudiën op Java. Vulk. Meded. 7.
- 1929 — Neumann van Padang, M.: De noordelijke doorbraak in den Papandajan-kraterwand. *De Mijn ingenieur* 3. S. 52—58.
- 1931 — van Heekeren, H. R.: Megalithische overblijfselen in Besoeeki, *Djawa* 11.
- 1932 — Heim, A.: Bergsturz und Menschenleben. Zürich. Verl. Fretz & Wasmuth.
- 1932a — Thomassen à Thuessink van der Hoop, A. N. J.: Megalithic Remains in South Sumatra. Verl. Thieme & Co. Zutphen. Niederlande.
- 1935 — Richard, J. J.: Enkele aantekeningen omtrent den Gg. Raoeng op Java. Leidsche Geol. Meded. 7. S. 1—40.
- 1935a — Koomans, C.: De gesteenten van den Goenoeng Raoeng. Leidsche Geol. Meded. 7. S. 332—334.
- 1937 — Neumann van Padang, M.: De gevaarlijke strooken om den Raoeng. *Bergcultures* 11. S. 229—237.

Nochmals der „Vulkan Calayo“ auf Mindanao

von

Dr. K. A. F. R. MUSPER,

Geologe beim „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng.

Infolge einer Zuschrift des Seismologen am Meteorologischen Observatorium in Manila, Herrn W. C. Repetti¹⁾, vom 6. Februar 1939 sehe ich mich veranlaszt, auf die Frage des Bestehens, der Art und der Lage des unter dem Namen Calayo im Schrifttum erwähnten „Vulkans“ erneut zurückzukommen. Unter Berufung auf den Bericht von E. Barrado (vgl. Musper & Neumann van Padang, S. 80), der das in Betracht kommende Gebiet dem Flusse Pulangi abwärts folgend im Mai 1890 besucht hat, erklärt nämlich Repetti, die von mir (1938) für den Calayo (auf Grund einer mir an sich aus zuverlässiger Quelle zugegangenen Mitteilung, s. 1938) berichtigerweise angegebene Lage könne doch nicht zutreffen.

Der hier maßgebliche Teil der Reisebeschreibung Barrado's lautet folgendermaßen (Übersetzung²⁾ des mir von Repetti zur Verfügung gestellten spanischen Textes):

„Der Wasserfall, wie der Vulkan — der sich (ebenfalls) in demselben Ufer des Pulangi [Pulangi] befindet, etwa 2-3 Stunden unterhalb des Wasserfalles —, blieben nun hinter uns, und dann begaben wir uns in südöstlicher Richtung, um den Flusz [wieder] zu erreichen bei dem Gehöft Mantaul, wo ich mit Mansalayao verabredet hatte, die Prahoe [das Ruderboot] bereitzuhalten; denn vom Wasserfalle Salapagon bis hier hat sich der Flusz in die unermessliche Ebene tief eingeschnitten, erst etwa 10 m und im weiteren Verlauf stets noch tiefer, begleitet von scharfen und steilen Felsen, die sich von Zeit zu Zeit oben fast tunnelartig zusammenschließen, und es ist deutlich, dasz die ganze Strecke nicht befahrbar ist. Im Bereiche dieses tiefen Bettes, und nicht oberhalb bei der Ebene, liegt ein Vulkan, der in der Regenzeit tätig ist und erlischt, wenn es trocken wird. Er fördert keine Lava, doch allein eine Rauchsäule [, alderdings] mit so viel Schwefeldampf, dasz man es in seiner Nähe kaum auszuhalten vermag“.

Nach diesen Mitteilungen scheint es mir nicht ganz festzustehen, ob Barrado die fragliche Stelle wirklich besucht hat. Es besteht vielmehr die Möglichkeit, dasz er lediglich dem westlich des Pulangi verlaufenden Wege folgte und die Angaben über den zwischen dem Wege und dem Flusse gelegenen angeblichen Vulkan von der Bevölkerung erhalten hat. In seiner freilich etwas groben, nach einer alten spanischen Karte angefertigten Kartenskizze, die ich gleichfalls Herrn Repetti verdanke, ist der Reiseweg Barrado's in der Tat nur längs der

Westseite des Calayo, nicht auch zu diesem selbst hin, eingetragen.

Die Strecke ist auch später von wenig Forschern begangen worden, da es sonst Smith (S. 212-213) wohl nicht für nötig befunden hätte, eine ausführliche Beschreibung desselben Reiseweges von A. W. C. T. Herre wörtlich wiederzugeben. Hierin werden wohl allgemein eine Bedeckung des Gebietes mit jung-vulkanischen Produkten und Vulkankegel erwähnt, welche die, als Plateau bezeichnete Landschaft der weiteren Umgebung von Malaybalay überragen, aber dabei wird ausdrücklich betont, dasz sich dieses Gelände etwa 15 Meilen südlich dieses Ortes, also gerade bei dem Orte Valencia, in dessen nächster Nähe sich nach Barrado der Calayo befinden soll, zu senken beginnt und allmählich in das flachere Land von Cotabato übergeht. Eine bemerkenswerte vulkanische Erhebung scheint also nach Herre längs des Pulangi dort nicht mehr vorzukommen, sodasz der Calayo, den dieser Gewährsmann überhaupt nicht nennt, auch kaum eine solche sein kann, wenn er tatsächlich an der von Barrado angedeuteten Stelle gelegen ist. Diese Folgerung entspricht nun ganz dem Eindruck, den man im übrigen aus dem Schlussteil der Beschreibung Barrado's gewinnt, nämlich dasz es sich beim Calayo gar nicht um einen auffallenden Vulkanberg zu handeln braucht, sondern viel eher eine Solfatare vorliegt, die u.U. auch in flacherem Gelände auftreten kann.

Aber selbst dies kann wieder bezweifelt werden, wenn man die weiteren Ausführungen Repetti's berücksichtigt, die ich wörtlich anführe:

„A few days ago I talked with two of our missionaries who have worked in that district and they have merely heard that there is a volcano somewhere back in the forest; they have no reports of any activity. The Coast and Geodetic Survey map No. 50 of Mindanao shows Musuan volcano [hiermit ist der im Schrifttum Masuan genannte und darin mit dem Calayo als identisch betrachtete Vulkan gemeint] in this location. The above-mentioned missionaries tell me that Musuan is an old cone with no evidences of eruptions“.

Mit Vorstehendem dürfte das Problem, soweit sich darüber noch etwas sagen liesz, erschöpfend behandelt sein. So ist es klar, dasz nur die Nachprüfung an Ort und Stelle durch eine sachverständige Person Sicherheit über die schwebenden Fragen erbringen kann.

Berichtgend soll daher nur als vorläufig zusammengefasst werden:

1. Der Calayo liegt vermutlich doch an der von Musper & Neumann van Padang (1937, S. 80) und nicht an der von mir darnach (1938) angedeuteten Stelle.

1) Ich spreche hier dem Genannten für seine Bemühungen meinen Dank aus.

2) Dabei erfreute ich mich der Hilfe des Herrn Dr. Ir. C. P. A. Zeijlmans van Emmichoven.

2. Entgegen der ersten Auffassung (1937, S. 69 u. 81) ist der Calayo besser bis auf weiteres nicht unter die tätigen Vulkane mit bekannten Ausbrüchen, sondern mit einem Fragezeichen versehen unter die im Solfatarenstadium einzu-reihen, wobei die Möglichkeit besteht, dass man es mit einem erloschenen Vulkankegel geringer Grösze zu tun hat ³⁾.

3) Die von Musper & Neumann van Padang auf S. 69 gegebene Liste der tätigen Vulkane in den Philippinen wolle man in diesem Sinne abändern.

Angeführte Schriften.

Smith, W. D.: Geology and mineral resources of the Philippine Islands. — Manila 1924.

Musper, K. A. F. R. & M. Neumann van Padang: Neue Übersicht der tätigen Vulkane und Solfatarenfelder in den Philippinen. — Diese Zeitschr. (4) 4, Bandoeng 1937, S. 67-85.

Musper, K. A. F. R.: Zur Lage des Vulkans Calayo auf Mindanao (Philippinen). — Ebendort (4) 5, Bandoeng 1938, S. 157.

Abgeschlossen im März 1939.

Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java

von

Dr. C. H. OOSTINGH,

Paläontologe beim „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng, Java.

VII (6. Fortsetzung).

Mit Tafel XII (hierzu auch mehrere Figuren auf Tafel XI der Lieferung No. 1 — 1939).

Sectio **Mitra** Martyn.

Syn.: *Scabricola* Swainson, 1840.

Scabricula Sowerby, 1843.

120. **Mitra (Mitra) tjikeusikensis** n. sp.

1895 *Mitra (Scabricola) sphaerulata* [non] Martyn. Martin, Foss. v. Java (42), p. 75, Taf. XI, Fig. 168, 168a, b.

1928 *Mitra sphaerulata* [non] Martyn. Martin, Atjeh (50), p. 10, 26.

Von *Mitra sphaerulata* Martyn durch die folgenden Merkmale verschieden.

Im Verhältnis zur Gesamthöhe ist die Spira höher und die Mündung kürzer. Die Spiralskulptur ist auffallend verschieden. Die Mittelwindungen tragen, anstatt der 4 breiten und flachen Reihen von Körnern bei *M. sphaerulata*, drei schmale Spiralleisten, deren Interstitien etwa vier mal so breit sind als sie selbst (bei *sphaerulata* sind die Zwischenräume schmaler als die Körnerreihen). Eine vierte Spiralleiste ist stellenweise in der Vordersutur sichtbar. Die über die ganze Schale vorkommenden Querrfurchen schneiden sich mässig tief in die Spiralleisten ein. Die Zwischenräume der primären Spiralen werden etwa ab der dritten Mittelwindung durch feine Spiralfurchen in schmale Spiralen verteilt. Auf dem jüngeren Gehäuseteil verlaufen 3 — 5 solcher sekundären Spiralen in jedem Interstitium (bei *sphaerulata* höchstens 2). Sämtliche Spiralen werden durch die Querrfurchen in längliche Rechtecke zerlegt.

Die hierzu gerechneten Stücke wurden von Martin als *Mitra sphaerulata* bestimmt. Zu urteilen nach den Figuren ¹¹³⁾, sowie nach mir vorliegenden rezenten Individuen, wechselt *Mitra sphaerulata* der Skulptur nach zwar erheblich, jedoch ist die Spiralskulptur niemals so, wie in Martins Figur und bei den von ihm bestimmten Stücken aus Atjeh. Von seinem abgebildeten Gehäuse gibt Martin übrigens ausdrücklich an, dass die Skulptur sich „durch ihre Zartheit“ besonders auszeichne. In der Tat ist die Skulptur derjenigen von *Mitra circula* besonders ähnlich, hingegen ganz anders als bei *Mitra sphaerulata* und deren Verwandten. Der Skulptur nach besteht der Unterschied mit *M. circula* lediglich darin, dass die primären Spiralen flacher sind und dass die Querrfurchen etwas tiefer in sie einschneiden. Diese Unterschiede sind so gering, dass, falls ausschliesslich die Skulptur berücksichtigt würde, die besprochenen Stücke unbedingt zu *Mitra circula* gerechnet werden müssten. In der Ausbildung der Mündung und des Kanals besteht jedoch ein wesentlicher Unterschied mit *M. circula*, dagegen genaue Übereinstimmung mit *M. sphaerulata*. Der Kanalabschnitt ist sehr kurz und undeutlich begrenzt (bei *circula* ist er auffallend länger, deutlicher abgegrenzt und leicht rückwärts gebogen), die Columella, die fast geradlinig und ein wenig schräg verläuft, schliesst sich an die Basis der vorletzten Windung nahezu ohne Bildung eines Winkels an (bei *circula* verläuft sie S-förmig und bildet sie am Ansatz an die vorletzte Windung einen deutlichen Winkel). Die Columella trägt 5 Falten, die vorderste ist jedoch sehr undeutlich. Da ein Rostrum so gut wie fehlt, liegt diese vorderste Falte sehr viel weiter nach vorne als bei *M. circula*.

¹¹³⁾ Diese sind weiter unten zitiert in der Synonymie von *Mitra sphaerulata* Martyn.

Die besprochenen Stücke erscheinen durch ihre Skulptur von *M. sphaerulata* hinreichend verschieden um sie als eine selbständige Species aufzufassen. Als Holotyp wähle ich das von Martin Fig. 168 abgebildete Gehäuse von Tjikeusik, das einzige dieser Art in der Sammlung Verbeeks. Neue Funde liegen aus Süd-Bantam nicht vor¹¹⁴). Die zwei mir vorliegenden Schalen aus Atjeh weichen vom Holotyp nicht ab. Von letzterem recht verschieden ist hingegen eine von Martin als *Mitra sphaerulata* bestimmte Schale von Njalindoeng. Diese kleine Schale, die weiter unten besprochen wird, lässt sich der rezenten *M. sphaerulata* anschliessen.

Mitra tjikeusikensis passt nach den wesentlicheren Merkmalen (Form der Schlusswindung und der Mündung) sehr gut in die Section *Mitra* s. str. (= *Scabricola*), wozu auch *M. sphaerulata* gerechnet wird. Der Skulptur nach nähert sie sich jedoch viel mehr den Species der Section *Tiara*.

Tjikeusikterrain: Tjikeusik (1, Samml. Verbeek).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Sangiran. Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe).

121. *Mitra (Mitra) sphaerulata* Martyn.

Taf. XI, Fig. 194a, b.

1839 *Mitra scabriuscula*, Lam. [non Linné]. Kiener, Coq. viv. (24), III, p. 14, Taf. 4, Fig. 9, 9a.

1844 *Mitra sphaerulata*. Reeve (68), II, *Mitra*, Fig. 37.

1874 *Mitra sphaerulata*, Martyn. Sowerby, Thesaurus (79), IV, *Mitra*, p. 8, Taf. III, Fig. 38.

1928 *Mitra sphaerulata*. Martin, Nachlese Moll. Java (49), p. 111, 121.

1935 *Mitra (Scabricula) sphaerulata* Martyn. Dautzenberg, Terebridae et Mitridae Ind. or. neêrl. (13), p. 82, Taf. II, Fig. 10 (das. sämtl. Lit. über das rezente Vork. und die Verbreitung).

Aus dem Tjimantjeuriterrain liegt eine jugendliche, nur 6 mm hohe Schale einer *Mitra* s. str. (= *Scabricola*) vor (Fig. 194). Das Gehäuse ist eiförmig. Die Skulptur besteht, ebenso wie bei der rezenten *M. sphaerulata*, aus starken Spiralreifen, die von ziemlich weit auseinanderliegenden Querfurchen geschnitten werden. Auf den Mittelwindungen verlaufen 3 freiliegende Spiralreifen und eine vierte in der Vordersutur; auf der Schlusswindung 12. Die Columella trägt 5 Falten, die vorderste ist nur angedeutet. Sekundäre Spiralen fangen erst nahe dem Mundrand an und allein auf dem hinteren Teil der Schlusswindung. Die an sich schwierig bestimmbare Schale lässt sich einer etwas grösseren von Njalindoeng anschliessen.

Diese mir vorliegende, von Martin l.c. bereits als *Mitra sphaerulata* bestimmte Schale aus den Njalindoengschichten ist zwar nur 12 mm hoch, jedoch zeigt sie hinreichend die Merkmale der genannten Species. Das Gehäuse ist breiter, mehr eiförmig und die Spira ist weniger hoch als bei *M. tjikeusikensis*. Die Zwischenräume der primären Spiralen sind

schmäler als letztere. Sie tragen je eine einzelne sekundäre Spirale.

Weitere fossile Vertreter von *Mitra sphaerulata* liegen mir vor aus der Gegend von Bintoehan in Benkoelen. Diese Gehäuse sind noch etwas kleiner als dasjenige von Njalindoeng. Möglich wird sich aus der Untersuchung eines grösseren Materials ergeben, dass die besprochenen fossilen Schalen u.a. wegen ihrer Kleinheit als Subspecies von der rezenten *sphaerulata* zu trennen sind.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 838 (1, Fig. 194a, b).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Njalindoeng. Pliocän (Sumatra): Gegend von Bintoehan in Benkoelen.

Rezent (Sandgrund, Tiefe 0—45 m): Indopazifisches Gebiet.

Section *Chrysame* H. & A. Adams, 1853.

Typus (bestimmt von Cox (8), 1927): *Mitra coronata* Lamk.

122. *Mitra (Chrysame) idjowensis* n. sp.

Taf. XI, Fig. 195a, b.

Eine kleine breitspindelförmige *Chrysame* mit verhältnismässig hoher, konischer Spira und mässig stark gewölbter Schlusswindung. Mittelwindungen regelmässig anwachsend, beinahe $2\frac{1}{2}$ mal so breit als hoch. Sämtliche Windungen tragen zugerundete Spiralreifen, die für die Gruppe schmal sind, ferner etwas unregelmässig verlaufende, mehr oder weniger gedrängt stehende Querleistchen. Letztere sind i.a. auf die Interstitien der Spiralreifen beschränkt, gelegentlich überqueren sie jedoch die Reifen (Lupe). Sekundäre Spiralen fehlen. Interstitien anfangs etwa ebenso breit wie die Spiralen, schliesslich beinahe doppelt bis mehr als doppelt so breit. Auf den Mittelwindungen 3 Spiralreifen, ein vierter stellenweise in der Vordersutur sichtbar. Die älteren Mittelwindungen tragen ferner eine etwas schwächere Spirale an der Hintersutur. Diese hinterste Spirale verwischt vor dem Schluss der drittletzten Windung und an ihrer Stelle kommen auf den jüngeren Windungen Anwachsleistchen vor. Auf den zwei jüngsten Windungen ist das Interstitium zwischen den Spiralreifen 1 und 2 auffallend breiter als die übrigen. Die Schlusswindung trägt 13 Spiralreifen, die vorderste an der Grenze der Siphonalfasciole, ferner auf letzterer 4 etwas schmalere Spiralen. Mündung verhältnismässig breit; der Kanal kurz und undeutlich begrenzt. Parietalkallus schwach. Innenlippe gut begrenzt, vorne keine Nabelritze freilassend. Colu-

¹¹⁴) Wohl hingegen aus Mittel-Bantam (Gegend von Bodjong). Ferner wurde eine Schale gefunden bei Sangiran in Soerakarta.

mella mit der Basis der vorletzten Windung einen deutlichen Winkel bildend; sie trägt 5 mässig schräge Falten, die vorderste sehr undeutlich. Dorsaler Kanalausschnitt tief; sein Rand verläuft z.T. in der Spiralrichtung.

Der Protokonch ist nicht überliefert. An der einzigen vorliegenden Schale sind $6\frac{1}{2}$ Windungen erhalten. Diese sind schwach treppenförmig abgesetzt und durch eine leicht vertiefte Sutura geschieden. Die Querleisten verlaufen mehr oder weniger schief zur Achse (leicht antecurrent), am meisten in der Nähe der Nahtlinie, jedoch nicht immer mit einander parallel. Die Mündung nimmt ungefähr die Hälfte der Gesamthöhe ein. Die rechte Lippe ist innen (den Spiralreifen der Aussenseite entsprechend) krenuliert.

Dimensionen: Höhe $12\frac{1}{4}$ mm, gr. Breite $5\frac{1}{4}$ mm, Höhe d. Mündung (mit dem Kanal) $6\frac{1}{4}$ mm; Apikalwinkel 39° .

Die rechte Lippe ist zwar krenuliert, jedoch nicht verdickt, wie bei den typischen Arten von *Chrysame*. Eine ähnliche Ausbildung der rechten Lippe findet sich bei manchen Species von *Tiara*, z.B. bei *Mitra interlirata* und bei *M. circula*. Das vorliegende Gehäuse zeigt denn auch entschieden Anklänge an die Section *Tiara*. Der Gesamtform und der Skulptur nach lässt es sich jedoch am natürlichsten an die Gruppe *Chrysame* anschliessen. Die Schale stimmt mit keiner mir bekannten Species überein.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (1, der Holotyp, Fig. 195a, b).

123. ***Mitra (Chrysame) subidjowensis* n. sp.**

Taf. XI, Fig. 196a, b.

Von der nahe verwandten *Mitra idjowensis* n. sp. durch die folgenden Merkmale verschieden.

Gesamtform länglicher, die Spira mit kleinerem Apikalwinkel und die Schlusswindung etwas schwächer gewölbt. Der Kanalabschnitt länger und besser abgegrenzt, nach links und schwach aufwärts gebogen. Mittelwindungen nur etwas mehr als doppelt so breit als hoch. Sämtliche Mittelwindungen tragen 5 Spiralreifen. Der vorderste, in der Vordersutura verlaufende, ist durchweg teilweise sichtbar; derjenige an der Hintersutura bleibt bis zum Mundrand bestehen. Auf den jüngeren Windungen (einschl. der Schlusswindung) sind die Interstitien zwischen den Spiralen 2 und 3 und zwischen 3 und 4 etwa doppelt so breit als die übrigen. Die Schlusswindung trägt bis an die Siphonalfasciole 15 Spiralreifen. Mündung schmaler als bei *idjowensis*. Innenlippe etwas deutlicher begrenzt, vorne eine Nabelritze freilassend. Winkel zwischen der Columella und der Basis der vorletzten Windung deutlich stumpfer.

An dem einzigen vorliegenden Gehäuse waren zur Zeit der Beschreibung 6 Windungen erhalten¹¹⁵); der Protokonch ist nicht bekannt. Die Spindelfalten sind genau so wie bei *M. idjowensis*.

Dimensionen: Höhe 13 mm, gr. Breite 5 mm, Höhe d. Mündung (mit dem Kanal) $7\frac{1}{2}$ mm; Apikalwinkel $\pm 32^\circ$.

Die Schale steht der *Mitra idjowensis* zwar sehr nahe, jedoch sind fast in jeder Beziehung Unterschiede nachzuweisen. Man könnte trotzdem geneigt sein, das Gehäuse mit *M. idjowensis* zu vereinigen. Eine solche Auffassung wäre jedenfalls zu verteidigen, da über die Variationsbreite von *idjowensis* tatsächlich nichts bekannt ist. Immerhin rechtfertigen einige wesentliche Unterschiede die Abtrennung als eine gesonderte Species¹¹⁶). Erstens entspricht der

115) Nach Herstellung der Abbildung ist ein Teil der Spira verloren gegangen.

116) Eine dritte, im Habitus ähnliche Species liegt, ebenfalls nur in einem Exemplar, aus dem Pliocän von Atjeh vor. Es wurde von Martin als *Mitra flammea* Quoy aufgeführt (auf dem Zettel jedoch davon als „var.“ unterschieden). Die Species aus Atjeh mag, weil sie mit *M. idjowensis* leicht verwechselt werden könnte, hier kurz charakterisiert werden.

***Mitra (Chrysame) atjehensis* n. sp.**

Taf. XI, Fig. 197.

Von *Mitra idjowensis* n. sp. durch die folgenden Merkmale verschieden.

Schale anderthalb mal so gross. Schlusswindung vorne mehr verschmälert. Mittelwindungen nur etwas mehr als doppelt so breit als hoch. Die schwächere Spirale an der Hintersutura persistiert viel länger; am Anfang der Schlusswindung ist sie noch gut ausgebildet und bis zum Schluss bleibt sie angedeutet. Der 1. (stärkere) Spiralreifen ist weiter entfernt von der Hintersutura als bei *idjowensis*. Auf der Schlusswindung bis an die Siphonalfasciole 16 Spiralreifen; sie werden nach vorne zu breiter und die Interstitien werden dort schmaler. Die 4 vorderen Reifen sind breit bandförmig und etwa doppelt so breit als ihre Zwischenfurchen. Die Spiralen auf der Siphonalfasciole ebenso wie bei *idjowensis*. Der Kanal schmaler und besser abgegrenzt. Innenlippe scharf begrenzt. 4 Spindelfalten; die vierte (vorderste) nur angedeutet, somit eine Falte weniger als bei *idjowensis*. Dorsaler Kanalausschnitt unteuf, zugerundet. Sein Hinterrand bildet einen Winkel von mindestens 45° mit den Spiralen.

Dem Gehäuse fehlt der Protokonch; $7\frac{1}{2}$ Windungen sind erhalten. Auf den drei älteren Mittelwindungen ist die schwächere Spirale an der Hintersutura noch nicht ausgebildet; sie tragen allein 3 starke Spiralreifen. Eine Nabelritze fehlt vollkommen.

Dimensionen des Holotyps (Fig. 197): Höhe 19 mm, gr. Breite $7\frac{1}{4}$ mm, Höhe d. Mündung (mit dem Kanal) $10\frac{1}{2}$ mm; Apikalwinkel (des älteren Gehäuseteiles) $\pm 40^\circ$.

Den ihr ähnlichen Species aus Bantam gegenüber erscheint *M. atjehensis* vor allem gekennzeichnet durch den unteufen Kanalausschnitt.

Vorkommen: Pliocän (Sumatra): Fundstelle 256 (Kr. Goentji), Landschaft Sawang, Nord-Atjeh (Operculina-Stufe).

2. Spiralreifen der beschriebenen Schale nicht dem ersten (der jüngeren Windungen) bei *idjowensis*, da letzterer der Hintersutur viel mehr genähert ist und ebensowenig ist der 1. Spiralreifen homolog mit der schwächeren, allein auf den älteren Windungen vorkommenden Spirale an der Hintersutur bei *idjowensis*. Zweitens ist die Ausbildung des Kanals wesentlich verschieden und damit hängt zusammen, dass die Siphonalfasciole bei *M. subidjowensis* weiter vorsteht und dass eine Nabelritze frei bleibt.

Mitra subidjowensis erscheint ebenfalls nahe verwandt mit der rezenten *Mitra (Chrysame) solandri* Rve.¹¹⁷). Letztere besitzt jedoch eine viel schwächere Querskulptur. Ferner trägt die Columella insgesamt nur 4 Falten (einschl. der vorderen, undeutlichen), somit eine Falte weniger als bei *subidjowensis*.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (1, der Holotyp, Fig. 196a, b).

Sectio *Nebularia* Swainson, 1840.

Typus: *Mitra contracta* Swainson (= *M. abbatis* Dillw.).

124. *Mitra (Nebularia) koolhoveni* n. sp.

Taf. XI, Fig. 198a, b.

Eine eiförmige, annähernd walzige *Mitra* (s. str.), in der Gesamtform an *Dibaphus* erinnernd. Schlusswindung für die Gruppe sehr gross, $\frac{3}{4}$ der Gesamthöhe einnehmend. Älterer Teil der Spira sehr stumpf. Postembryonale Windungen sehr schwach gewölbt, durch eine leicht vertiefte Sutur geschieden, schwach treppenförmig abgesetzt, ab der 2. Mittelwindung nach und nach verhältnismässig höher werdend. Ältere Mittelwindungen mit scharf ausgeprägter Spiralskulptur, nämlich 4—5 Reifen, deren Zwischenfurchen, die ebenso breit bis etwas breiter sind als sie selbst, durch dichtgedrängte Anwachsleisten punktiert erscheinen. Die jüngeren Windungen (einschl. der Schlusswindung) tragen allein feine, punktierte Spiralfurchen, die mehr als doppelt so zahlreich sind als die ursprünglichen Zwischenfurchen. Auf der Stirn und auf der davon nicht scharf geschiedenen Siphonalfasciole verlaufen wieder breitere Furchen, die an etwa ebenso breite Spiralreifen grenzen. Schlusswindung grösstenteils fast walzig, allein vorne ganz allmählich in den Kanalabschnitt verschmälert. Mündung hinten sehr spitz, vorne stark verbreitert. Kanal sehr kurz. Hinterer Teil der Aussenlippe (dieser ist allein erhalten) innen schwach

krenuliert. Parietalkallus schwach. Columella leicht S-förmig gebogen.

Beim einzigen vorliegenden Exemplar ist vom Protokonch nur ein Teil der jüngsten Windung erhalten. Diese ist glatt; gegen die Mittelwindungen wird sie von einem Querwulst begrenzt. Die Anzahl der postembryonalen Windungen beträgt $6\frac{1}{2}$. Während sie i. a. mit wachsender Spira höher werden, bildet die 1. Mittelwindung darauf eine Ausnahme. Sie ist nämlich verhältnismässig höher als die zweite, ragt demzufolge schwach aus dem Profil der Spira hervor und besitzt (von Anfang an) 5 Spiralreifen, gegen 4 auf dem jüngeren Teil der zweiten Mittelwindung. Auf der 4. Mittelwindung schwächt die Spiralskulptur ab, die Reifen werden niedriger und in jedem Zwischenraum schaltet sich eine flache sekundäre Spirale ein. Auf dem jüngsten Teil dieser Windung sind sämtliche Spiralen abgeflacht; die zwischengeschalteten liegen in einer Ebene mit den primären und die Zwischenfurchen sind sehr eng und untief. Ab Anfang der 5. Mittelwindung besteht die Skulptur nur noch aus feinen, von den Anwachsstreifen punktierten Spiralfurchen. Gelegentlich schaltet sich noch eine solche ein, so dass die jüngeren Mittelwindungen 9—11 Furchen tragen. Stellenweise sind die Anwachsstreifen etwas stärker entwickelt als gewöhnlich und angedeutet wulstartig. Nahe dem Mundrand sind sie ebenfalls stärker ausgeprägt, nämlich etwas runzelig. An der Mündung fehlt ein Teil des Kanals. Der dorsale Ausschnitt des letzteren war, wie der Verlauf der Anwachsstreifen zeigt, nur mässig tief. Die Aussenlippe ist mässig dick. Der Gaumen ist vollkommen glatt. Innenlippe allein vorne scharf begrenzt. Die Columella (vorne beschädigt) trägt mindestens 4 (nicht sehr schräge) Falten; möglich war vorne noch eine fünfte vorhanden.

Dimensionen: Höhe $21\frac{1}{2}$ mm, gr. Breite 8 mm, Höhe d. Mündung 14 mm.

Die beschriebene Schale zeigt dem Habitus nach Anklänge an verschiedene Gruppen, nämlich sowohl an *Strigatella* als an *Nebularia* und *Chrysame*. Die Wahl zwischen diesen Gruppen wird noch erschwert durch die unvollständige Erhaltung des Mundrandes. Aus der Gruppe *Strigatella* ist die rezente *Mitra (Str.) astricta* Rve.¹¹⁸) entfernt ähnlich. Bei sämtlichen mir bekannten Arten von *Strigatella* ist jedoch der dorsale Kanalausschnitt viel tiefer als bei dem fraglichen Gehäuse und der Rand des Ausschnittes verläuft über eine Strecke in der Spiralrichtung¹¹⁹). Bei der beschriebenen Schale hingegen bilden die Anwachsstreifen, wo sie dem Hinterrand des Ausschnittes entsprechen, zumindest noch einen Winkel von 30° mit den Spiralfurchen. Ich rechne deswegen die Schale nicht zu *Strigatella*.

In den Sectionen *Nebularia* und *Chrysame* ist mir keine Species bekannt, der das vorliegende Gehäuse

118) Reeve (68), II, *Mitra*, Fig. 188.

117) Reeve (68), II, *Mitra*, Fig. 172. Vgl. auch Cox, Zanzibar (8), p. 91, Taf. XVIII, Fig. 9.

119) Abweichend hiervon ist die Ausbildung des Kanalausschnittes bei der von einigen Autoren zu *Strigatella* gerechneten *Mitra chrysostoma* Swainson. Ich bin deswegen geneigt, denjenigen Untersuchern beizustimmen, welche diese Art als eine *Nebularia* auffassen.

nahe steht. Zwischen den genannten zwei Gruppen ist die Wahl recht schwierig, da sie überhaupt nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind. Die Form der Mündung der fraglichen Schale (vorne erweitert, hinten sehr spitz) weist jedoch entschieden auf *Nebularia* hin.

Da das beschriebene Gehäuse sich keiner mir bekannten Art anschliessen lässt und offenbar sogar keiner sehr nahe steht, führe ich es als neue Species auf.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (1, der Holotyp, Fig. 198a, b).

Subgenus **Strigatella** Swainson, 1840.

Genotypus: *Mitra zebra* Lamk. (= *paupercula* (L.)).

Nach Cossman (5) unterscheidet sich *Strigatella* durch den Besitz von höchstens 4 Spindelfalten (davon die vorderste oft undeutlich) von *Mitra*, wo 4 — 5 Falten angegeben werden. Diese Angabe fand ich bei *Strigatella* nicht bestätigt. Manche für diese Gruppe charakteristische rezente Arten besitzen nämlich 5 Spindelfalten, oder je nach dem Individuum 4 oder 5. Beim Genotyp, *M. paupercula*, fand ich 4 Spindelfalten, hingegen bei der meistens als „Varietät“ zu *paupercula* gerechneten *M. tigrina* A. Ad. 5. Dass es sich bei dieser 5. Falte nicht etwa um die gedrehte Vorderseite der Columella handelt, geht daraus hervor, dass die Falte auch an ihrer Hinterseite scharf begrenzt ist.

Wegen des oben Gesagten wird eines der (nach Cossman) wichtigsten Kennzeichen für *Strigatella* hinfällig. Umsoher kann ich mich deswegen der Meinung von Grant & Gale¹²⁰⁾ anschliessen, dass keine natürliche Abscheidung zwischen *Mitra* und *Strigatella* bestehe und letzterer kein höherer Wert als der eines Subgenus zukomme.

125. ***Mitra (Strigatella) bantamensis*** n. sp.
Taf. XI, Fig. 199—205.

Eine spindelförmige *Strigatella* von stark wechselnder Breite. Spira treppenförmig, sehr verschiedenen hoch. Protokonch hoch konoid. Er besteht aus einem winzigen, stark seitwärts abgelenkten Nucleus und $3\frac{1}{2}$ Windungen, die glatt sind und kaum gewölbt. Der Nucleus und die 1. Embryonalwindung glasartig durchscheinend. Eine schwach antecurrente Furche bildet die Grenze gegen die Mittelwindungen. Postembryonale Windungen (maximal etwa $7\frac{1}{2}$) durch eine deutliche Naht geschieden, durchweg geschultert, hinter der Schulterkante dachförmig abfallend und sehr schwach konkav, vor der Kante senkrecht abfallend und hier nahezu flach (die Schlusswindung bloss bis zur Nahtlinie). Die erste Mittelwindung ist ungefähr halb so hoch als breit. Bis zum Anfang der

fünften Windung werden die Mittelwindungen durch ein schwaches Ansteigen der Sutura nach und nach verhältnismässig niedriger und die Schulterkante, die auf der 1. Mittelwindung nahe der Hintersutura verläuft, nähert sich infolgedessen mehr der Vordersutura. Am jüngeren Gehäuseteil steigt die Sutura hingegen allmählich ab, die Windungen nehmen mehr in die Höhe zu und die Schulterkante rückt nach der Mitte hin. Da die Windungen am älteren Gehäuseteil mehr in die Breite wachsen, entsteht ein leicht S-förmiges Profil der Spira, nämlich hinten deutlich konkav und vorne angedeutet konvex. Ältere Mittelwindungen mit stark ausgeprägter Spiralskulptur, nämlich mit einem starken Kiel in der Schulterkante, durch eine Spiralfurche getrennt von einem vorderen Reifen, und einem flachen Nahtband, das gegen die hintere Rampe der Windungen treppenförmig abgesetzt ist. Vorletzte Windung und Schlusswindung (bis auf die Stirn) bei erwachsenen Individuen so gut wie glatt. Auf der Stirn einige ziemlich weitgestellte Spiralfurchen.

Im einzelnen bestehen zwischen den Gehäusen, auch zwischen solchen von derselben Fundstelle, beträchtliche Unterschiede, namentlich in der Ausbildung der Spira. Die postembryonalen Windungen (ausgenommen die älteren) sind nämlich sehr verschieden stark eingerollt. Bei stark umfassenden Windungen verläuft die Schulterkante ungefähr auf der 5. Mittelwindung sehr dicht an der Vordersutura und bei einigen Gehäusen fällt sie stellenweise mit letzterer zusammen (Fig. 202). Bei Schalen mit nicht sehr stark umfassenden Windungen wird der Abstand der Schulterkante von der Vordersutura nicht geringer als $\pm 2/5$ der Höhe einer Windung.

Die einzige aus dem Tjimandiriterrain stammende Schale unterscheidet sich von sämtlichen übrigen durch die anfangs sehr spitze, später plötzlich sich verbreiternde Spira. Es handelt sich wahrscheinlich um eine teratologische Ausbildung.

Abgesehen von dem Kiel in der Schulterkante, der bereits von Anfang an vorkommt, trägt die 1. Mittelwindung einen die Hintersutura begleitenden Spiralfurche. Letzterer bildet sich allmählich zu dem bereits erwähnten Nahtband um. Der Spiralfurche auf dem Vorderabschnitt der älteren Mittelwindungen ist je nach dem Grade der Einrollung teilweise von der nächstjüngeren Windung bedeckt, oder vollkommen freiliegend; im letzteren Falle ist er auch vorne von einer Furche begrenzt. Ausnahmsweise ist sogar noch ein zweiter, vorderer Reifen sichtbar. Während Stücke mit schwach ausgeprägter Spiralskulptur allein vor dem Kiel eine Spiralfurche besitzen, tragen andere, stärker skulpturierte auch eine (schwächere) an der Vordergrenze des Nahtbandes. Beim Holotyp setzt auf der 5. Mittelwindung unmittelbar vor der letztgenannten Spiralfurche eine zweite ein und weiter

120) Pliocene Moll. California (18), p. 635.

vorne sind auf der hinteren Rampe noch weitere angedeutet (Lupe). Die Spiralfurche vor dem Kiel fängt beim Holotyp bereits auf der 2. Mittelwindung an; sie ist bald scharf ausgeprägt. Bei einem auffallend stark skulpturierten Jugendexemplar (Fig. 204) verläuft auch auf der Mitte des Nahtbandes eine Spiralfurche, ferner eine unmittelbar hinter dem Kiel. Die Spiralskulptur schwächt meistens auf der fünften, oder (bei stärker skulpturierten Schalen) am Anfang der sechsten Mittelwindung sehr ab und bald darauf, spätestens auf der 6. Mittelwindung, ist sie vollkommen verwischt. Am längsten bleibt noch der Kiel bestehen. Auf dem jüngsten, so gut wie glatten Gehäuseteil kommen allein u. d. L. sichtbare Spiralstreifen und nur etwas weniger feine Anwachsstreifen vor. Die (3-4) ziemlich tiefen Spiralfurchen auf der Stirn erscheinen von den Anwachsstreifen punktiert. Zwischen je zwei tieferen Furchen verläuft manchmal noch eine schwächere. Die Siphonalfasciole, die hinten von einer schmalen bandförmigen Spirale begrenzt wird, trägt etwa 4 Furchen, die an schmale Spiralen grenzen.

Die Form der Schlusswindung und die Ausbildung der Mündung (vgl. Fig. 200a) sind wie gewöhnlich bei *Strigatella*. Mit der Verdickung der Aussenlippe hängt zusammen, dass die Sutura kurz vor der Mündung ansteigt. Der deutlich ausgebildete Hinterausguss wird durch einen mässig starken Parietalkallus eingeengt. Die Columella trägt 4-5 Falten, bei erwachsenen Stücken meistens 5. Die 5. (vorderste) ist namentlich an Schalen, wo der rechte Mundrand abgebrochen ist, deutlich sichtbar. Die zwei hinteren Spindelfalten sind scharf ausgeprägt und nur sehr wenig schief, die 2-3 vorderen schwach entwickelt und schräg ansteigend. Der dorsale Ausschnitt des Kanals ist tief.

Bei Jugendexemplaren ist die Schlusswindung auch vor der Nahtlinie i. a. stärker skulpturiert als bei erwachsenen, jedoch je nach dem Individuum sehr verschieden stark. Abgesehen von der Stirn verlaufen bisweilen allein unmittelbar vor der Nahtlinie einige angedeutete Furchen (Fig. 204). In anderen Fällen kommen vor der Nahtlinie überall Furchen in regelmässigen Abständen vor.

Dimensionen: Die Gehäuse mit stark umfassenden Windungen besitzen eine niedrige Spira und eine extrem breite Gesamtform. Umgekehrt sind die Stücke mit wenig umfassenden Windungen, dabei der Holotyp, ziemlich schlank. Die folgenden Maasse zeigen die in dieser Hinsicht bestehende Variation.

	Höhe	gr. Breite	Höhe d. Mündung	gr. Breite: Höhe	gr. Breite: Höhe d. Mündung
Holotyp von Lok. 980 (Fig. 199):	19	7	12	0.37	0.58
Exemplar von Lok. 807 (Fig. 200):	23½	9¾	14¾	0.41	0.66
Weitere Exemplare von Lok. 980 { (Fig. 201):	—	9	13¾	—	0.65
(Fig. 202):	—	7¾	12	—	0.65
(Fig. 203):	20	9½	14 mm	0.48	0.68

Beschreibung nach dem Holotyp von Lok. 980, Tjirantjabeureum (Fig. 199a, b) und den übrigen Exemplaren aus dem Tjirantjauriterrain; der Protokonch nach einem Jugendexemplar von Lok. 980 (Fig. 205).

Die neue Art steht der rezenten indopazifischen *Mitra (Strigatella) lutea* Q. & G.¹²¹⁾ (= *acuminata* Swainson) sehr nahe. Wie die sehr verschiedenen Figuren zeigen, ist letztere der Gesamtform nach ebenfalls sehr variabel. Der fossilen Species am ähnlichsten sind die von Sowerby abgebildeten Stücke¹²²⁾. Von letzteren unterscheidet die neue Art sich wesentlich durch die Schulterkante und durch die starke Spiralskulptur der Spira. Ferner verlaufen bei *M. lutea* über die ganze Schale feine Spiralfurchen, die sich nicht in dieser Weise bei *M. bantamensis* vorfinden.

Tjirandiriterrain: Lok. 2262 (1).

Tjirantjauriterrain: Lok. 807 (2, Fig. 200a, b, 204a, b), Lok. 980 (24, Fig. 201a, b, 202a, b, 203a, b, 205, dabei der Holotyp, Fig. 199a, b), Lok. 1355 (1).

Genus *Vexillum* (Bolten) Röding, 1798.

Genotypus: *Vexillum plicatum* (Bolten) Röding (= *Voluta plicaria* Linné).

Vgl. Woodring, Miocene Bowden, Jamaica (98), II, p. 244.

Subgenus *Vexillum* Röding.

Sectio *Costellaria* Swainson, 1840.

Vgl. Woodring, l. c., p. 244. Hierzu rechne ich auch die Gruppe *Callithea* Swainson.

Schlüssel zu den Species von *Costellaria* aus Süd-Bantam.

- A. Kanal sehr kurz, undeutlich begrenzt; Aussenlippe vorne nicht eingebogen *V. (C.) rajaense*
- B. Kanal kurz bis mässig lang, deutlich begrenzt; Aussenlippe vorne eingebogen:
 - B I. Grösste Breite der Schale etwa in ein Drittel der Höhe (von vorne gerechnet); Spira deutlich länger als die Mündung; Kanal kurz; Gehäuse turmförmig; Spira mässig spitz; Schlusswindung hinten meistens nur wenig gewölbt, vorne nicht sehr stark eingeschnürt *V. (C.) obeliscus obeliscus*
Gehäuse annähernd spindelförmig; Spira stumpfer; Schlusswindung meistens gleichmässiger gewölbt, vorne stärker eingeschnürt *V. (C.) obeliscus teschi*
 - B II. Grösste Breite der Schale ungefähr in der Mitte der Höhe; Spira annähernd ebenso lang (meistens etwas kürzer) als die Mündung *V. (C.) batavianum*

121) Quoy & Gaimard, Voy. de l'Astrolabe (67a), II, p. 650, Taf. 45 bis, Fig. 7—9. Sämtliche Literatur über diese Art ist bei Dautzenberg, Terebridae et Mitridae Ind. or. néerl. (13), p. 107, angegeben.

Im Zusammenhang mit dem oben über das Subgenus *Strigatella* Gesagten sei erwähnt, dass in der Originalbeschreibung und bei Kiener für *M. lutea* 5 Spindelfalten angegeben werden, hingegen bei Reeve nur 4.

122) Thesaurus (79), IV, Mitra, Taf. VIII, Fig. 88*, 89*.

126. *Vexillum (Costellaria) rajaense* (K. Martin).

Taf. XII, Fig. 206 — 213.

* 1895 *Turricula (Callithea) rajaensis* spec. nov. Martin, Foss. v. Java (42), p. 83, Taf. XII, Fig. 185, 185a, b.

Diese Art war bislang nur in einem Exemplar bekannt. Nach Martin stammt es „wahrscheinlich vom Tji Mantjeurh, bei Raja h". Mit dem Holotyp übereinstimmende Schalen liegen mir jetzt aus dem Tjimantjeurterrain in grosser Anzahl vor. Es darf deshalb angenommen werden, dass Martins Exemplar in der Tat am Tjimantjeuri gefunden wurde. Die Angabe „Rajah", anstatt Bajah, ist wohl auf irgendeinen Schreibfehler (Verbeeks?) zurückzuführen. Es besteht jedoch keine Ursache, den Speciesnamen zu berichtigen¹²³).

Das neue Material ermöglicht einige Ergänzungen zur Originalbeschreibung.

Der Protokonch (Fig. 213) ist hoch konoid. Er besteht aus einem niedrigen, nicht auffallend kleinen Nucleus und $2\frac{1}{2}$ Windungen, die glatt sind und schwach gewölbt. Die Grenze gegen die Mittelwindungen wird von einem kommaförmigen Querwulst gebildet. Sofort darauf folgen Querrippen in der normalen Ausbildung. Die Spiralskulptur setzt im Laufe der 1. Mittelwindung ein. Anfangs ist sie beschränkt auf den hinteren Teil der Windung, wo etwa 3 Spiralfurchen verlaufen. Auf der 2. Mittelwindung treten die Furchen allmählich über die ganze Höhe der Windung auf. Die Anzahl der Spiralfurchen wechselt je nach dem Individuum ziemlich stark. Auf der vorletzten Windung kann sie über 15 betragen. Durch die Furchen werden die Interstitien der Querrippen in schmale flache Spiralen verteilt. Auf dem jüngeren Gehäuseteil schaltet sich stellenweise in einer Spiralfurche eine sekundäre Spirale ein. Auf dem vorderen, eingeschnürten Abschnitt der Schlusswindung sind die primären Spiralen etwas breiter und höher als gewöhnlich und nicht auf die Interstitien beschränkt. Sie verlaufen nämlich über die Querrippen hinweg, wodurch sie gekörnelt erscheinen. Die Siphonalfasciole wird an ihrer Hinterseite durch eine hohe scharfgeschnittene Leiste begrenzt. Im übrigen trägt sie 3 gekörneltte Spiralreifen. Palatalleisten sind nur an wenigen Stücken sichtbar. Sie sind ziemlich dichtgestellt, kurz und niedrig und sie erreichen den Aussenrand der rechten Lippe nicht. Wahrscheinlich waren die Leisten ursprünglich bei sämtlichen erwachsenen Individuen vorhanden und sind sie erst nachträglich durch Paguriden abgeschliffen. Die 3. Spindelfalte (von hinten gerechnet) ist an einigen grösseren Schalen ebenso gefurcht wie die zwei hinteren Falten.

Variation: Die Variationsbreite ist nicht so gross wie bei manchen anderen Mitriden, so dass die Begrenzung der Art in diesem Falle keine Schwierigkeiten bietet. Die Gesamtform wechselt von sehr schlank und spitz, wie bei meiner Fig. 206 abgebildeten, ungefähr dem Holotyp entsprechenden Schale,

123) Der Fehler ist nämlich nicht aus der ursprünglichen Veröffentlichung ersichtlich. Vgl. die Fussnote Rud. Richters zu den Internationalen Nomenklaturregeln in „Senckenbergiana", IX, p. 8.

bis auffallend breiter und stumpfer (Fig. 210). Bei den plumperen Gehäusen sind die Mittelwindungen viel breiter als bei den sehr schlanken und die Spira scheint dadurch niedriger. In Wirklichkeit wechselt die Höhe der Spira im Verhältnis zur Gesamthöhe jedoch nur unbedeutend. Unabhängig von ihrer Breite variieren die Windungen darin, dass sie mehr oder weniger deutlich treppenförmig gegeneinander abgesetzt sind. Ausnahmsweise besitzen sie eine deutliche Schulterkante (Fig. 211, 212). Einigermassen wechselnd ist ferner die Anzahl der Querrippen per Windung. Gewöhnlich trägt die vorletzte Windung 19–20 Rippen, bei einer Schale mit auffallend dichtgestellten Querrippen (Fig. 209) hingegen 25.

Tjimantjeurterrain: Lok. 135 (5), Lok. 727 (7, Fig. 207a, b), Lok. 748 (1), Lok. 766 (4), Lok. 766a (9, Fig. 206a, b), Lok. 806 (2), Lok. 807 (64, Fig. 211), Lok. 815 (4), Lok. 817 (12), Lok. 822 (25), Lok. 980 (3), Lok. 1007 (1), Lok. 1013 (8), Lok. 1027 (1), Lok. 1028 (3), Lok. 1031 (4), Lok. 1082 (1), Lok. 1097 (5, Fig. 213), Lok. 1110 (8, Fig. 210, 212), Lok. 1124 (2), Lok. 1129 (4), Lok. 1179 (1), Lok. 1183 (2), Lok. 1248 (1), Lok. 1314 (7, Fig. 208a, b, 209a, b), Lok. 1345 (4), Lok. 1355 (1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Sindanghadji (östl. v. Madjenang)¹²⁴. Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra¹²⁵) und Gegend von Bintoehan in Benkoelen¹²⁶).

127. *Vexillum (Costellaria) obeliscus obeliscus* (Reeve).

* 1844 *Mitra obeliscus*. Reeve in Proc. Zool. Soc. London, p. 175.

1844 *Mitra obeliscus*. Reeve (68), II, Mitra, Fig. 107.

1874 *Mitra obeliscus*, Reeve. Sowerby, Thesaurus (79), IV, Mitra, p. 36, Taf. IX, Fig. 126, 127.

1895 *Turricula (Vulpecula) obeliscus* Reeve. Martin, Foss. v. Java (42), p. 82, Taf. XII, Fig. 182, 182a, 183, 183a.

1915 *Turricula (Costellaria) obeliscus* Reeve. Tesch, Timor (82), I, p. 49, Taf. LXXX, Fig. 106a, b.

1928 *Turricula obeliscus* Reeve. Martin, Atjeh (50), p. 11 (pars), p. 20 (ausgenommen die beiden „Varietäten").

1931 *Turricula (Costellaria) Teschi* n. sp. Koperberg, Timor (27), p. 85.

1935 *Turricula (Costellaria) obeliscus* Reeve. Dautzenberg, Terebridae et Mitridae Ind. or. néerl. (13), p. 154 (das. sämtl. Lit. über das rezente Vork. und die Verbreitung).

Non *Vexillum (Pusia) obeliscum* [non] (Reeve). Nomura, Tert. and quart. Moll. Taiwan (54), II, p. 141, Taf. VII, Fig. 27.

Aus Süd-Bantam liegen nur zwei Stücke vor, davon eines sehr unvollständig. Sie stimmen in der Skulptur mit einer rezenten Schale von *V. obeliscus* überein. Eines der Gehäuse nähert sich letzterer auch

124) Mus. Band. Die Fundstelle ist auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 59 (Adjibarang) der Geologischen Karte gelegen.

125) Vgl. „Toelichting bij blad 3 (Bengkoenat) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 23.

126) Vgl. „Toelichting bij blad 7 (Bintoehan) der Geol. kaart v. Sumatra", p. 18. Ebenfalls auf (dem noch nicht erschienenen) Blatt 11 (Pageralam).

der Gesamtform nach. Das zweite, unvollständige, wohl nicht sicher bestimmbare Stück ist zwar auffallend kürzer als das rezente Individuum, jedoch ausgesprochen turmförmig, so dass es der typischen Subspecies näher zu stehen scheint als der unten aufgeführten *V. obeliscus teschi*.

Die Bestimmung der beiden Gehäuse war nur möglich durch Vergleichung mit einem grösseren Material aus dem Pliocän von Atjeh. Aus der Untersuchung der atjehschen Stücke¹²⁷⁾ ergab sich auch, dass „*Turricula*“ *teschi* Koperb. nicht einmal als Subspecies von dem rezenten *V. obeliscus* getrennt werden kann¹²⁸⁾.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjiidjow (2).

Sonst. Vork. (weggelassen sind nicht hinreichend verbürgt scheinende Angaben): Pliocän (Java): Sondé. Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Robulinaton, Rotalia-Stufe, Tuffkonglomerat-Stufe, Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe, Braunkohlen-Stufe). Pliocän: Timor.

Rezent (Sandgrund, Tiefe 13 — 55 m): Indopazifisches Gebiet.

128. *Vexillum (Costellaria) obeliscus teschi* (Koperberg).

Taf. XII, Fig. 214.

1915 *Turricula (Vulpecula) gembacana* [non] K. Martin. Tesch, Timor (82), I, p. 49, Taf. LXXX, Fig. 105a, b.

1927 *Turricula (Vulpecula) gembacana* [non] K. Martin. P. J. Fischer, Seran u. Obi (17), p. 84.

1928 *Turricula obeliscus* Reeve (pars). Martin, Atjeh (50), p. 11, 20 (die „Varietät“ mit kürzerem Gewinde).

* 1931 *Turricula (Costellaria) obeliscus* Reeve subspec. *Teschi* n. s. sp. Koperberg, Timor (27), p. 82.

Eine nur 7 mm hohe, offenbar jugendliche Schale lässt sich den schlankeren Exemplaren von *V. obeliscus teschi* anschliessen. Sie steht nämlich einem mir vorliegenden Paratyp von Koperbergs Form α der genannten Subspecies sehr nahe.

Die Gehäuse aus dem Pliocän von Atjeh, die ich zu *obeliscus teschi* rechne, sind durchweg etwas plumper. Die Subspecies erscheint dem typischen *obeliscus* gegenüber hinreichend gut charakterisiert.

Tjimantjeurterrain: Lok. 1074 (1 juv., Fig. 214).

Sonst. Vork.: Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe). Pliocän: Timor, Ceram.

129. *Vexillum (Costellaria) batavianum* (K. Martin).

Taf. XII, Fig. 215.

1935 *Vexillum (Vexillum) batavianum* (K. Martin). Oostingh, Boemiajoe (63), p. 91, Taf. VIII, Fig. 88 (das. sämtl. Lit. und die Verbreitung).

127) Näheres über das Material von *Vexillum obeliscus* aus Atjeh gedenke ich an anderer Stelle mitzuteilen.

128) E. J. Koperberg (27) hat den Namen *teschi* zweimal bei „*Turricula*“ verwendet, nämlich einmal für eine neue Subspecies von „*Turricula*“ *obeliscus* und das zweite Mal für eine neu aufgestellte Species. Nun letztere in die Synonymie von *Vexillum obeliscus* fällt, erübrigt es sich eine der beiden *teschi* neuzubenennen, so dass der Name für die Subspecies beibehalten werden mag.

Das einzige Exemplar ist dem von Martin (42) Fig. 173 abgebildeten ähnlich, allein ist die Spira verhältnismässig höher. Die Columella trägt 5 Falten; die fünfte, vorderste ist sehr klein, jedoch deutlich begrenzt. Bis auf diese vorderste sind sämtliche Spindelfalten gefurcht.

Eine angedeutete fünfte Spindelfalte findet sich ebenfalls bei einigen Schalen von *V. batavianum* aus dem Pliocän von Atjeh. Hingegen ist mir kein weiteres Stück bekannt, wo die vierte Falte gefurcht ist.

Dimensionen: Höhe (ergänzt) ± 27 mm, gr. Breite $9\frac{3}{4}$ mm. Die Spira ist etwa $13\frac{3}{4}$ mm hoch; sie nimmt somit nur sehr wenig mehr als die Hälfte der Gesamthöhe ein. Hingegen ist das Gewinde bei Martins Exemplaren von *V. batavianum* (ganz unbedeutend) kürzer als die Mündung.

Tjikeusikterrain: Lok. 10, Tjikeusik (1, Fig. 215).

Sonst. Vork.: Pliocän von Java, Nias, Sumatra, Timor, Obi und Mindanao.

Genus *Cylindromitra* P. Fischer, 1884.

Syn.: *Cylindra* Schumacher, 1817 (non *Cylindra* Illiger, 1802).

130. *Cylindromitra crenulata* (Gmelin).

Taf. XII, Fig. 216a, b.

* 1791 *Voluta crenulata*. Gmelin, Systema Naturae, ed. XIII, p. 3452.

1844 *Mitra crenulata*. Reeve (68), II, Mitra, Fig. 190a.

1874 *Mitra crenulata*, Chemnitz. Sowerby, Thesaurus (79), IV, Mitra, Taf. XVIII, Fig. 354, 355.

1935 *Cylindromitra crenulata* (Chemnitz) Schröter. Dautzenberg, Terebridae et Mitridae Ind. or. néerl. (13), p. 166 (das. sämtl. Lit. über das rezente Vork. und die Verbreitung).

Die einzige Schale aus Süd-Bantam ist $16\frac{1}{2}$ mm hoch. Sie ist viel schmaler als die Mehrzahl der rezenten Gehäuse. Mit einem solchen von Lang-Eiland in der Sunda-Strasse stimmt sie jedoch der Gesamtform nach genau überein.

Tjikeusikterrain: Lok. 6, Tjikarakal (1, Fig. 216a, b).

Sonst. Vork.: Rezent: Indopazifisches Gebiet.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung zu der Tafel.

TAFEL XII.

Fig. 206-213. *Vexillum (Costellaria) rajaense* (Mart.) p. 49

Fig. 206a, b. Sehr schlankes, ungefähr dem Holotyp entsprechendes Exemplar, von Lok. 766a, Tjibatoerandjang. $\times 2$.

Fig. 207a, b. Schlankes Exemplar, von Lok. 727, Tjimantjeuri. $\times 2$.

Fig. 208a, b. Etwas weniger schlankes Exemplar, von Lok. 1314, Tjibitjak. $\times 4$.

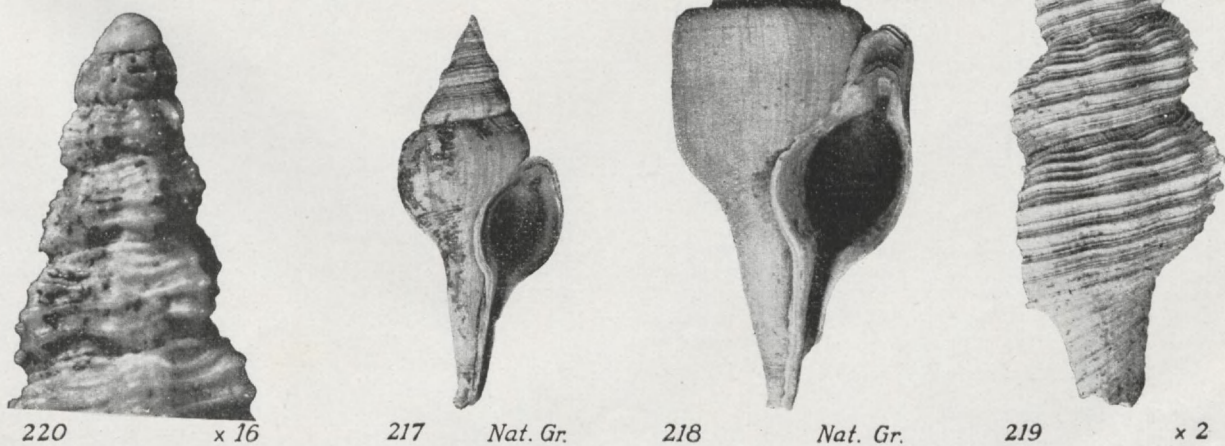
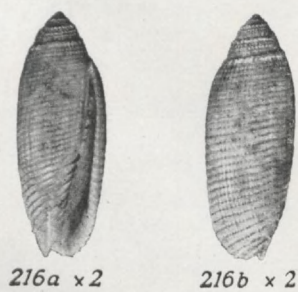
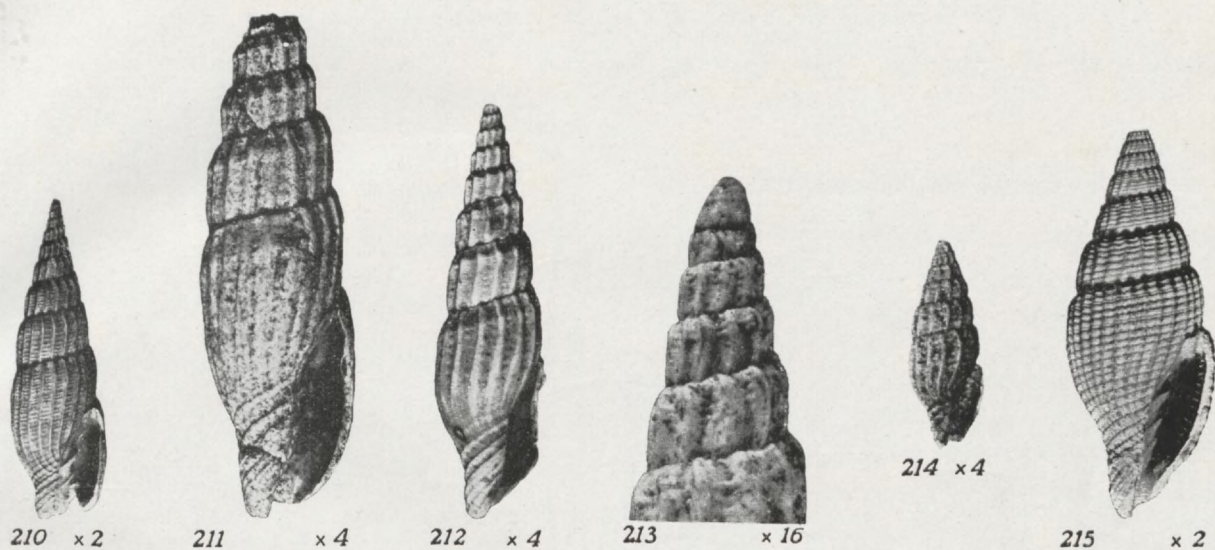
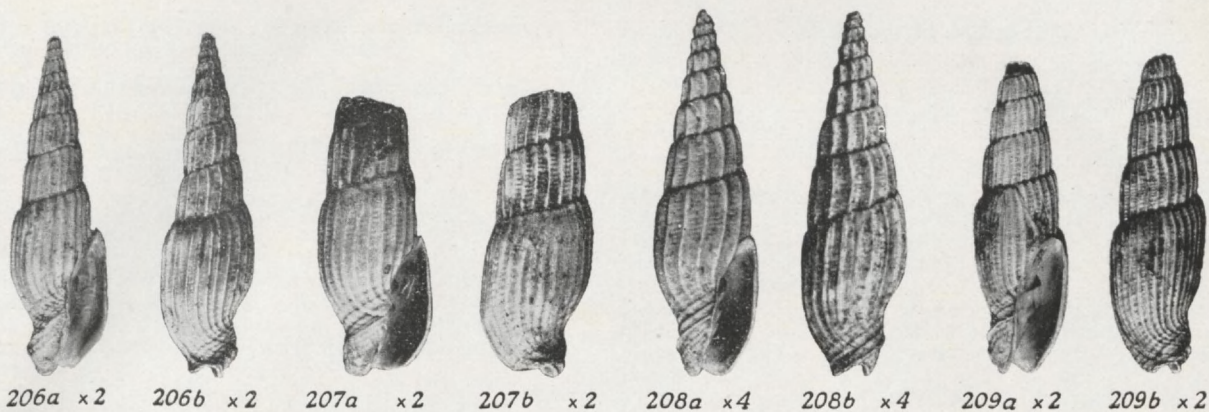




Fig. 209a, b. Schlankes Exemplar mit auffallend dichtgestellten Querrippen, von Lok. 1314. × 2.

Fig. 210. Verhältnismässig breites Exemplar, von Lok. 1110, Tjiseël-besar. × 2.

Fig. 211. Exemplar mit deutlicher Schulterkante, von Lok. 807, Tjikiroeh. × 4.

Fig. 212. Exemplar mit deutlicher Schulterkante, von Lok. 1110. × 4.

Fig. 213. Ältester Gehäuseteil eines Jugend-exemplares mit vollständig erhaltenem Protokonch, von Lok. 1097, Tjiseël-besar. Die Grenze des Pro-tokonches gegen die Mittelwindungen ist zu sehen. × 16.

Fig. 214. *Vexillum (Costellaria) obeliscus teschi* (Koperberg), schlankes Jugendexemplar, von Lok. 1074, Tjitjoeroeg-Koeda. × 4. p. 50

Fig. 215. *Vexillum (Costellaria) batavianum* (Mart.), Exemplar mit verhältnismässig hoher Spira, von Lok. 10, Tjikeusik. × 2. p. 50

Fig. 216a, b. *Cylindromitra crenulata* (Gmel.), schlankes Exemplar, von Lok. 6, Tjikarakal. × 2. p. 50

Fig. 217-218. *Clavilithes verbeeki* (Mart.)

Fig. 217. Exemplar von Lok. 7, Tjikeusik. Nat. Gr.

Fig. 218. Exemplar von Lok. 9, Tjikeusik. Nat. Gr.

Fig. 219-220. *Fusinus (Fusinus) menengtenganus* (Mart.)

Fig. 219. Unvollständiges Exemplar, von Lok. 10, Tjikeusik. × 2.

Fig. 220. Ältester Gehäuseteil eines Exemplares mit vollständig erhaltenem Protokonch, von Lok. 6, Tjikarakal. Die Figur zeigt den Nucleus und die (glatte) 1. Embryonalwindung; die Querleistchen der 2. Embryonalwindung („Übergangsskulptur“) sind stellenweise abgerieben. Auf der nächstjünge-ren Windung ist rechts der Querwulst zu sehen, der den Protokonch gegen die Mittelwindungen ab-grenzt. × 16.

(Gehören zur 7. Fortsetzung)

Aardolie in kgtonnen.

Gebied	1938	1937	1936
Java en Madoera . . .	933 595,3	960 124,6	499 096,9
Palembang	2 747 023,1	2 784 447,9	2 761 710,7
Djambi	1 010 713,—	885 832,4	663 053,8
Sumatra's Oostkust . .	198 157,9	189 225,8	141 615,3
Atjeh en Onderhoorig-heden	706 941,6	630 631,1	548 329,9
Oost-Borneo	984 685,6	1 005 781,3	1 028 506,—
Tarakan	735 097,5	733 619,2	740 003,1
Boenjoe	—	207,3	5 035,8
Ceram	81 559,9	72 138,7	50 446,4
Totaal ¹⁾	7 397 773,9	7 262 008,3	6 437 797,9
¹⁾ Hierin is begrepen een productie aan gas-benzine van ..	160 525,5	171 830,6	163 158,2

Aardolieproducten in kgtonnen.

Verkregen olieproducten	1938	1937	1936
Benzine	1 850 927	1 837 283	1 631 650
Vliegbenzine	401 381	308 633	229 762
White spirit	58 211	75 041	63 886
Kerosine	931 248	1 090 102	988 088
Residu	1 626 822	1 609 817	1 291 737
Solar- en dieselolie	1 165 926	1 096 754	925 445
Smeeroliën	25 138	32 527	23 278
Impregneerolie	17 197	8 140	5 072
Paraffine, was en ceresine .	78 028	83 266	63 126
Asfalt, asfaltolie e.d. . . .	24 683	21 252	16 131
Cokes	7 152	9 345	7 825
Destillatiegassen	178 330	158 473	139 558
Verliezen	255 256	171 465	212 996
Totaal verwerkte aardolie . .	6 620 299	6 502 098	5 598 554

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie van de voornaamste in Ned.-Indië gewonnen delfstoffen gedurende 1936/1938.

Delfstof	Eenheid	1938	1937	1936
Diamant	Kt	1 579	957	754
Goud	kg	2 377	1 730	2 230
Zilver	kgton	18 018	15 555	20 611
Aardolie	kgton	7 397 953	7 262 008	6 437 798
Steenkolen.	„	1 456 647	1 363 506	1 147 196
Bauxiet	„	245 354	198 970	133 731
Mangaanerts	„	9 687	11 083	8 619
Monazieterts	„	323	370	668
Tin	„	27 737	39 793	31 221
Wolframiet	„	0,1	0,4	0,2
Asfaltkalksteen	„	6 224	2 199	6 382
Fosfaat	„	33 113	26 167	11 418
Zwavel	„	15 757	12 674	11 492

Steenkolen in kgtonnen.

Ontginning	1938	1937	1936
Oembilin	516 825	463 317	400 990
Boekit Asam	455 975	433 027	338 292
Rantau Pandjang	279 300	303 450	253 400
Oost-Borneo Maatschappij.	117 008	83 664	76 214
Loa-Boekit	32 988	33 450	29 936
Loa-Teboe	14 849	22 689	20 378
Toeajan	6 307	749	—
Inl. ontg. Z. en O. afd. v. Borneo	23 413	23 160	27 986
Totaal	1 456 647	1 363 506	1 147 196

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1939		1938	
	Feb.	t/m Feb.	Feb.	t/m Feb.
Java en Ma-				
doera.....	67 575,6	139 427,9	79 297,1	164 814,5
Noord-Suma-				
tra	72 698,8	150 745,8	76 523,6	144 864,4
Palembang...	232 923,8	477 843,-	198 419,7	409 633,9
Djambi.....	93 028,2	190 063,2	72 437,6	151 885,5
Oost-Borneo...	76 367,2	160 353,6	77 334,-	163 858,3
Tarakan.....	57 987,-	123 741,6	58 006,5	122 329,3
Ceram.....	7 411,8	14 015,8 ¹⁾	6 494,8	13 637,3
Nederlandsch-				
Indië.....	607 992,4	1 256 190,9	568 513,3	1 171 023,2

1) Werkelijke productie Januari '39 6 604,- kgton.

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1939		1938	
	Feb.	t/m Feb.	Feb.	t/m Feb.
Gouverne-				
mentsbedrijven	87 973	173 578	72 826	153 660
Steenkolen Mij.				
„Parapatan”	20 000	41 000	23 560	46 850
Oost-Borneo				
Maatschappij	11 258	22 553	9 125	19 206
Loa-Boekit				
kolenmijnen..	3 500 ¹⁾	7 708	2 433	5 634
Loa-Teboe				
kolenmijnen..	1 806	3 515	783	2 004
Toeajan	490	898	566	827

1) Geschat; werkelijke productie Januari '39 4 208 kgton.

Mijnbouw Maatschappij Moeara Sipongi.

Gedurende de maand Februari 1939 werden:

2 971 tons erts vermalen van { 6,8 g goud per ton.
gemiddeld { 5,— g zilver „ „

Geëxtraheerd werden ca. 17 551 g goud en ca. 8 184 g zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 34 000,—.

De bedrijfskosten over Februari 1939 bedroegen ± f 28 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Februari 1939 werden:

6 995 tons erts vermalen van { 9,01 dwts goud per ton.
gemiddeld { 118,5 „ zilver „ „

2 475 „ sands,

4 063 „ slimes en

252 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 012 ozs goud en ca. 36 099 ozs zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 217 000,—.

De bedrijfskosten over Februari 1939 bedroegen ± f 110 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± f 1 000,— en voor prospecteeren der nieuwe vergunningsterreinen ± f 1 000,—.

N. V. CONSTRUCTIEWERKPLAATS EN MACHINEFABRIEK

„EIFFEL”

SOERABAJA

Ngagel 179, Telef. 144 Zuid

Kij

