

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 Mijningingenieur, opgericht in 1919.

Tevens Orgaan van de Ned. Chemische Vereeniging in Ned.-Indië.

Commissie van Toezicht:

jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. C. P. J. Suverkropp.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. P. P. Bijlaard;
Leden: ir. G. Meesters, dr. ir. Tan Sin Hok,
ir. E. D. G. Frahm, ir. F. J. H. Davis.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Huygensweg 22, Bandoeng (Tel. Bd. 2102).

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng (Tel. Bd. 2568).

Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum (Tel. Wl. 3015).

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Het dimensionneeren van houten doos- en I-liggers, door Dipl. Ing. C. W. A. Oyens. — Beschouwingen over de hydraulische eigenschappen en de toepassing van vulkanisch zand uit Tawangmangoë, door ir. R. M. Sedijatmo. — *Berichten van allerlei aard.* — *Ontvangen geschriften.* — *Personalia.* — *Koninklijk Instituut van Ingenieurs:* Ontwerp-begroting 1941 van de Groep Ned.-Indië; Ontwerp-begroting 1941 van het tijdschrift; Bestuursmededeelingen.

Het dimensionneeren van houten doos- en I-liggers

door

Dipl. Ing. C. W. A. OYENS,

Ingenieur bij de Militaire Luchtvaart.

Korte inhoud.

Een methode wordt ontwikkeld voor het kiezen van de juiste dikteverhouding van druk- en trekgoring van houten vleugelliggers en voor het bepalen van de afmetingen van deze gordingen.

1. Inleiding.

De langsliggers van houten vliegtuigvleugels hebben in den regel een van de in *fig. 1* afgebeelde doorsneden: zij bestaan uit twee gordingen, welke de buigende momenten opnemen en twee zijwanden of een centraal „lijf”, waarin de dwarskrachten worden opgenomen. Door zijn ligging nabij de neutrale as en zijn geringe breedte verhoogt het lijf slechts in zeer geringe mate den weerstand tegen buiging van den ligger, waarom het bij de berekening van het weerstandsmoment van de doorsnede dikwijls verwaarloosd wordt. Daar de voor de sterkteberekening van den ligger maatgevende belasting in den regel omhoog gericht is, is de bovenste van de beide gordingen in de meeste gevallen „drukgoring” en de ondergoring „trekgoring”.

Een karakteristieke eigenschap van hout is, dat trek- en drukvastheid van dit materiaal niet dezelfde

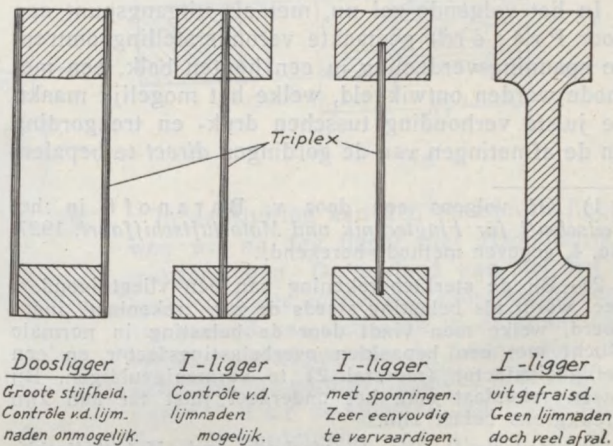


Fig. 1.

waarde hebben. Bij de in den vliegtuigbouw gebruikelijke houtsoorten (spruce, grenen, esschen) bedraagt de drukvastheid ongeveer de helft van de trekvastheid en bij het dimensionneeren van liggers houdt men met dit feit rekening, door de drukgordings grootheid te maken dan de trekgoring. In den regel verhouden de hoogten van druk- en trekgoring zich tot elkaar als $1\frac{1}{2}$ à 2 tot 1. Bij het dimensionneeren van een ligger wordt deze verhouding op het oog aangenomen¹⁾ en nadat dan aan de hand van een globale berekening ook de afmetingen van de gordingen voorloopig aangenomen zijn, worden de spanningen in de uiterste vezels berekend en met de toelaatbare waarden vergeleken²⁾. Feitelijk zou men bij deze spanningsberekening de gewone buigingsstheorie niet mogen toepassen, omdat bij een op buiging belaste houten balk ten gevolge van de bijzondere structuur van het materiaal de spanningsverdeling een andere is dan de lineaire verdeling, waarop de buigingsstheorie gebaseerd is. Bij gebrek aan een hypothese omtrent de werkelijke spanningsverdeling behelpt men zich echter in de praktijk door toch volgens de buigingsstheorie te rekenen, maar daarbij als grootst mogelijke spanning in de drukgordings niet de drukvastheid van het materiaal te nemen, doch een fictieve breukspanning, die experimenteel moet worden bepaald. Deze spanning ligt tusschen de drukvastheid en de trekvastheid van het materiaal in. Wat de trekgoring betreft, deze dimensionneert men zoo, dat de daarin opgewekte spanning beneden de trekvastheid blijft, hetgeen ook weer blijktens experimenten verantwoord is.

De fictieve breukspanning voor de drukzijde van de doorsnede kan ontleend worden aan een door het Amerikaansche Forest Products Laboratory opgesteld diagram, dat in fig. 8 weergegeven is. Dit diagram is het resultaat van een groot aantal belastingproeven met liggers van verschillende doorsnede. Blijkt, dat de spanning in de drukgordings de volgens deze grafiek toegestane waarde overschrijdt, dan moeten de afmetingen van de gordingen gewijzigd worden, tot dat overeenstemming verkregen is. Er wordt hier dus een „trial and error”-methode toegepast, welke vooral daarom weinig bevredigt, omdat zij geen uitsluitel geeft op de vraag, of de verhouding tusschen de dikten van de beide gordingen zoo gunstig mogelijk gekozen is.

In het volgende zal nu, met als uitgangspunt een door Prager³⁾ gemaakte veronderstelling omtrent de spanningsverdeling in een houten balk, een methode worden ontwikkeld, welke het mogelijk maakt, de juiste verhouding tusschen druk- en trekgoring en de afmetingen van de gordingen *direct* te bepalen,

1) Of volgens een door v. Baranoff in het *Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt*, 1927, No. 4, gegeven methode berekend.

2) Bij de sterkteberekening van een vliegtuigonderdeel wordt als belasting steeds de z.g. „rekenlast” ingevoerd, welke men vindt door de belasting in normale vlucht met een bepaalden overbelastingsfactor en een veiligheidsfactor (meestal 2) te vermenigvuldigen. Bij dezen rekenlast mag het onderdeel juist tot aan zijn breukgrens belast zijn.

3) *Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt*, 1933, No. 9.

d.w.z. direct nadat de op te nemen buigende momenten en de eigenschappen van het te gebruiken hout vastgelegd zijn.

2. Afleiding van de gebruikte formules.

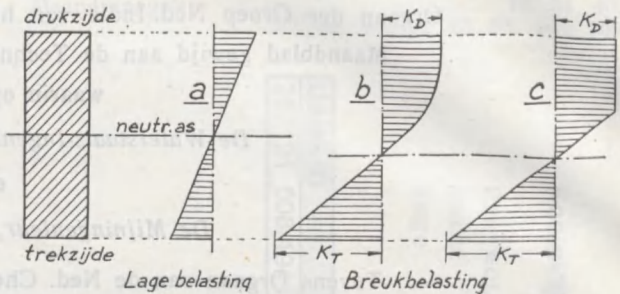


Fig. 2.

Beschouwen wij een door een omhooggerichte kracht op buiging belaste massieven houten balk, dan zal, zoolang de belasting klein is, de spanningsverdeling lineair zijn (fig. 2a), terwijl bij naderen van de breukbelasting de spanningsverdeling den in fig. 2b afgebeelden vorm aanneemt. Daar de stijfheid tegen trek aanmerkelijk grooter is dan die tegen druk, ligt de neutrale as nu niet meer in het midden van de doorsnede, doch is naar de trekzijde toe verschoven. In fig. 2c is de vereenvoudigde breukspanningsverdeling weergegeven, zooals deze door Prager werd ingevoerd. Op deze geïdealiseerde spanningsverdeling zijn de hieronder volgende berekeningen gebaseerd.

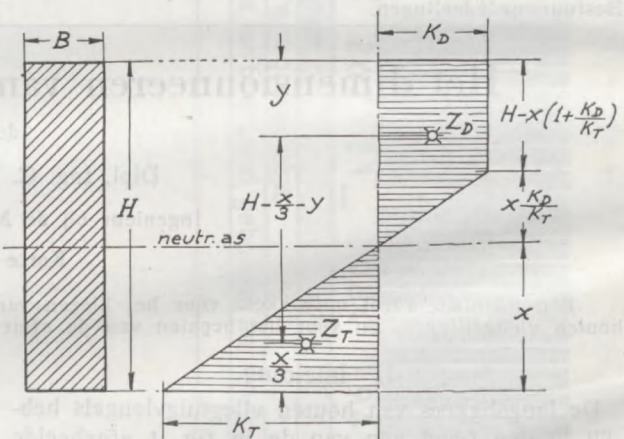


Fig. 3.

Bepalen wij nu eerst het buigend moment, dat door een massieve doorsnede met hoogte H en breedte B kan worden opgenomen (fig. 3). Uit de figuur volgt:

$$M = B \times \left. \begin{array}{l} \text{oppervlak van het trek} \\ \text{gedeelte van} \\ \text{druk} \end{array} \right\} \times \begin{array}{l} \text{afstand van} \\ \text{het zwaartepunt van trek- en} \\ \text{drukgedeelte} \end{array} =$$

$$= B \times K_T \frac{x}{2} \times \left(H - \frac{x}{3} - y \right) \dots \dots \dots (1)$$

Daar voor evenwicht het oppervlak van het trekgedeelte van het diagram gelijk moet zijn aan het oppervlak van het drukgedeelte, is:

$$K_T \frac{x}{2} = K_D \left[H - x \left(1 + \frac{K_D}{K_T} \right) \right] + K_D \frac{x K_D}{2 K_T}.$$

Hieruit volgt door deelen door K_D en $\frac{x}{2}$ en na eenige omwerking:

$$x = 2 H \frac{K_T K_D}{(K_T + K_D)^2} \dots \dots \dots (2)$$

Den afstand y van het zwaartepunt van het drukgedeelte van het spanningsdiagram tot den bovenrand van de doorsnede vinden we, door het statisch moment van het geheele drukgedeelte ten opzichte van dezen bovenrand gelijk te stellen aan de som van de statische momenten van het rechthoekige en het driehoekige deel daarvan:

$$\begin{aligned} \left(K_T \frac{x}{2} \right) y &= K_D \frac{\left[H - x \left(1 + \frac{K_D}{K_T} \right) \right]^2}{2} + \\ &+ K_D \frac{x K_D}{2 K_T} \left[H - x \left(1 + \frac{K_D}{K_T} \right) + \frac{x K_D}{3 K_T} \right] \\ y &= \frac{K_D}{K_T} \frac{\left[H - x \left(1 + \frac{K_D}{K_T} \right) \right]^2}{x} + \\ &+ \frac{K_D^2}{K_T^2} \left[H - x \left(1 + \frac{K_D}{K_T} \right) + \frac{x K_D}{3 K_T} \right]. \end{aligned}$$

Uit (2) volgt:

$$\begin{aligned} H - x \left(1 + \frac{K_D}{K_T} \right) &= H \left[1 - \frac{2 K_T K_D}{(K_T + K_D)^2} - \right. \\ &\left. - \frac{2 K_D^2}{(K_T + K_D)^2} \right] = H \frac{K_T - K_D}{K_T + K_D}, \end{aligned}$$

zoodat y wordt:

$$\begin{aligned} y &= \frac{K_D}{K_T} \frac{\left[H \frac{K_T - K_D}{K_T + K_D} \right]^2}{2 H \frac{K_T K_D}{(K_T + K_D)^2}} + \\ &+ \frac{K_D^2}{K_T^2} \left[H \frac{K_T - K_D}{K_T + K_D} + \frac{2 H}{3} \frac{K_D^2}{(K_T + K_D)^2} \right] = \\ &= H \left[\frac{(K_T - K_D)^2}{2 K_T^2} + \frac{K_D^2 (K_T^2 - \frac{1}{3} K_D^2)}{K_T^2 (K_T + K_D)^2} \right] = \\ &= H \frac{K_T^4 + \frac{1}{3} K_D^4}{2 K_T^2 (K_T + K_D)^2} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

Uit (2) en (3) volgt:

$$\begin{aligned} H - \frac{x}{3} - y &= H \left[1 - \frac{2}{3} \frac{K_T K_D}{(K_T + K_D)^2} - \right. \\ &\left. - \frac{K_T^4 + \frac{1}{3} K_D^4}{2 K_T^2 (K_T + K_D)^2} \right] = \end{aligned}$$

$$= H \left[\frac{3 K_T^4 + 8 K_T^3 K_D + 6 K_T^2 K_D^2 - K_D^4}{6 K_T^2 (K_T + K_D)^2} \right],$$

en dit resultaat benevens (2) ingezet in (1), geeft:

$$\begin{aligned} M &= \frac{B H^2}{6} \left[\frac{K_D (3 K_T^4 + 8 K_T^3 K_D + 6 K_T^2 K_D^2 - K_D^4)}{(K_T + K_D)^4} \right] = \\ &= \frac{B H^2}{6} K_D \left[3 - \frac{4}{\frac{K_T}{K_D} + 1} \right] \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

Indien we in deze uitdrukking het quotiënt $\frac{K_T}{K_D}$

gelijk stellen aan 2, welke waarde voor de meeste vliegtuighoutsoorten min of meer nauwkeurig geldt, wordt:

$$M = \frac{B H^2}{6} K_D \cdot 1,67 \dots \dots \dots (4a)$$

Voor een op buiging belaste massieven ligger bedraagt de breukspanning dus, wanneer het weerstandsmoment van de doorsnede volgens de gewone buigingstheorie berekend wordt, $1,67 \times$ de drukvastheid van het materiaal. Deze uitkomst stemt zeer goed overeen met in de praktijk gevonden waarden. In Engeland is het bijv. gebruikelijk, voor spruce met een drukvastheid van 5 000 lb./sq. in. en een buigvastheid („modulus of rupture”) van 8 000 lb./sq. in. te rekenen; de verhouding tusschen de beide vastheden is dan 1,6.

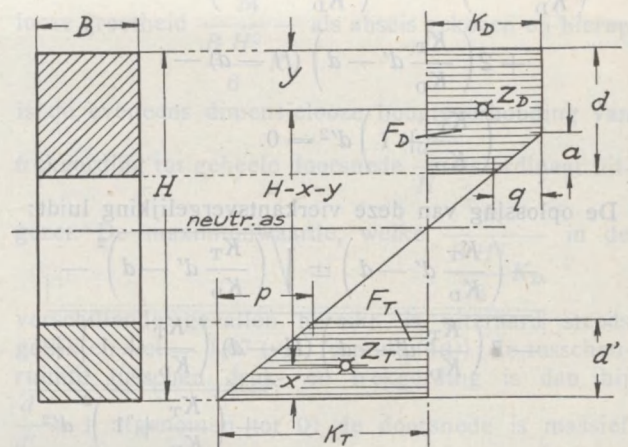


Fig. 4.

In aansluiting aan den massieven ligger beschouwen wij nu den ligger met afzonderlijke druk- en trekgoringen. De invloed van het lijf wordt verwaarloosd. De toegepaste notaties blijken uit fig. 4. De afstand van den knik in de spanningsverdeling tot den onderkant van de drukgording zij a . Bij de gebruikelijke gordingafstanden is deze waarde meestal negatief, d.w.z. de knik valt dan in het gebied tusschen de beide gordingen.

Het buigend moment, dat de doorsnede kan opnemen, is weer:

$$M = B \times \text{oppervlak van het trek} \left. \begin{array}{l} \text{druk} \end{array} \right\} \text{-gedeelte van het spanningsdiagram} \times \text{afstand van de zwaartepunten van trek- en drukgedeelte} = B \times F_D \times (H - x - y) \dots\dots\dots (5)$$

Daar de term a in de uitwerking van (5) herhaaldelijk voorkomt, berekenen we eerst dezen term afzonderlijk, door het oppervlak F_D van het trekgedeelte:

$$F_T = K_T d' - \frac{pd'}{2} = K_T d' - \frac{(K_T + K_D) d'^2}{(H - d + a)^2} = K_D \left[\frac{K_T}{K_D} d' - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) d'^2}{(H - d + a)^2} \right] \dots\dots\dots (6)$$

$$F_D = K_D d - \frac{9a}{2} = K_D d - \frac{(K_T + K_D) a^2}{(H - d + a)^2} = K_D \left[d - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) a^2}{(H - d + a)^2} \right] \dots\dots\dots (7)$$

F_T moet gelijk zijn aan F_D , dus:

$$\frac{K_T}{K_D} d' - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) d'^2}{(H - d + a)^2} = d - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) a^2}{(H - d + a)^2}.$$

Hieruit volgt:

$$\left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) a^2 + 2\left(\frac{K_T}{K_D} d' - d\right) a + 2\left(\frac{K_T}{K_D} d' - d\right) (H - d) - \left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) d'^2 = 0.$$

De oplossing van deze vierkantsvergelijking luidt:

$$a = \frac{-\left(\frac{K_T}{K_D} d' - d\right) \pm \sqrt{\left(\frac{K_T}{K_D} d' - d\right)^2 - 2\left(\frac{K_T}{K_D} d' - d\right) (H - d) \left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) + \left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right)^2 d'^2}}{\frac{K_T}{K_D} + 1}.$$

Teneinde de afgeleide en nog af te leiden formules geschikter te maken voor het gebruik bij het dimensioneren van liggers, brengen wij de termen a , d en d' in dimensiellozen vorm door ze te deelen door de hoogte H van den ligger. Wanneer dan verder

kortheidshalve $\frac{a}{H} = \alpha$, $\frac{d}{H} = \delta$ en $\frac{d'}{H} = \delta'$ wordt

gesteld, kunnen we schrijven:

$$\alpha = \frac{-\left(\frac{K_T}{K_D} \delta' - \delta\right) + \sqrt{\left(\frac{K_T}{K_D} \delta' - \delta\right)^2 - 2\left(\frac{K_T}{K_D} \delta' - \delta\right) (1 - \delta) \left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right) + \left(\frac{K_T}{K_D} + 1\right)^2 \delta'^2}}{\frac{K_T}{K_D} + 1} \dots\dots\dots (8)$$

en wanneer $\frac{K_T}{K_D}$ wederom door 2 wordt vervangen:

$$\alpha = \frac{-(2\delta' - \delta) + \sqrt{(2\delta' - \delta)^2 - 6(2\delta' - \delta)(1 - \delta) + 9\delta'^2}}{3} \dots\dots\dots (8a)$$

(Het minusteecken voor den wortelvorm is weggelaten, omdat dit bij de gebruikelijke verhoudingen van δ tot δ' steeds een negatieve waarde voor a zou geven).

Blijkbaar is $\alpha = 0$, wanneer de wortelvorm gelijk is aan $(2\delta' - \delta)$, dus wanneer $-6(2\delta' - \delta)(1 - \delta) + 9\delta'^2 = 0$.

Bij een gegeven verhouding van de gordinghoogten (δ en δ') kan uit deze vergelijking de grenswaarde van δ of van δ' worden opgelost, waarbij α juist = 0 is, d.w.z. waarbij de knik in de spanningsverdeling juist op den onderrand van de drukgording valt.

Wij bepalen nu de zwaartepuntsafstanden x en y (fig. 4) door de statische momenten van het trekgedeelte van het spanningsdiagram ten opzichte van den onderrand van den ligger en van het drukgedeelte ten opzichte van den bovenrand te berekenen:

$$x = \frac{K_T \frac{d'^2}{2} - (K_T d' - F_T) \frac{2}{3} d'}{F_T} = -\frac{1}{6} \frac{K_T d'^2}{F_T} + \frac{2}{3} d'$$

$$y = \frac{K_D \frac{d^2}{2} - (K_D d - F_D) (d - \frac{1}{3} a)}{F_D} = -\frac{1}{2} \frac{K_D d^2}{F_D} + \frac{1}{3} \frac{K_D d a}{F_D} + d - \frac{1}{3} a.$$

Substitutie van de voor x en y gevonden waarden in (5) geeft, wanneer tegelijkertijd F_T door F_D vervangen wordt:

$$M = B F_D \left[H + \frac{1}{6} \frac{K_T d'^2}{F_D} - \frac{2}{3} d' + \frac{1}{2} \frac{K_D d^2}{F_D} - \frac{1}{3} \frac{K_D d a}{F_D} - d + \frac{1}{3} a \right] = B \left[F_D (H - \frac{2}{3} d' - d + \frac{1}{3} a) + \frac{1}{6} K_T d'^2 + \frac{1}{2} K_D d^2 - \frac{1}{3} K_D d a \right] =$$

$$\begin{aligned}
&= B K_D \left[d - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1 \right) a^2}{(H - d + a)^2} \right] (H - \frac{2}{3} d' - \\
&- d + \frac{1}{3} a) + \frac{1}{6} \frac{K_T}{K_D} d'^2 + \frac{1}{2} d^2 - \frac{1}{3} d a \Big] = \\
&= B K_D \left[H d - \frac{2}{3} d d' - d^2 + \frac{1}{3} d a - \right. \\
&\quad \left. \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1 \right) a^2}{(H - d + a)^2} (H - \frac{2}{3} d' - d + \frac{1}{3} a) + \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{6} \frac{K_T}{K_D} d'^2 + \frac{1}{2} d^2 - \frac{1}{3} d a \right].
\end{aligned}$$

De term tusschen haken wordt dimensieloos gemaakt door deelen door $\frac{1}{6} H^2$; onder invoering van de hiervoren gegeven afkortingen met α , δ en δ' verkrijgt men dan:

$$\begin{aligned}
M &= \frac{B H^2}{6} K_D \left[6 \delta - 4 \delta \delta' - 3 \delta^2 + \frac{K_T}{K_D} \delta'^2 - \right. \\
&\quad \left. - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1 \right) \alpha^2}{1 - \delta + \alpha} (3 - 2 \delta' - 3 \delta + \alpha) \right] \\
M &= \frac{B H^2}{6} K_D \left[3 \delta (2 - \delta' - \delta) + \right. \\
&\quad \left. + \left(\frac{K_T}{K_D} - \frac{\delta}{\delta'} \right) \delta'^2 - \frac{\left(\frac{K_T}{K_D} + 1 \right) \alpha^2}{1 - \delta + \alpha} (3 - 2 \delta' - \right. \\
&\quad \left. - 3 \delta + \alpha) \right] \dots \dots \dots (9)
\end{aligned}$$

Met $\frac{K_T}{K_D} = 2$ wordt:

$$\begin{aligned}
M &= \frac{B H^2}{6} K_D \left[3 \delta (2 - \delta' - \delta) + \left(2 - \frac{\delta}{\delta'} \right) \delta'^2 - \right. \\
&\quad \left. - \frac{3 \alpha^2}{1 - \delta + \alpha} (3 - 2 \delta' - 3 \delta + \alpha) \right] \dots \dots \dots (9a)
\end{aligned}$$

De vorm tusschen haken heeft hier dezelfde beteekenis als de factor 1,67 in de formule (4a) voor het moment van den massieven ligger. De term $\frac{3 \alpha^2}{1 - \delta + \alpha} (3 - 2 \delta' - 3 \delta + \alpha)$ is op te vatten als een correctiefactor voor de gevallen, waarin de knik in de spanningsverdeling binnen de drukgording valt. Ligt de knik tusschen de gordingen in, dan is deze term = 0.

3. Uitwerking van de formules.

De formules (8) en (9) maken het mogelijk, voor doorsneden met gegeven hoogte en breedte bij verschillende verhoudingen van de gordinghoogten d en d' (bijv. 1,0, 1,2, 1,4 enz.) het verloop van het buigend moment bij breukbelasting voor wisselende waarden van d of d' te berekenen. De resultaten van deze bere-

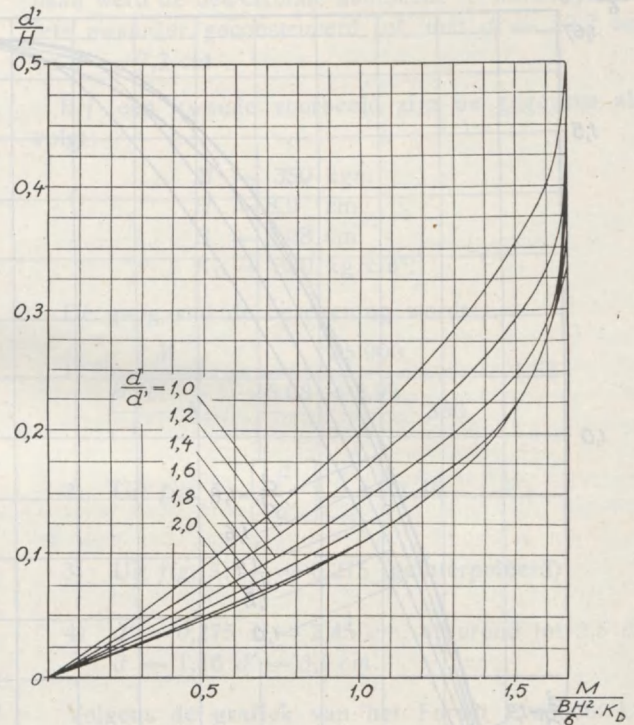


Fig. 5.

keningen, welke in tabellarischen vorm werden uitgevoerd, zijn samengevat in het diagram fig. 5. Dit diagram kan worden gebruikt voor het dimensionneeren van liggers. Omdat daarbij de op te nemen buigende momenten M , de drukvastheid K_D van het materiaal, de beschikbare hoogte H en in den regel ook de breedte B a priori bekend zijn, is niet M zelf, doch de dimensie-

looze grootheid $\frac{M}{\frac{B H^2}{6} K_D}$ als abscis gekozen en hierop

is de eveneens dimensielloze hoogteverhouding van trekgoring tot geheele doorsnede $\frac{d'}{H}$ als ordinaat uitgezet.

De maximumwaarde, welke $\frac{M}{\frac{B H^2}{6} K_D}$ in de

verschillende gevallen bereikt, is uiteraard steeds gelijk en wel = 1,67 (vgl. formule (4a)); de tusschenruimte tusschen druk- en trekgoring is dan bij $\frac{d}{d'} = 1$ afgenomen tot 0: de doorsnede is massief geworden.

Fig. 5 geeft de mogelijkheid, liggerdoorsneden te dimensionneeren, wanneer tevoren een aanname is gedaan betreffende de verhouding der gordinghoogten. Echter geeft deze grafiek nog geen uitsluitsel op de vraag, welke hoogteverhouding de meest economische is, d.w.z. de lichtste constructie geeft.

Om ook in dit vraagstuk een inzicht te krijgen, dient men het buigend moment bij breukbelasting uit te zetten als functie van de som van de gordinghoogten, welke som immers (daar B vastligt) evenredig is met het gewicht van den ligger. Dit is in fig. 6 gedaan.

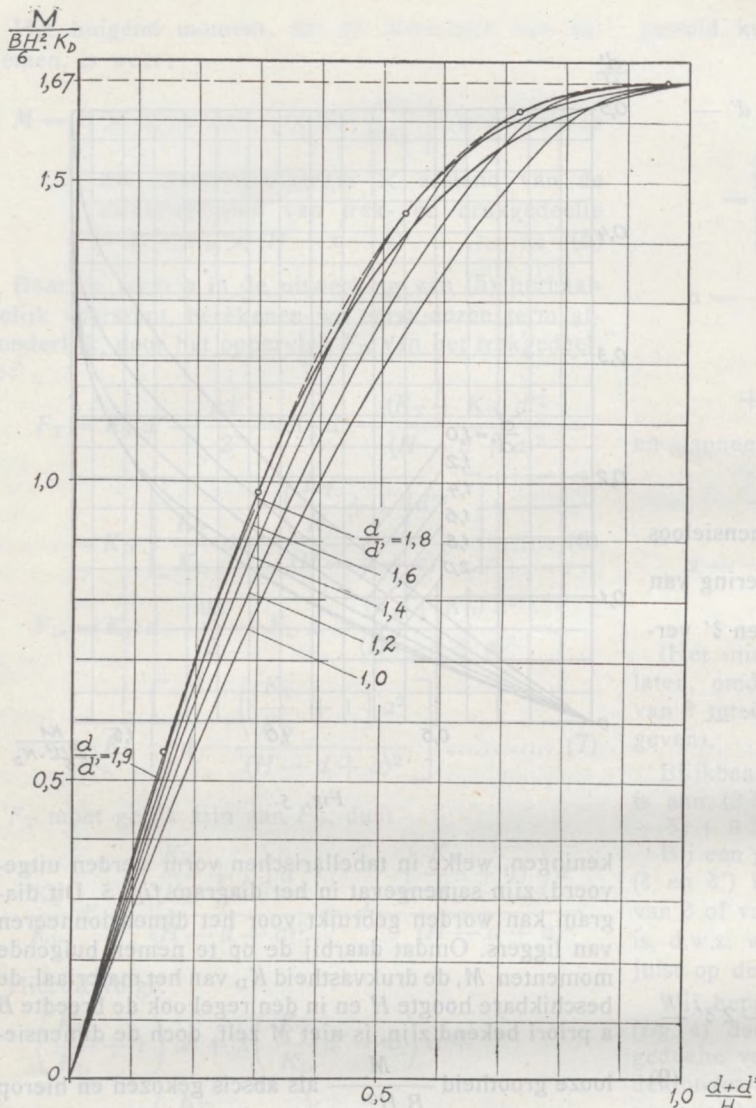


Fig. 6.

Deze figuur is ontstaan uit fig. 5 door verwisselen van de assen en door in plaats van $\frac{d'}{H}$ den term $\frac{d+d'}{H} = \left(\frac{d}{d'} + 1\right) \frac{d'}{H}$ uit te zetten. Uit deze grafiek blijkt

in de eerste plaats, dat de sterkte van liggers van gelijk gewicht, doch met een andere materiaalverdeling tusschen druk- en trekging, betrekkelijk weinig uiteenloopt: in het uiterste geval kan men een sterktevermeerdering van ca 20% verkrijgen door in plaats van even hoge gordingen een ongeveer tweemaal zoo hoge druk- als trekging toe te passen.

De door een streeplijn aangeduide omhullende van de in fig. 6 geteckende krommen geeft het verloop weer van de maximale momenten, die bij een gegeven liggengewicht (dus bij een ge-

geven quotiënt $\frac{d+d'}{H}$) opgenomen kunnen worden bij een juiste keuze van $\frac{d}{d'}$. De in de figuur gemarkeerde raakpunten van deze omhullende kromme aan de lijnen voor $\frac{d}{d'} = 1,8$, $\frac{d}{d'} = 1,6$ enz. geven dus de momenten aan, die het voordeeligst kunnen worden opgenomen door doorsneden, waarvoor $\frac{d}{d'} = 1,8$ resp. 1,6 enz. is. Aan deze omhullende kan dus de meest economische gordinghoogte-verhouding $\left[\frac{d}{d'}\right]_{\text{best}}$ voor een gegeven buigmoment worden ontleend. In fig. 7 is deze verhouding als functie van $\frac{M}{\frac{B H^2}{6} K_D}$ uitgezet.

Bij het dimensionneeren van een ligger wordt nu als volgt te werk gegaan: nadat

$\frac{M}{\frac{B H^2}{6} K_D}$ berekend is, wordt aan fig. 7

de juiste verhouding van d tot d' ontleend. Vervolgens wordt in fig. 5 op de lijn, welke geldt voor de gevonden verhouding, de benodigde trekginghoogte $\frac{d'}{H}$ afgelezen, waarna tenslotte d' en d berekend kunnen worden.

4. Toepassing van de diagrammen.

De toepassing van de ontwikkelde methode blijkt uit het volgende rekenvoorbeeld.

Van een te dimensionneeren liggerdoorsnede zijn de volgende gegevens bekend:

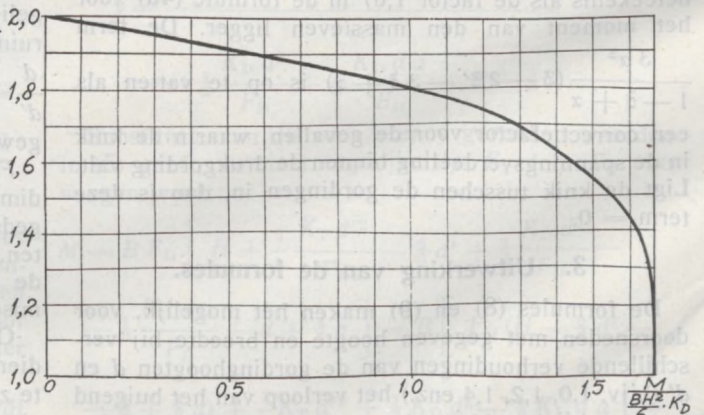


Fig. 7.

$$\begin{aligned} M &= 25\,600 \text{ kgm} \\ H &= 72,4 \text{ cm} \\ B &= 10,2 \text{ cm} \\ K_D &= 330 \text{ kg/cm}^2 \text{ (spruce).} \end{aligned}$$

Te bepalen zijn de hoogten van druk- en trek-gording.

De oplossing geschiedt als volgt:

$$\begin{aligned} 1) \text{ Berekening van } \frac{M}{\frac{B H^2}{6} K_D} &= \\ &= \frac{2\,560\,000}{10,2 \times 72,4^2 \cdot 330} = 0,87 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Uit fig. 7: } \left[\frac{d}{d'} \right]_{\text{best}} = 1,84$$

$$3) \text{ Uit fig. 5: } \frac{d'}{H} = 0,093$$

$$4) \text{ Waarmede: } d' = 0,093 H = 6,73 \text{ cm, af-} \\ \text{gerond tot } 6,8 \text{ cm en van } d = 1,84 d' = \\ = 12,4 \text{ cm.}$$

Ter vergelijking berekenen we nu het moment, dat de aldus gedimensioneerde doorsnede zou kunnen opnemen volgens de grafiek van het Forest Products Laboratory. Deze grafiek, die eveneens geldt voor spruce met een drukvastheid van 330 kg/cm^2 , zoodat directe vergelijking mogelijk is, is afgebeeld in fig. 8.

Voor de berekende doorsnede is, daar de invloed van het lijf verwaarloosd wordt: $\frac{b'}{b} = 0$, terwijl

$$\frac{t_c}{h} = \frac{d}{H} = \frac{12,4}{72,4} = 0,171. \text{ Uitgaande van deze waar-}$$

den lezen we in het rechter deel van het diagram als breuk-drukspanning voor de uiterste vezel van de drukgording af: $5\,600 \text{ lb./sq. in.} = 393,7 \text{ kg/cm}^2$.

Daar voorts het weerstandsmoment voor de drukzijde van de doorsnede, op de gebruikelijke wijze berekend, $6\,290 \text{ cm}^3$ blijkt te zijn, zou de doorsnede een buigend moment $= 6\,290 \times 393,7 = 2\,470\,000 \text{ kgcm} = 24\,700 \text{ kgm}$ kunnen opnemen. Dit is ca 3% minder dan het moment van $25\,600 \text{ kgm}$, waarvan bij de berekening werd uitgegaan.

Volgens het Amerikaansche diagram zou de doorsnede dus iets te zwak gedimensioneerd zijn. Het hier gekozen voorbeeld werd ontleend aan de sterkteberekening van den vleugel van een bestaand vliegtuig, waarin volgens de Amerikaansche methode gerekend werd en inder-

daad werd de betreffende doorsnede in werkelijkheid iets zwaarder geconstrueerd, nl. met $d = 12,2 \text{ cm}$ en $d' = 7,2 \text{ cm}$.

Bij een tweede voorbeeld zijn de gegevens als volgt:

$$\begin{aligned} M &= 350 \text{ kgm} \\ H &= 8,9 \text{ cm} \\ B &= 5,08 \text{ cm} \\ K_D &= 330 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

De gang van de berekening wordt:

$$1) \frac{M}{\frac{B H^2}{6} K_D} = \frac{35\,000}{5,08 \times 8,9^2 \cdot 330} = 1,58$$

$$2) \text{ Uit fig. 7: } \left[\frac{d}{d'} \right]_{\text{best}} = 1,46$$

$$3) \text{ Uit fig. 5: } \frac{d'}{H} = 0,275 \text{ (geïnterpoleerd)}$$

$$4) d' = 0,275 H = 2,45 \text{ cm, afgerond tot } 2,5 \text{ cm} \\ d = 1,46 d' = 3,6 \text{ cm.}$$

Volgens de grafiek van het Forest Products Laboratory berekend, bedraagt het buigend moment, waarbij deze doorsnede breekt, 347 kgm . In dit geval geven de beide berekeningswijzen dus vrijwel overeenkomstige resultaten. In ieder geval moge uit de gekozen voorbeelden blijken, dat de hierboven langs theoretischen weg ontwikkelde dimensioneringsmethode uitkomsten geeft, welke in uitstekende overeenstemming zijn met de langs empirischen weg verkregen gegevens, die in het Amerikaansche diagram zijn verwerkt.

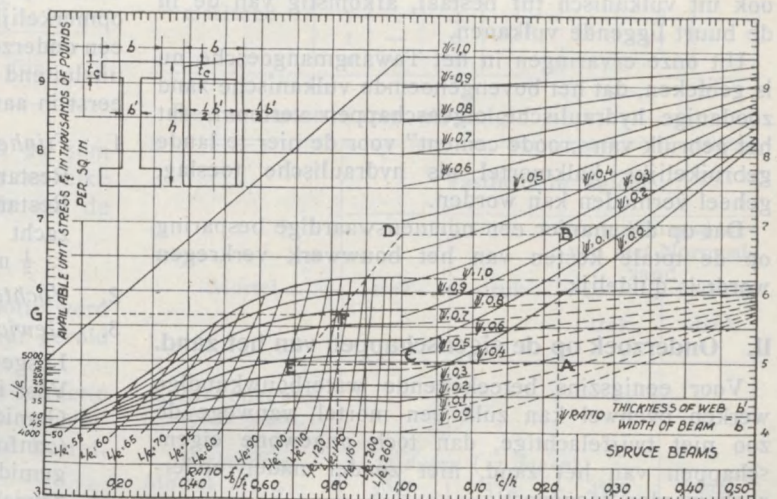


Fig. 8.

Beschouwingen over de hydraulische eigenschappen en de toepassing van vulkanisch zand uit Tawangmangoe

(Soerakarta)

door

Ir. R. M. SEDIJATMO,

Tijd. wd. ingenieur 2de klasse bij het Departement van Verkeer en Waterstaat te Bandoeng, tevoren Ingenieur bij den Mangkoenagorischen Rijkswaterstaat.

I. Inleiding.

In de buurt van het in opkomst zijnde tuindorp Tawangmangoe, gelegen op de westelijke helling van de Lawoe, in het Mangkoenagorische Zelfbestuursgebied, treft men op eenige meters onder het grondoppervlak een dikke laag zand aan, dat wegens zijn hydraulische eigenschappen in de omstreken bekend staat om het uitstekende metselwerk, dat ermede verkregen wordt.

Het bedoelde zand is afkomstig uit een laag, die tusschen andere lagen over het geheele gebied verbreid voorkomt. De grovere deelen bestaan uit puimsteen en de fijnere uit vulkanisch tuf, van de Lawoe afkomstig.

Het voorkomen van zulk zand is op Java reeds lang en vrij algemeen bekend.

Van der Kloes heeft reeds in zijn bekende werk „Onze bouwmaterialen” de opmerking gemaakt, dat sommige soorten Javazand juist door hun modderachtigheid, waarvan ze vóór de verwerking gewoonlijk ontdaan worden, uitstekend metselwerk leveren.

Verder mogen wij wijzen op de gunstige ervaringen, die men verkregen heeft met in de buurt van Malang uitgegraven „trashoudend” zand, dat blijkbaar ook uit vulkanisch tuf bestaat, afkomstig van de in de buurt liggende vulkanen.

Uit onze ervaringen in het Tawangmangoesche nu is gebleken, dat het bovengenoemde vulkanische zand zoodanige hydraulische eigenschappen vertoont, dat het gebruik van „roode cement” voor de hier te lande gebruikelijke kalkmortel als hydraulische toeslag, geheel vermeden kan worden.

Dat op die manier een noemenswaardige besparing op de totale kosten van het bouwwerk verkregen wordt is duidelijk.

II. Onderzoek op de eigenschappen van het zand.

Voor eenigszins beteekenende waterbouwkundige werken evenwel kan zulk een mortel, vanwege de zoo niet twijfelachtige, dan toch ongewone eigenschappen van het zand, niet zonder nader onderzoek worden toegepast.

De bevredigende resultaten, welke het gebruik van meergenoemd zand voor metselwerk in de gewone burgerlijke bouwkunde oplevert, kunnen nog niet als motief dienen voor toepassing in de waterbouwkunde, waarbij immers aan het metselwerk strengere eischen worden gesteld. Hiertoe dienen de eigenschappen van het zand eerst nauwkeurig te worden nagegaan en de zandmonsters op mortelvastheid en (zoonoodig) op waterdichtheid te worden onderzocht, om daarna

de meest gewenschte samenstelling van de te gebruiken mortel, welke wordt bepaald door de eischen van deugdelijkheid en economie, te kunnen vaststellen.

Het een en ander moet dan ook leiden tot het verrichten van een laboratorium-onderzoek.

Zulk een onderzoek werd reeds in het jaar 1934 in de maanden Augustus en September verricht voor den dienst der Irrigatie Mangkoenagaran te Solo, en wel door het Laboratorium van Materiaalonderzoek van het Departement van Economische Zaken te Bandoeng, onder medetoezicht van ir. R. M. Sar-sito Mangoenkoesoemo, Directeur van den M. N. Rijkswaterstaat, die het initiatief tot het doen verrichten van het onderzoek nam.

De uitkomsten van deze laboratoriumproeven, welke uiteraard niet als juiste maatstaf voor de practijk kunnen gelden, maar toch den uitvoerder waardevolle gegevens omtrent gedrag en eigenschappen van de mortel verstrekken, waar hij bij de uitvoering wel degelijk houvast aan heeft, zullen we in het navolgende mededeelen.

Onderzoek naar de waarde van het fijne „slib” als tras.

In verband met het feit dat het zand, zooals reeds vermeld, vanwege het fijne vulkanische tufmateriaal, opmerkelijke hydraulische eigenschappen bezit, komt een onderzoek naar de hoedanigheid en eigenschappen uitsluitend van die fijne substantie logischerwijs het eerst in aanmerking.

1. Fijnheid:

Restant op de $\frac{1}{2}$ mm zeef	51,8%
Restant op de 900 mazenzeef van zacht gewreven materiaal (deelen $< \frac{1}{2}$ mm)	31,2%

2. Vochtgehalte: (niet bepaald).

3. Gewicht: (van deelen kleiner dan $\frac{1}{2}$ mm)

Losgevuld litergewicht	1,186 kg
Vast ingeschud litergewicht	1,648 „
Gemiddeld	1,417 „
(conform de voorschriften van I.C.A. is het gemiddeld litergewicht maatgevend voor het gewicht).	

4. Kleur: bruin.

5. Mortelvastheid van deelen kleiner dan $\frac{1}{2}$ mm.

Trek- en drukvastheid van de normale mortel, bestaande uit 2 gewichtsdeelen tras (het fijne materiaal), 1 gew. dl. normaalkalk en 3 gew. dl. normaalzand, aangemaakt met 0,6 gew. dl. = 10,0% water, na verblijf van 1 dag in de vochtige lucht en daarna 13 dagen onder water:

Trek kg/cm ²	Druk kg/cm ²
4,0	54
4,4	52
5,0	50
4,2	50
5,0	52
5,0	54
Gemidd. 4,6	52

$$\text{Verhouding} \frac{\text{trek}}{\text{druk}} \times 1000 = 89.$$

De drukvastheid is kleiner dan de grootte door de I.C.A. geëischt, n.l. 55 kg/cm².

Hoewel het monster, bestaande uit deelen $< \frac{1}{2}$ mm, niet voldoet aan den gestelden eisch voor de drukvastheid van de normale mortel, is het materiaal toch nog wel bruikbaar als tras. Zulks geheel overeenkomstig de conclusie van het Hoofd van het Laboratorium.

Korrelgrootte
van het gedeelte < 5 mm.

Fracties	In %
0,15 — 0,3 mm	29,6
0,15 — 0,3 „	14,2
0,3 — 0,6 „	14,8
0,6 — 0,12 „	14,4
1,2 — 2,4 „	14,9
2,4 — 5,0 „	12,1
Fijnheidsmodulus volgens A b r a m s.....	2,07
Beoordeeling.....	Tamelijk fijn.

De fijnheidsmodulus van A b r a m s is de som van de totale restanten op de zeven (waarvan elke volgende zeef de dubbele maaswijdte heeft van de voorafgaande) gedeeld door 100.

Hardheid.

100 gram zand van 5 — 0,3 mm korrelgrootte werd met glazen knikkers en water gedurende 1 uur gerold in een cylinder van 20 cm diameter.

De vergruizing, aangegeven door de fractie $< 0,3$ mm, was 51,3%. Dit is 2,03 maal de vergruizing van kwartzand van Bekri van gelijke korrelgroottesamenstelling.

De vergruizing van zand voor gewapend beton mag niet meer bedragen dan 2,00 maal de vergruizing van kwartzand van Bekri van gelijke korrelgroottesamenstelling, zoodat het onderzochte zand, streng genomen, als zand niet aan den gestelden eisch voldoet.

Het verschil is echter zoo gering, dat het onderzochte zand voor gewapend beton nog wel bruikbaar is.

Organische stof.

Het zand werd met een 3% NaOH-oplossing geschud. Na 29 uren staan was de kleur van de vloeistof iets lichter dan die van een volgens een Amerikaanse standaardmethode vervaardigde vergelijkingsvloeistof.

Mortelvastheid.

De monsters traszand, welke gezeefd waren door de 5 mm zeef, werden op mortelvastheid onderzocht volgens het volgend schema. Tevens is in dit schema de toegevoegde hoeveelheid aanmaakwater vermeld. Deze cijfers, die de aan de mortel toegevoegde hoeveelheid water aangeven, zijn niet de watergehalten van de natte mortel, aangezien de zandmonsters in vochtigen toestand werden verwerkt. Het watergehalte van het monster in oorspronkelijken toestand was 8%. De monsters werden in aardvochtigen toestand met het hamertoeestel van B ö h m e in de vormen geslagen.

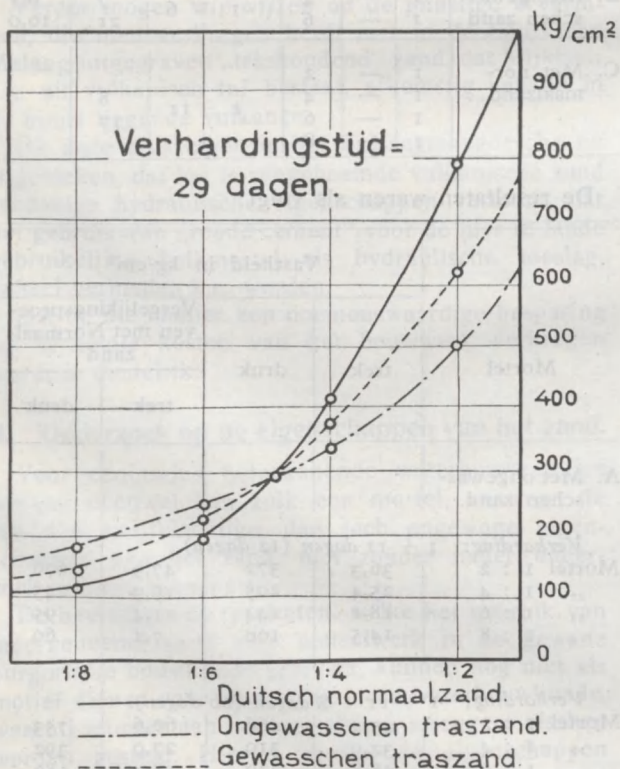
Zand	Mortel-samenstelling in gewichts-deelen			Duur v/d verharding in dagen			Toegevoegd water a/d mortel in gewichtsprocenten
	P. C.	Kalk	Zand	In vochtige lucht	In water	In de lucht bin-nens-huis	
A. Met ongewassen zand	I	—	2	I	II	8	14,1
	I	—	4				6,7
	I	—	6			17	6,2
	I	—	8				5,9
B. Met gewassen zand	I	—	4	I	6	7	9,7
	I	—	6			21	10,0
C. Met normaalzand..	I	—	2			8	
	I	—	4	I	II		
	I	—	6			17	
	I	—	8				

De resultaten waren als volgt:

Mortel	Vastheid in kg/cm ²			
	trek	druk	Vergelijkingsproeven met Normaalzand	
			trek	druk
A. Met ongewassen zand.				
Verharding: I + II dagen (12 dagen).				
Mortel I : 2	36,3	372	47,9	676
„ I : 4	25,4	205	19,9	245
„ I : 6	18,1	144	11,4	95
„ I : 8	14,5	100	7,1	69
Verharding: I + II + 8 dagen (20 dagen).				
Mortel I : 2	45,4	466	60,6	753
„ I : 4	32,9	310	27,0	392
„ I : 6	28,8	229	18,4	182
„ I : 8	22,0	162	11,5	107

Vastheid in kg/cm ²					
Mortel	trek	druk	Vergelijkingsproeven met Normaalzand		
			trek	druk	
Verharding: 1 + 11 + 17 dagen (29 dagen).					
Mortel 1 : 2	42,8	497	57,5		790
„ 1 : 4	30,5	333	30,5		411
„ 1 : 6	30,9	249	15,5		193
„ 1 : 8	24,3	181	15,4		117
B. Met gewasschen zand.					
Verharding: 1 + 6 dagen (7 dagen).					
Mortel 1 : 4	26,8	234			
„ 1 : 6	16,6	110			
Verharding: 1 + 6 + 7 dagen (14 dagen).					
Mortel 1 : 4	31,1	319			
„ 1 : 6	24,3	178			
Verharding: 1 + 6 + 21 dagen (28 dagen)					
Mortel 1 : 4	33,1	374			
„ 1 : 6	26,5	222			
PROEFBLOKKEN: Kalk-zand-mortel.					
Verharding: 1 + 6 + 21 dagen (28 dagen).					
Mortel 1 : 6	—	55			
„ 1 : 8	—	50			

Hieruit laat zich bij een verhardingsduur van 29 dagen de volgende grafiek samenstellen.



Drukvastheids-samenstellingskrommen van verschillende mortels na 29 dagen verhardingsduur.

III. Opmerkingen over de resultaten van het onderzoek.

Vergelijken we de uitkomsten van het onderzoek met het zand in kwestie met die met Normaalzand, dan kunnen we dadelijk het volgende opmerken.

Uit de grafiek zien we duidelijk, dat de drukvastheid van de vettere P.C. mortels verkregen met Normaalzand belangrijk hoger is dan die met ons „traszand”.

Een poging om hiervan een eenigszins aannemelijke verklaring te geven, lijkt op 't eerste gezicht zinloos, omdat men eenvoudig met verschillende soorten zand, d.w.z. zand met verschillende eigenschappen te doen heeft. Het feit evenwel, dat het onderzoek met de magere mortels geheel andere uitkomsten levert, n.l. dat de drukvastheid v/d mortels met normaalzand nu in tegendeel juist lager is dan die met het „traszand”, eischt een nadere verklaring.

Zooals bekend zijn er vele factoren welke de vastheid van mortel of beton beïnvloeden.

- De eigenschappen van het cement (in 't algemeen v/h bindmiddel).
- Het watergehalte van de aangemaakte mortel.
- De soort en de eigenschappen van het zand.
- De samenstelling, de wijze van bereiding en de dichtheid van de mortel (beton).
- De behandeling van de mortel voor en na de verharding.
- Verschillende bijkomende factoren, zooals temperatuur, klimaat, vochtigheid van de lucht, etc.

Nu is het in het algemeen niet mogelijk met zekerheid te zeggen welke van deze factoren op de mortelvastheid van een zekere mortel een overwegenden invloed heeft gehad.

Willen we echter de uitkomsten van een onderzoek van mortels van dezelfde mengverhouding onder dezelfde omstandigheden bereid met hetzelfde bindmiddel, doch met gebruikmaking van verschillende soorten zand, zooals met ons onderzoek het geval is, tegenover elkaar stellen, dan is het duidelijk dat een verschil in de uitkomsten van het onderzoek zoo niet heelemaal, maar dan toch voor het allergrootste deel zijn oorzaak vindt in het verschil in soort van het verwerkte zand.

En als het vaststaat, dat in ons geval dus het verschil in de uitkomsten van het onderzoek met de verschillende mortels, gezocht moet worden in het verschil in zandsoort, rest ons de vraag te beantwoorden, welke eigenschappen van het zand dan wel invloed moeten hebben gehad op de mortelvastheid.

Deze zijn zooals bekend:

- De korrelgrootte en korrelgroottesamenstelling.
- De hardheid.

Bespreken we eerst den invloed van de korrelgrootte van de zandkorrels op de mortelvastheid.

Uit talrijke onderzoekingen ter zake verricht, is komen vast te staan, dat mortel verkregen met fijn zand een geringere vastheid bezit dan mortel van dezelfde mengverhouding, met grof zand verkregen, bij aanwending van hetzelfde bindmiddel (cement) en onder dezelfde omstandigheden aangemaakt en verhard. Dit is toe te schrijven aan het samenklonteren

van de fijne zanddeeltjes bij den aanmaak van de mortel met fijn zand, waardoor, in tegenstelling met mortel met grof zand, de omhulling van elk zandkorreltje met het bindmiddel minder volkomen geschiedt en dus de zanddeeltjes minder volledig worden samengekit.

De minder volledige omhulling der zandkorrels met cement bij gebruik van fijn zand is weer te verklaren door het grootere totale zandkorreloppervlak, dat een bepaalde hoeveelheid cement (bindmiddel) te omhullen heeft, dan bij grof zand.

Graf o.a. heeft terzake talrijke proeven verricht met zand van verschillende korrelgrootte.

Zoo vond hij voor de totale oppervlakte van de zandkorrels per 1000 gram zand, met zand I (korrelgrootte 0—0,2 mm) 29 m²
 zand II (0,2—1 mm) 3,13 „
 zand III (1—3 mm) 1,64 „
 zand IV (3—7 mm) 0,56 „

Het totale zandkorreloppervlak berekende hij door het gemiddelde gewicht van een zandkorreltje te bepalen, waardoor het aantal zandkorrels per 1000 gram dan te berekenen was.

Daarna werd de gemiddelde diameter van een zandkorrel, die als een bol werd beschouwd, bepaald en verder het gemiddelde zandkorreloppervlak daaruit afgeleid.

Uit de verkregen grootheden werd dan het totale oppervlak der zandkorrels berekend.

Stel nu, dat in den mortel op 1 kg zand $\frac{1}{3}$ kg cement aanwezig is, zoo is voor de omhulling of bedekking van 1 m² zandoppervlak beschikbaar: bij fijn zand I : $\frac{1}{3} : 29 = 0,011$ kg cement en bij grof zand IV: $\frac{1}{3} : 0,56 = 0,60$ kg cement.

Hieruit volgt, dat voor de omhulling, dus samenkitting, van eenzelfde totale zandkorreloppervlak bij grof zand meer dan 50 maal zooveel cement beschikbaar is dan bij fijn zand bij dezelfde gewichtshoeveelheid cement-zand mortel¹⁾.

Hieruit valt derhalve te concludeeren, dat bij mortel met grof zand een verdergaande mogelijkheid van een goede samenkitting van de zandkorrels onderling te verwachten is, dan bij mortel met zand van kleinere korrelgrootte, waardoor de vastheid van de eerste mortel grooter moet zijn dan die van de laatste.

Nog een voornaam punt, dat we bij onze beschouwingen over den invloed van de korrelgrootte van zand op de mortelvastheid niet uit het oog moeten verliezen is het volgende.

Een reeds lang bekend feit, hetwelk telkenmale door de uitkomsten van de in de laatste jaren terzake verrichte onderzoeken is bevestigd, is n.l. dit, dat de drukvastheid van een mortel in hooge mate

afhankelijk is van de waarde $w = \frac{\text{watergehalte}}{\text{cementgewicht}}$,

d.i. de watercementfactor en wel zoo, dat een kleinere w een grootere mortelvastheid geeft. Onder watergehalte wordt verstaan de totale hoeveelheid water, die in de versche mortel aanwezig is, derhalve de hoeveelheid aanmaakwater plus het water, dat in het te verwerken zand reeds aanwezig is. Deze afhankelijkheid wordt door Graf uitgedrukt in de formule:

$K = \frac{A}{B^{2w}} + C$, waarin K de mortelvastheid voorstelt en A een van de soort van het bindmiddel en van de wijze en duur der verharding afhankelijke coëfficiënt is.

Verder is B een kwaliteitscoëfficiënt, afhankelijk van de hoedanigheid van het zand, C een empirisch te bepalen constante en w de watercementfactor.

De grootte van den voor de vereischte plasticiteit van de versche mortel benodigden watertoeslag en daarmee de watercementfactor is afhankelijk van de samenstelling der korrelgrootten.

Deze watertoeslag kan o.m. bepaald worden uit de door prof. Bolomey gegeven formule:

$W = \Sigma \frac{p \cdot N}{\sqrt[3]{d^2}}$, waarin W het gewicht is van het water

in kg dat noodig is voor het aanmaken van een gewicht p aan zand, d de middelbare diameter der zandkorrels, N is een constante afhankelijk van het s.g., de ruwheid der oppervlakte en de plasticiteit van de mortel (of het beton).

Uit deze formule volgt, dat de watertoeslag en daarmee de watercementfactor, afneemt bij toeneming van de waarde d van de zandkorrels d.w.z. dat de mortel een des te hoogere vastheid verkrijgt naarmate het gebruikte zand een grooter percentage grovere korrels bevat, uiteraard onder voorwaarde, dat het gehalte aan fijn materiaal voldoende blijft om, ter verkrijging van de vereischte dichtheid, de holle ruimten op te vullen. Immers poreusheid werkt nadeelig op de vastheid van de mortel.

Er zij er dus uitdrukkelijk op gewezen, met het gebruik van zand van ongeveer gelijke korrelgrootte voorzichtig te zijn, aangezien het te veel holle ruimte bevat. Wil men het desondanks in een mortel verwerken dan dient men de mortel z.g. voldoende vet te houden of bij de verwerking daarvan een voldoende hoeveelheid fijn toeslagmateriaal er aan toe te voegen, opdat de holle ruimten volledig worden opgevuld. Het ware dus beter zand van gemengde korrelgrootte te gebruiken.

Uit het voorgaande moge blijken, dat de invloed van de samenstelling der korrelgrootten van zeer groot gewicht is op de vastheid van den mortel.

Dat de *hardheid van het zand* van invloed is op de mortelvastheid spreekt ten slotte vanzelf.

IV. Conclusie.

Aan de hand van voorgaande beschouwingen valt het ons niet moeilijk de merkwaardige uitkomsten van onze vergelijkingsproeven, welke in de grafiek zijn weergegeven, te verklaren.

Deze uitkomsten wijzen n.l. op een hogere vastheid van de vette en lagere vastheid van de magere, met normaalzand

1) Dit is ook direct af te leiden, immers het korreloppervlak per eenheid van volume is omgekeerd evenredig met den diameter, die bij zand IV gemiddeld 50 keer zoo groot is als bij zand I.

samengestelde mortels dan overeenkomstige met het onderzochte zand samengestelde, terwijl bij een mortelverhouding van $\pm 1 : 5$ de vastheden van beide mortels (zelfs van alle drie mortels) even groot zouden zijn, n.l. 290 kg/cm^2 (zie grafiek).

Nu is normaalzand grofkorrelig zand, dat een min of meer gelijke korrelgroottesamenstelling heeft, d.w.z. zand, waarvan de korrels verhoudingsgewijs een gering grootte-onderscheid vertoonen; verder is het gehalte aan fijne deeltjes gering.

De hooge vastheid van de vette mortels met normaalzand is dus het gevolg van het groote percentage aan grove zandkorrels en van de hardheid van het zand, terwijl de hoeveelheid van het bindmiddel (hier cement) toch nog voldoende is, om een dichte mortel te verkrijgen, waarvan de holle ruimten tusschen de zandkorrels volledig door het bindmiddel worden opgevuld.

Hier werken dus drie factoren samen ter verhooging van de mortelvastheid, n.l. een groot gehalte aan grove korrels, voldoende dichtheid van de mortel en hardheid der zandkorrels.

Bij de magere mortels echter wordt de invloed van de korrelgrootte en hardheid tenietgedaan door een tekort aan bindmiddel, dus door de mindere dichtheid van de mortel, welke dichtheid des te meer afneemt, naarmate de mortel magerder wordt; vandaar dat een sterke daling van de vastheid, bij het magerder worden van de mortel, waar te nemen is. (Zie de kromme voor de mortel uit normaalzand).

Het onderzochte zand daarentegen bezit in verhouding een grooter percentage aan fijne deeltjes, terwijl de hardheid der zandkorrels ook iets geringer is.

Bij de met dit zand verkregen vette mortels moeten we, door een groote hoeveelheid aan fijne deeltjes en mindere hardheid der zandkorrels, dan ook een belangrijk lagere vastheid verwachten dan bij die met normaalzand, terwijl bij de magere mortels daarentegen het groote gehalte aan fijn materiaal, nu als aanvulling van het tekort aan bindmiddel, de dichtheid juist ten goede komt, hetgeen zooals we hebben gezien, bevorderend werkt op de mortelvastheid.

Een sterke daling hiervan bij afneming van het cementgehalte, d.w.z. bij magerder worden van de mortel, wordt daardoor tegengegaan (zie grafiek voor het onderzochte zand).

Op dezelfde manier is te verklaren waarom de mortel met gewassen zand (d.i. zand ontdaan van de fijne zanddeeltjes) bij een mengverhouding van $1 : 4$ (en vetter) een hogere, en bij een verhouding van $1 : 6$ (en magerder) een lagere mortelvastheid oplevert dan die met ongewassen zand. Bij een mengverhouding van $1 : 5$ vertoonen alle drie mortels juist een gelijke hardheid.

V. Toepassing en slotopmerkingen.

Na het bovenstaande meenen we te mogen concluderen, dat de gunstige ervaringen met het uitgegraven „traszand” verkregen bij den woningbouw in

het „Tuindorp Tawangmangoe” en omgeving, door de resultaten van een wetenschappelijk laboratorium-onderzoek ten volle zijn bevestigd.

Een drukvastheid van 55 kg/cm^2 van kalk-traszand-mortel van $1 : 6$, zooals dit uit het Laboratorium-onderzoek blijkt, is o.i. voor den gewonen huizenbouw, waarbij niet zulke zware eischen worden gesteld als bij waterbouwkundige werken het geval is, zeer wel bruikbaar.

Inderdaad wordt een kalk-traszand-mortel van een mengverhouding van $1 : 6$ bij den woningbouw ter plaatse reeds lang algemeen toegepast en de daarmee verkregen resultaten zijn zeer bevredigend gebleken.

Verder willen wij er nog op wijzen, dat in de irrigatie-practijk ter plaatse gewoonlijk P.C.-traszand-specie wordt aangewend van een mengverhouding van $1 : 6$, welke bij een verhardingstijd van 20 dagen een drukvastheid levert van 229 kg/cm^2 en een trekvastheid van $28,8 \text{ kg/cm}^2$, waarden, die belangrijk hooger zijn dan die van P.C.-normaalzandspecie van dezelfde mengverhouding n.l. resp. 182 kg/cm^2 en $18,4 \text{ kg/cm}^2$. Ook de waterbouwkundige kunstwerken t.b.v. de electriciteitsvoorziening van Tawangmangoe zijn aan de hand van de uitkomsten van het laboratorium-onderzoek in deze P.C.-traszand-specie uitgevoerd.

De hierbij verkregen resultaten betreffende de deugdelijkheid zijn tot nu toe alleszins bevredigend te achten.

De bewering van sommigen, die nog geen ervaring met meergenoemd „traszand” hebben gehad, als zou zulk een kalk-zand-mortel door vocht en opspattend regenwater op den duur worden uitgeloozd, wordt voorts door de uitkomsten van de practijk gelogenstraft.

Barsten, scheuren, noch teekenen van uitloozing zijn in het metselwerk van jaren oude Inheemsche woningen, opgetrokken in bedoelde kalkzandmortel, geconstateerd.

Als we nu nagaan, dat de mortel, die hier te lande gewoonlijk bij den gewonen huizenbouw wordt gebruikt, een mengverhouding heeft van 1 dl. kalk + 1 dl. roode cement + 2 dl. zand, dan kunnen we wel direct inzien, dat het gebruik van meergenoemde kalk-traszand-mortel van een mengverhouding van $1 : 6$ tot een niet geringe besparing op de totale bouwkosten moet leiden.

Aan het eind van deze beschouwingen gekomen moge de hoop worden uitgesproken erin geslaagd te zijn, aan de hand van practische ervaringsfeiten en uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek de genoegzame deugdelijkheid, practische bruikbaarheid en niet als minste eigenschap: de economische voordelen van het gebruik van vulkanisch „traszand” aan te toonen.

Indien dit artikel bovendien ertoe mocht leiden, dat op andere plaatsen van ons vulkanisch eilandenrijk, waar de aanwezigheid van zulk een soort „traszand” kan worden verwacht, tot algemeene en succesvolle toepassing hiervan wordt overgegaan, dan is het doel van deze publicatie ten volle bereikt.

Bandoeng, November 1940.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap.

Nu door de vijandelijke bezetting van het Moederland de op Indië betrekking hebbende arbeid van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap niet meer door het bestuur te Amsterdam kan worden geleid, hebben de hier te lande wonende leden de voortzetting van deze werkzaamheden zelf ter hand genomen. Hiertoe werd door de Commissie voor het Rechtsverkeer in Oorlogstijd in October j.l. een bestuur benoemd, dat zoowel de functie van het Algemeen als van het Huishoudelijk Bestuur uitoefent en dat bestaat uit: prof. dr. J. Ph. Duyvendak, Voorzitter, dr. A. J. Pannekoek, Secretaris-Penningmeester, mr. E. J. F. van Dunné, dr. P. J. Eyma, mr. A. C. Sandkuy, R. Schrader, terwijl van het oude Algemeen Bestuur de in Indië vertoevende leden mr. D. A. Delprat en ir. A. C. de Jongh hun functie alhier kunnen blijven uitoefenen. Ook in de tegenwoordige omstandigheden zal het Genootschap hierdoor zijn doelstellingen kunnen nastreven, n.l. de bevordering der aardrijkskundige wetenschap, vooral van het Rijk in en buiten Europa, het opwekken van de belangstelling in de aardrijkskunde en het aanwakkeren van den ondernemingsgeest door het verspreiden van kennis aangaande landen en volken.

In Januari hoopt het Genootschap aan te vangen met de uitgave van een eigen tweemaandelijksch tijdschrift, de *Nederlandsch-Indische Geografische Mededeelingen*, dat de plaats zal innemen van het oude *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*. Hoewel de omvang natuurlijk kleiner zal zijn, zal toch getracht worden de lezers zoo goed mogelijk op de hoogte te houden van wat er op aardrijkskundig gebied plaats vindt, door een aantal korte mededeelingen, samenvattende besprekingen en referaten, terwijl daarnaast beknopte oorspronkelijke artikelen opgenomen zullen worden, in het bijzonder over Nederlandsch-Indië en omliggende landen en over algemeene onderwerpen, die voor Indië van belang zijn.

De uitgave dezer *Mededeelingen* geschiedt met medewerking van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, die de uit aardrijkskundig oogpunt belangrijke artikelen, welke in het door haar uitgegeven tijdschrift verschijnen, in den vorm van overdrukken voor de Nederlandsch-Indische Geografische Mededeelingen beschikbaar stelt.

Ook het Koninklijk Bataviaasch Genootschap voor Kunsten en Wetenschappen steunt het Genootschap door de in het *Tijdschrift voor de Indische Taal-, Land- en Volkenkunde* verschijnende Bibliographische Notities aan de leden van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap aan te bieden.

Daar het nieuwe tijdschrift een beperkter omvang heeft dan het oude tijdschrift, werd besloten om de contributie voor de gewone leden te verlagen tot f 12,— per jaar, terwijl de bepalingen, dat de bijdrage

voor donateurs minstens f 25,— per jaar of f 300,— ineens bedraagt en dat de contributie voor studenten slechts f 6,— bedraagt, werden gehandhaafd.

Voor de opgave voor het lidmaatschap en voor het aanvragen van proefnummers der *N.-I. Geografische Mededeelingen* kan men zich wenden tot den secretaris-penningmeester, p.a. Topografische Dienst, Batavia-C.

Natuurwetenschappelijk Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië.

Op 1 Januari 1941 verscheen de eerste aflevering van het *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, tegelijkertijd het 101de deel van het *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, over de reorganisatie waarvan reeds het een en ander in No. 10 van den vorigen jaargang van ons tijdschrift werd meegedeeld.

Zooals de voorzitter der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, dr. A. G. van Veen, ter inleiding schrijft, is het doel van deze reorganisatie een tijdschrift te scheppen, dat een duidelijk overzicht geeft van het natuurwetenschappelijk leven en streven in Nederlandsch-Indië in den meest algemeenen zin van het woord, zoowel ter wederzijdsche voorlichting van de talrijke specialisten hier te lande op het gebied der natuurwetenschappen, die elkaar, vooral in een land als dit, voor de oplossing van praktische vraagstukken vaak zoo noodig hebben, als ook ter voorlichting van het buitenland.

Het tijdschrift wil als het ware een centralen schakel vormen tusschen de vele vaktijdschriften in Nederlandsch-Indië. Verder wil het plaatsruimte verschaffen voor Nederlandsch-Indische publicaties van verschillende takken van natuurwetenschap, die in normale tijden een plaats gevonden zouden hebben in Nederlandsche vaktijdschriften, althans voor zoover deze publicaties vallen binnen het kader van het tijdschrift.

Het tijdschrift is niet alleen bedoeld voor de beoefenaren der natuurwetenschappen hier te lande en in het buitenland, maar ook voor hen, die zich in Indië voor de ontwikkeling van het natuurwetenschappelijk onderzoek interesseeren, zonder nochtans zelf in een dergelijke richting werkzaam te zijn.

De Redactie verzoekt dan ook de medewerkers de diverse bijdragen in zulk een vorm te gieten, dat de stof voor ieder ontwikkeld mensch boeiend is.

Leden van de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, waarvan het lidmaatschap thans gesteld is op f 8,— per jaar, ontvangen het tijdschrift gratis, terwijl men zich ook zonder lid te zijn tegen denzelfden prijs op het tijdschrift kan abonneeren.

De eerste aflevering is gedrukt in 8 500 exemplaren en behalve aan de leden ook toegezonden aan alle werkers en leden van vereenigingen op natuurwetenschappelijk gebied in Indië, aan de hogere ambtenaren van het Binnenlandsch Bestuur en aan alle Administrateurs van Ondernemingen.

Deze eerste aflevering bevat een artikel van prof. dr. J. E. Dinger over het wezen der virussen, van dr. ir. R. W. van Bemmelen over delfstoffen van Nederlandsch-Indië als grondstoffen der Inheemsche industrie, van dr. H. J. Toxopeus over herkomst, vormenrijkdom en veredeling van enkele onzer cultuurgewassen en van dr. C. G. G. J. van Steenis, tevens Algemeen Redacteur, over de heliotropische reactie van een Javaanschen bergboom. Verder zijn eenige korte berichten opgenomen betreffende wetenswaardigheden op natuurwetenschappelijk gebied in Ned.-Indië.

Ongetwijfeld zijn er ook onder de lezers van ons eigen tijdschrift verscheidenen, die door een meer populaire samenvatting van hunne werkzaamheden op ingenieursgebied, een aardig artikel voor het gereorganiseerde tijdschrift zouden kunnen leveren en daardoor in breederen kring belangstelling en waardeering voor hun werk zouden kunnen opwekken. Onze redactie belast zich gaarne met de beoordeeling en doorzending van deze bijdragen.

We wenschen het nieuwe tijdschrift veel succes.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

Goodyear Kalender 1941.

Namens The Goodyear Tyre & Rubber Co., Ltd. ontvingen we van de N. V. Nederlandsch-Indisch Advertentiebureau en Uitgevers Mij. A. de la Mar Azn. een fraaien kalender voor 1941.

De mooie plaat boven het kalenderschild is een afbeelding van het rotsmassief in South Dakota, U.S.A., waarin volgens het ontwerp van den Amerikaanschen beeldhouwer Gutzon Borglum de koppen worden uitgehouwen van vier der meest bekende vroegere Presidenten der Vereenigde Staten, n.l. George Washington, Thomas Jefferson, Abraham Lincoln en Theodore Roosevelt. Elke kop wordt zoo hoog als een 5-verdiepingshuis, n.l. 18 meter, terwijl de neus van elk der figuren aanmerkelijk langer is dan het geheele gezicht van de Egyptische Sphinx. Achter den kalender wordt een interessante beschrijving gegeven van de wijze, waarop dit monument tot stand komt. Het Mount Rushmore Memorial zal een waardig gedenkteeken zijn voor de grootste Republiek ter wereld, die thans alle zeilen bijzet om te zorgen, dat de menschelijke vrijheid, waarop ze gebaseerd is, ook in het overige deel van de wereld niet verloren zal gaan.

PERSONALIA.

Ir. G. Hekket, ingr. 2de kl. bij den Prov. Wat. van W.-Java te Bandoeng, is overgepl. naar Cheribon.

Ir. G. A. R. Enserink, ingr. bij den Prov. Wat. van M.-Java, is eervol onth. van het beheer v.d. sectie „Pekalongan” van de Waterst. afd. „Pemali-

Tjomal” en werkz. gesteld op het Hoofdktr. v. d. Waterst. afd. „Serajoe” te Poerworedjo.

Ir. P. A. Schreuder Peters, ingr. bij den Prov. Wat. v. M.-Java, werkz. op het Hoofdktr. v. d. Waterst. dienst v. d. Prov. M.-Java te Semarang, is belast met het beheer v. d. sectie „Pekalongan” van de Waterst. afd. „Pemali-Tjomal” met standpl. Pekalongan.

Ir. J. F. Strach, werkz. op het Hoofdktr. v. d. Waterst. afd. „Serang” te Semarang, is overgepl. naar het Hoofdktr. v. d. Waterst. dienst v. d. Prov. M.-Java aldaar.

Ir. B. Elenbaas, toegevoegd ingr. bij het 1ste Waterst. distr. te Bodjonegoro, is werkz. gest. als Sectie-ingr. aldaar.

Ir. M. O. Davis, toegevoegd ingr. op het sectiektr. der Prov. Irr. Afd. „Pekalen-Sampean” te Loemadjang, is overgepl. naar Bondowoso en aldaar belast m. d. functie van toegev. ingr. op het ktr. v. h. Hoofd der Prov. Irrig. Afd. „Pekalen-Sampean”.

Ir. J. H. F. Kalkman, toegev. ingr. 2de kl. op het sectiektr. der Prov. Irr. Afd. „Brantas” te Malang, is overgepl. n. Bodjonegoro en belast met de functie v. toegev. ingr. op het Irrigatiektr. v. h. 1ste Waterstaatsdistr. aldaar.

Ir. J. H. Spenkelnik, ingr. 2de kl. bij 's Lands Wat., ter besch. gest. v. d. Prov. O.-Java, is geplaatst op het Sectiektr. der Prov. Irr. Afd. „Brantas” te Malang.

Ir. W. G. Boltje, ingr. 2de kl. bij de N.V. N.I.S. te Semarang, is overgepl. naar Djokjakarta.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEEDEDELINGEN.

Ontwerp-begroting voor 1941.

van de groep en voor *De Ingenieur in Ned.-Indië*

Hiervoor wordt verwezen naar blz. 15 en 16.

Aangenomen en voorgestelde leden.

De in No. 11 van den vorigen jaargang voorgestelde leden zijn aangenomen.

Thans worden voorgesteld als *gewoon lid*:

Ir. P. C. Feekes, chef van den Dienst van Vervoer S.C.S./S.J.S. te Semarang;
en als *junior lid*:

Ir. J. Th. Kingma, ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw te Bandoeng;

Gan Koen Hin, student aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng.

Eventuele bezwaren tegen deze candidaatstellingen worden vóór 28 Februari a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.

**KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS,
Groep Ned.-Indië.**

**ONTWERP-BEGROOTING VOOR 1941
van de
GROEP NED.-INDIË VAN HET KON. INST. VAN INGENIEURS.**

	Uitkomsten 1939	Begrooting 1940	Verwachte uitkomsten 1940	Begrooting 1941
Ontvangsten.				
Contributies, intree- en inschrijvingsgelden.....	f 13 517,50	f 13 500,—	f 14 040,—	f 13 000,—
Reeds afgeschreven contributies	„ 21,—	„ —,—	„ —,—	„ —,—
Interest.....	„ 2 074,97	„ 2 000,—	„ 1 860,—	„ 1 350,—
Nadeelig saldo.....	„ 1 704,01	„ 980,—	„ —,—	„ 2 245,—
Totale ontvangsten.....	f 17 317,48	f 16 480,—	f 15 900,—	f 16 595,—
Uitgaven.				
Bijdragen aan de Kringen en de Groepsafd. Mijnbouw.				
Kring I.....	f 308,36	f 300,—	f 310,—	f 350,—
Kring II.....	„ 416,21	„ 500,—	„ 500,—	„ 500,—
Kring III.....	„ 83,35	„ 150,—	„ 100,—	„ 150,—
Kring IV.....	„ 141,60	„ 200,—	„ 150,—	„ 200,—
Kring V.....	„ 72,01	„ 100,—	„ 80,—	„ 100,—
Afd. Mijnbouw (p.m.).....	„ —,—	„ —,—	„ —,—	„ —,—
	f 1 021,53	f 1 300,—	f —,—	f 1 300,—
Lidmaatschappen.				
Fonds voor de Normalisatie in N.-I.....	f 450,—	f 450,—	f 450,—	f 450,—
N. I. R. T. A.....	„ 50,—	„ 50,—	„ 50,—	„ 50,—
Ned.-Ind. Wegenvereniging.....	„ 50,—	„ 50,—	„ 50,—	„ 50,—
Overige Lidmaatschappen.....	„ —,—	„ 50,—	„ —,—	„ —,—
Kon. Natuurkundige Vereniging.....	„ —,—	„ —,—	„ —,—	„ 100,—
	f 550,—	f 600,—	f 550,—	f 650,—
Kantoorhuur.....	„ 481,80	„ 480,—	„ 480,—	„ 480,—
Administratiekosten.				
Administratie.....	„ 1 250,—	„ 1 250,—	„ 1 250,—	„ 1 250,—
Toelage Secretaris.....	„ 300,—	„ 300,—	„ —,—	„ —,—
	f 1 550,—	f 1 550,—	f 1 250,—	f 1 250,—
Aanvulling inventaris.....	f 129,60	f 100,—	f —,—	f 100,—
Algemeene kosten.				
Porti, telefoon enz.....	f 164,93	f 200,—	f 160,—	f 250,—
Kantoorbehoeften en drukwerken.....	„ 207,55	„ 150,—	„ 190,—	„ 200,—
Onkosten op effecten, hypotheek en remises....	„ 32,03	„ 35,—	„ 25,—	„ 25,—
Kosten Bestuursvergaderingen en vertegenw. van de Groep.....	„ 33,46	„ 200,—	„ 20,—	„ 100,—
Kosten jaarvergadering.....	„ 512,05	„ 500,—	„ 500,—	„ 200,—
Diverse kleine kosten.....	„ 49,20	„ 75,—	„ 110,—	„ 75,—
	f 999,22	f 1 160,—	f —,—	f 850,—
Bijdrage voor De Ing. in N.-I.....	f 3 169,13	f 4 050,—	f 4 477,—	f 4 615,—
Bijdrage aan het Instituut in Nederland.	„ 7 027,25	„ 7 020,—	„ 7 330,—	„ 7 000,—
Oninbare contributies.....	„ —,—	„ 50,—	„ —,—	„ 300,—
Onvoorzienne uitgaven.....	„ —,—	„ 170,—	„ 1 000,—	„ 50,—
Afschrijving achterst. intree- en inschrijvingsgelden.....	„ 5,—	„ —,—	„ —,—	„ —,—
Koersverlies effecten.....	„ 2 383,95	„ —,—	„ —,—	„ —,—
Totale uitgaven.....	f 17 317,48	f 16 480,—	f —,—	f 16 595,—

ONTWERP-BEGROOTING VOOR 1941

voor De Ingenieur in Nederlandsch-Indië.

	Uitkomsten 1939	Begrooting 1940	Verwachte uitkomsten 1940	Ontwerp- Begrooting 1941	Toelichting
Ontvangsten.					
Abonnementen.....	f 2 321,33	f 2 300,—	f 2 347,—	f 1 900,—	Excl. abon- nementen in Europa ad f 446,—
Ned. Chem. Vereeniging.....	„ —,—	„ —,—	„ 471,—	„ 1 350,—	
Losse nummers.....	„ 126,60	„ 100,—	„ 110,—	„ 100,—	
Advertenties.....	„ 7 513,97	„ 7 000,—	„ 6 000,—	„ 6 500,—	
Overdrukken.....	„ 1 420,03	„ 1 000,—	„ 1 500,—	„ 1 300,—	
Tegemoetkoming K.I.v.I.....	„ 250,—	„ 200,—	„ 280,—	„ —,—	
Bijdrage Groep Ned.-Indië.....	„ 3 169,13	„ 4 050,—	„ 4 477,—	„ 4 615,—	
Totale ontvangsten.....	f 14 801,06	f 14 650,—	f 15 185,—	f 15 765,—	
Uitgaven.					
Drukkosten.					
Tekst en overdrukken.....	f 5 608,38	f 5 800,—	f 5 960,—	f 6 200,—	
Bijlagen en platen.....	„ 326,73	„ 275,—	„ 450,—	„ 350,—	
Advertenties.....	„ 690,48	„ 675,—	„ 575,—	„ 675,—	
Omslagen.....	„ 300,40	„ 310,—	„ 350,—	„ 360,—	
Adresbanden en stencils.....	„ 151,44	„ 150,—	„ 180,—	„ 200,—	
Cliché's.....	„ 1 446,49	„ 1 200,—	„ 1 975,—	„ 1 800,—	
Porti drukkerij.....	„ 630,75	„ 660,—	„ 540,—	„ 600,—	
	f 9 154,67	f 9 070,—	f 10 030,—	f 10 185,—	
Redactie.					
Voorzitter en leden.....	f 2 400,—	f 2 400,—	f 2 400,—	f 2 400,—	
Honoraria bijdragen.....	„ 2 503,72	„ 2 400,—	„ 2 100,—	„ 2 400,—	
Corrector.....	„ 510,—	„ 480,—	„ 480,—	„ 480,—	
Medewerker.....	„ 10,—	„ —,—	„ —,—	„ —,—	
	f 5 423,72	f 5 280,—	f 4 980,—	f 5 280,—	
Algemeene kosten.					
Porti, telefoon, enz.....	f 157,02	f 180,—	f 150,—	f 180,—	
Bureaunkosten.....	„ 53,95	„ 20,—	„ —,—	„ 20,—	
Reis- en verblijfkosten.....	„ 3,50	„ 25,—	„ —,—	„ 25,—	
Teekenwerk.....	„ 8,20	„ 25,—	„ 25,—	„ 25,—	
Diversen en onvoorzien.....	„ —,—	„ 50,—	„ —,—	„ 50,—	
	f 222,67	f 300,—	f 175,—	f 300,—	
Totale uitgaven.....	f 14 801,06	f 14 650,—	f 15 185,—	f 15 765,—	

Betrekking gezocht door:

Civil ingenieur,
diploma Delft 1935, oud 28 jaar. Wenscht bij
voorkeur in dienst te treden bij Aannemersfirma.
Over eenige maanden beschikbaar.

Civil ingenieur,
diploma Bandoeng, 1937. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,
diploma Delft 1926, oud 41 jaar. Wenscht bij
voorkeur een technisch-administratieven werk-
kring. Direct beschikbaar.

Mijnningenieur,
diploma Delft 1928. Direct beschikbaar.

Civil ingenieur,
diploma Bandoeng 1937, oud 31 jaar. Direct be-
schikbaar.

Civil ingenieur,
diploma Bandoeng 1936, oud 29 jaar. Direct be-
schikbaar.

Civil ingenieur,
diploma Bandoeng 1939, oud 31 jaar. Direct
beschikbaar.

Mijnningenieur,

diploma Delft 1921. Zoekt een werkkring, bij
voorkeur in organisatorische richting, eventueel
buiten het gebied van den mijnbouw. Direct be-
schikbaar.

Civil ingenieur,
diploma Delft 1932, oud 33 jaar. Direct beschik-
baar.

Civil ingenieur,
diploma Bandoeng 1940, oud 23 jaar. Direct be-
schikbaar.

Inlichtingen bij het Secretariaat van de Groep
Ned.-Indië van het Kon. Instituut v. Ingenieurs, Bra-
gaweg 38, Bandoeng.

Ir. E. A. N e e b m.i., Oud-Hoofdingenieur van de
Banka Tinwinning en van den Dienst van den Mijn-
bouw in N.O.I., p/a dr. G. Kloosterhuis,
Celebesstraat 3, Bandoeng,

stelt zich beschikbaar voor het verleen van dien-
sten aan:

1e. de Overheid;

2e. Particulieren in een leidende positie, liefst mijn-
bouw.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Houten bruggen in Zuidwest-Celebes, door ir. W. J. G. Paardekooper.

Houten bruggen in Zuidwest-Celebes

door

ir. W. J. G. PAARDEKOOPEL,

Directeur Landschapswerken Celebes en Onderhoorigheden.

Het dichtst bevolkte gedeelte van de Landschappen in de Residentie Celebes en Onderhoorigheden, een gebied van ca 30 000 km² met een bevolking van tegen de 2 000 000 zielen, beschikt over een wegnnet van ruim 2 000 km lengte. Daarvan zijn ca 1 500 km wegen der klassen III, IIIA en IV met, meerendeels uit de goede jaren tusschen 1915 en 1930 afkomstige, hoofdzakelijk permanente bruggen. De overblijvende, ruim 500 km Vde klas wegen (zie de schetskaart) hebben vooral in de dun bevolkte en arme landstreken, waar het verkeer nog zeer schaarsch is, ook over bredere waterloopen tijdelijke houten jukkenbruggen van ruw rondhout met plan-

In den loop der dertiger jaren werden veel van die tijdelijke bruggen door meer duurzame constructies vervangen. De beperkte geldmiddelen dwongen tot zuinigheid, en de in sommige deelen van de Landschappen (uiteraard de meer afgelegen streken) nog voorhanden houtrijkdom leidde ertoe, dat in die weinig druk bereden wegen ook voor bruggen van grootere overspanning hout als constructie-materiaal werd gebezigd.

Tot 1928 werd een vrij groot aantal houten bruggen met spanningen van 14, 18, 24, en 30 meter gebouwd volgens het bekende B.O.W.-model of varianten daarvan. In de meeste gevallen zijn dit vakwerkbruggen met rechten bovenrand of wel H o w e-liggers, berekend op een vrachtauto-trein; later ook wel berekend op één 7,5 tons vrachtauto, en zelfs, in enkele gevallen, op één 4,5 tons vrachtauto. Berekening volgens deze laatste aanname werd echter, als zijnde te bezwaarlijk o.a. in verband met passeeren van een stoomwals, definitief losgelaten. Bruggen van meer dan 10 meter spanning werden als regel ontworpen voor enkelsporig verkeer met een vrije rijbreedte van 3 à 3,30 m.

Waar ook in een verder afgelegen toekomst ontwikkeling van Europeesche bedrijven en cultuurondernemingen in de streken, waar deze wegen doorheen loopen, niet te voorzien is en de levensduur van goed onderhouden hardhouten bruggen toch wel op 25 à 35 jaar te stellen is, mag veilig worden aangenomen dat met een belastingaanneame van één 7,5 tons vrachtauto naar redelijkheid in de bestaande behoefte

wordt voorzien. Deze aanname werd dan ook voor de bruggen in Vde klasse wegen gehandhaafd.

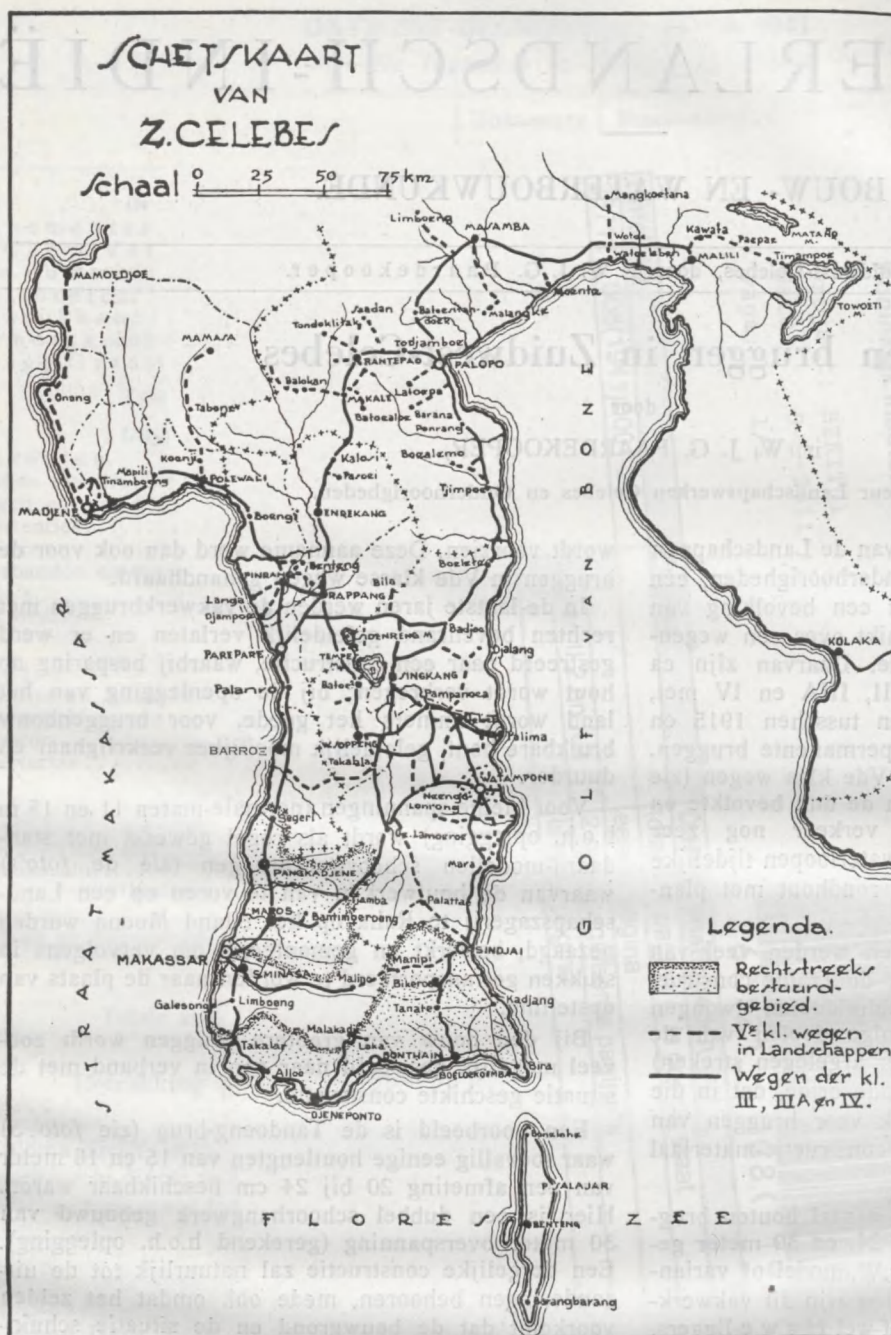
In de laatste jaren werden de vakwerkbruggen met rechten bovenrand geleidelijk verlaten en er werd gestreefd naar een constructie, waarbij besparing op hout wordt verkregen; bij de openlegging van het land wordt immers het goede, voor bruggenbouw bruikbare hout, geleidelijk moeilijker verkrijgbaar en duurder.

Voor kleine spanningen (normale-maten 11 en 15 m h.o.h. oplegging) wordt als regel gewerkt met standaard-modellen schoorwerkbruggen (zie de foto's) waarvan de houtwerken van te voren op een Land-schapszagerij te Raha op het eiland Moena worden gezaagd, bewerkt en gemonteerd, om vervolgens in stukken getransporteerd te worden naar de plaats van opstelling.

Bij den bouw van grootere bruggen wordt zoo-veel mogelijk gestreefd naar een in verband met de situatie geschikte constructie.

Een voorbeeld is de Tandoeng-brug (zie foto 3) waar toevallig eenige houtlengten van 15 en 16 meter van een afmeting 20 bij 24 cm beschikbaar waren. Hier is een dubbel schoorhangwerk gebouwd van 30 meter overspanning (gerekend h.o.h. oplegging). Een dergelijke constructie zal natuurlijk tot de uitzonderingen behoren, mede ook omdat het zelden voorkomt dat de bouwgrond en de situatie schuin-gerichte oplegkrachten beneden het brugdek op de fundeeringen toelaten.

Veelvuldiger wordt toegepast het model parabool-brug met verstijfden trekband en ijzeren hangstangen. Tot dit model is overgegaan uit de overweging dat de paraboolboog, behalve een zeer economische constructie, zich typisch voor hout leent. De boogrand wordt gevormd door koud tegen elkaar komende dubbele houten drukstaven, terwijl de zuivere trek in de hangers door lichte rondijzeren trekstangen met moeren en borgmoeren wordt opgenomen. De verstijving van de eveneens dubbele trekbanden wordt gevonden door een daarop gezetten tralieligger, die tevens als brugleuning dienst doet. De grootste mogelijkheid in de constructie gaf de bevestiging der hangstangen aan den boogrand en de overbrenging van den boogdruk op den trekband, de punten B-B,



en A in fig. 1. De krachten in een enkelsporige brug met een spanning van 24 meter opgewekt zijn echter nog zoodanig, dat (zie fig. 1A en 1B-B) deze details nog betrekkelijk eenvoudig en goedkoop opgelost kunnen worden.

Op fig. 1A is aangegeven hoe de druk van den boogrand op den trekband wordt overgebracht. De oplegging van den einddwarsdrager op de betonkruin van de fundeering heeft een loodslabbe.

Men ziet op fig. 1B-B hoe de boogranden van twee aangrenzende velden koud tegen elkaar komen, zorgvuldig afgezaagd en door bouten met schetsplaten en een tusschengelegen klos samengekneld worden. Boven op klos en boogranden komt op het knooppunt een zuiver in den juiste vorm gesmede ijzeren plaat

van voldoende afmeting, berekend op druk op hout dwars op de vezel. Precies in het knooppunt steekt de hangstang door klos en plaat; op de plaat komt een passend gesmeed volgplaatje, waarop moer en borgmoer. De verbinding met den dwarsdrager is op soortgelijke manier opgelost. De moeren op de hangstangen vergemakkelijken het in de juiste zeeg stellen van den onderrand-trekband (voor 24 m 16 cm in het midden, parabolische zeeg). De voor de brug benodigde ijzerwerken kunnen nog uit handelsformaten rondijzer en plaatijzer worden gemaakt. De bewerking van dit ijzer geschiedt door monteurs- en smidspersoneel in primitieve werkplaatsen zooals er in de landschappen t/b van het onderhoud van vrachtauto's, stoomwalsen, steenbrekers enz. meerdere, verspreid gelegen, aanwezig zijn. Aan de verstijving van dit type brug in dwarsrichting wordt groote aandacht besteed. Door toepassing van driekwart en volledige verstijvingsramen (fig. 1B-B) is daarvoor een in de praktijk bevredigende oplossing gevonden, al moest de zuiverheid van constructie daaraan eenigszins worden opgeofferd.

Bij grootere spanningen blijft de constructie van paraboolboog met verstijfden trekband te groote moeilijkheden te geven. Voor spanningen boven de 24 meter is dan ook overgegaan tot een verstijfde staafboog-constructie met als

zuiver vakwerk geconstrueerden verstijvingsligger.

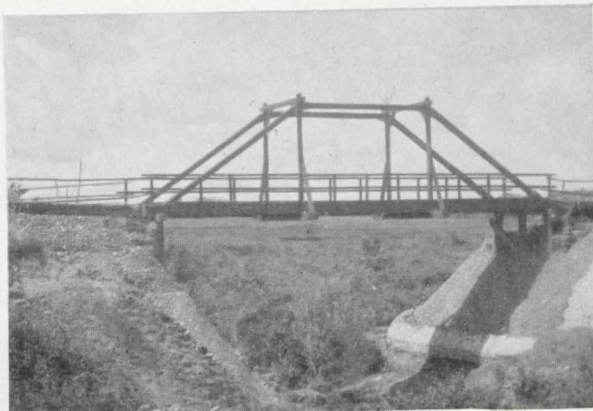
Op fig. 2 is als voorbeeld geteekend een brug met 48 meter spanning (gemeten h.o.h. oplegging), op welke schets mede aangegeven is waar de verstijvingen van deze brug zijn aangebracht. Het middelste verstijvingsraam wordt in verhouding tot de breedte van 3,3 meter h.o.h. te hoog (8 m) voor een eenvoudige schoorconstructie en is dan ook als K-ligger geconstrueerd.

De meeste houtverbindingen in de 48 m constructie konden normale houtvakwerkverbindingen worden. De verbinding van hangstangen met boven- en onderrand is op dezelfde wijze als bij de 24 m brug behandeld.

Zooals verwacht kon worden heeft de vormgeving,



1



2



3



4



5

Foto 1. Houten schoorwerkbrug van 11 m overspanning. Foto 2. Houten schoorwerkbrug van 15 m overspanning.

Foto 3. Dubbele schoorhangwerkbrug van 30 m overspanning (Brug Tandoeng).

Foto 4. Paraboolbrug met verstijfden trekband, 24 m overspanning (Brug Noni).

Foto 5. Verstijfde staafoogbrug van 32 m overspanning (Brug Pembaoeang).



6



7

Foto 6. Verstijfde staafboogbrug van 48 m overspanning
(Brug Padatoe).

Foto 7. Doorkijk van de brug van foto 6.

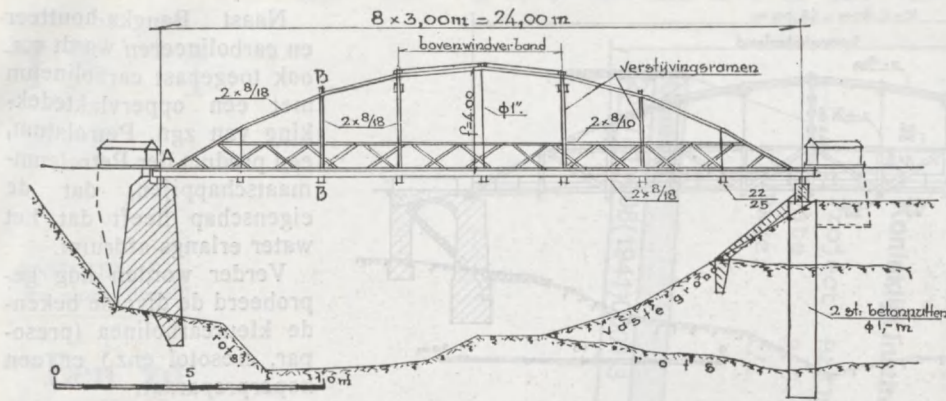


Fig. 1.

in combinatie met de bescheiden (maar reële) belasting-aanname geleid tot een bevredigend resultaat t.a.v. de benodigde hoeveelheden hout; de stijging van dit cijfer bij grotere spanningen verloopt minder steil dan bij de normale vakwerkconstructie met rechten bovenrand. Terwijl in de schoorwerkbruggen van 11 en 15 m spanning 0,8 m³ hout per strekkenden meter (spanning gerekend h.o.h. oplegging) verwerkt wordt, is dit cijfer voor de paraboolbrug met verstijfden trekband van 24 m 0,92 m³ per strekkenden meter en voor de verstijfde staafboogconstructies van 33 en 48 m resp. 1 en 1,25 m³ per strekkenden meter brug.

Grootere spanningen dan 48 m werden tot nu toe niet toegepast, in ieder geval is het gekozen brugtype vanwege de in verhouding tot de breedte wel zeer groote hoogte moeilijk voldoende te verstijven.

Eenige nog in project-stadium verkeernde bruggen van grotere overspanning zullen dan ook waarschijnlijk als hangbruggen met houten verstijvingsliggers worden uitgevoerd.

Het voor de bruggen toegepaste hout was veelal het zgn. bajam van diverse plaatsen in Z.-Celebes (ipi, gefi, marbau: *Intsia amboinensis*, ook genaamd Iron Wood), djati van het eiland Moena en poëti van Kendari (Borneoteak of bangkirai). Vooral daar,

waar de levering door bemiddeling van het Boschwezen kon plaats vinden, werd (in de Buitengewesten is dit nog niet zoo eenvoudig!) groote zorg besteed aan de keuze van tevoren geringd hout zonder gebreken en van voldoende ouderdom.

De genoemde houtsoorten zijn alle zeer dicht van structuur, zoodat zonder aarzeling de in de weinige bekende, op deze materie betrekking hebbende literatuur*) opgege-

geven toe te laten spanningen voor eerste klas Europeesch hout als eiken en beuken, voor de berekening werden aangehouden; t.w. op druk en buiging in de richting van de vezel 100 kg/cm² en op trek 85 à 90 kg/cm².

Men zou zelfs verder kunnen gaan, doch dan zouden betere verbindingen (zooals die met de door het Boschbouwproefstation aangegeven deuvels), welke zeer scherp technisch toezicht vereischen, moeten worden toegepast. En ofschoon zich dank zij de plaat-

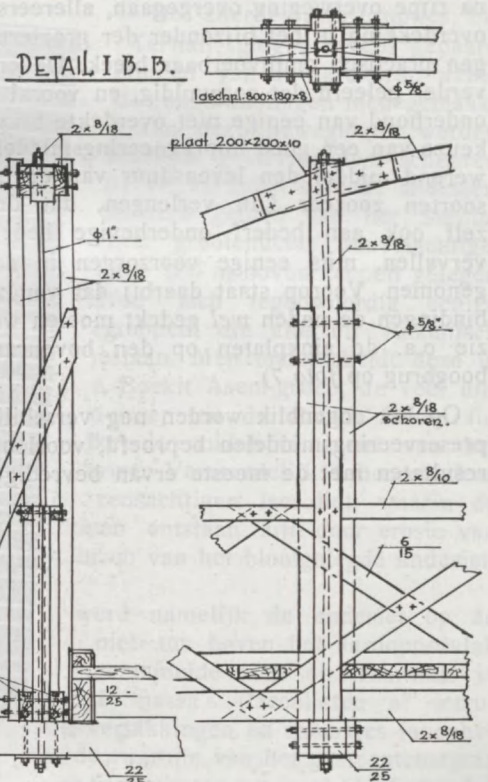


Fig. 1B-B.

DETAIL I A.

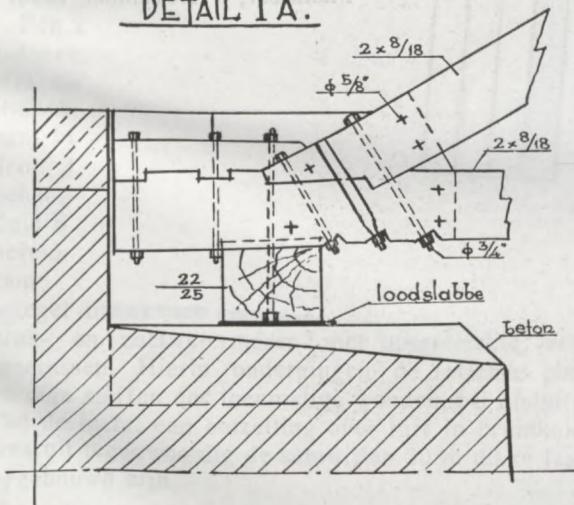


Fig. 1A.

*) A. Laskus: Hölzerne Brücken, Berlin, W. Ernst & Sohn 1932.

Dr. Ing. H. Seitz. Grundlagen des Ingenieurholzbau, Berlin J. Springer 1925.

Dr. Ing. Th. Gesteschi, Grundlagen des Holzbau, Berlin W. Ernst & Sohn 1930.

W. Stoy, V.D.I.: Ingenieurholzbau, Berlin J. Springer 1939.

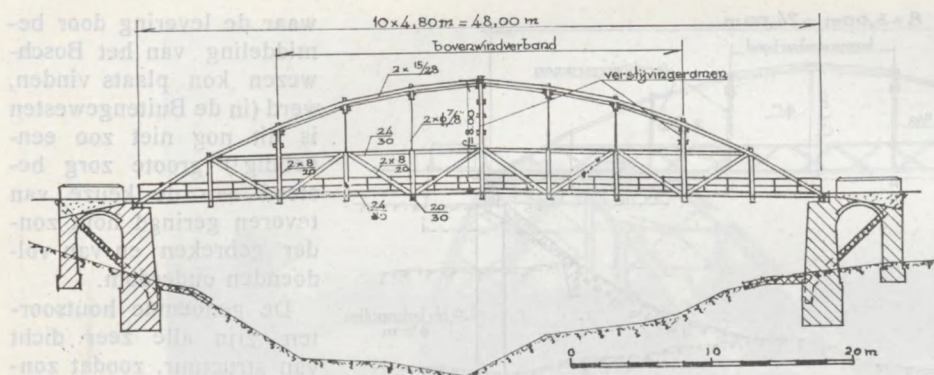


Fig. 2.

selijke vraag op het geheele eiland a.h.w. een ras van timmerlieden heeft ontwikkeld, dat een zekere vaardigheid in de bewerking van zwaar hout heeft gekregen, is voorloopig een meer verfijnde methode van bewerken, voor de veelal verafgelegen plaatsen waar gebouwd moet worden, practisch niet uitvoerbaar.

Het zal opvallen dat de meeste der afgebeelde bruggen niet overdekt zijn, terwijl de nadeelen van het weglaten van een kap genoegzaam bekend zijn, en ook vele in vroeger jaren in Celebes gebouwde bruggen *wel* zijn overdekt. Hiertoe is dan ook eerst na rijpe overweging overgegaan, allereerst omdat de overdekking in het bijzonder der grootere boogbruggen practisch onuitvoerbaar bleek. De ervaring had verder geleerd dat zorgvuldig, en vooral regelmatig, onderhoud van eenige niet overdekte bruggen, en de keuze van een goed impregneermiddel of bederfwerend middel den levensduur van de betere houtsoorten zoozeer kan verlengen, dat de dure, en zelf ook aan bederf onderhevige bedekking, kan vervallen, mits eenige voorzorgen in acht worden genomen. Voorop staat daarbij dat van zekere verbindingsen de naden *wel* gedekt moeten worden (men zie o.a. de zinkplaten op den bovenrand van de boogbrug op foto 7).

Op het oogenblik worden nog verschillende houtpreserveeringsmiddelen beproefd, voorloopig zijn de resultaten met de meeste ervan bevredigend.

Naast Bangka-houtteer en carbolineeren wordt o.a. ook toegepast carbolineum met een oppervlaktedekking van zgn. Petrolatum, een product der Petroleummaatschappijen, dat de eigenschap heeft dat het water erlangs afdruipt.

Verder worden nog geprobeerd de diverse bekende kleurcarbolinea (presopar, cresotol enz.) en een koperpreparaat.

De tijd zal leeren welk middel of welke middelen

op den duur het beste zijn. Voorloopig wordt echter doorgegaan met den bouw van onoverdekte bruggen; het is tenslotte beter dat men gedwongen is tot onderhoud en geregelde inspectie en dit dan ook systematisch voor alle bruggen volhoudt, dan dat, zooals ook wel is voorgekomen, het onderhoud wordt verwaarloosd omdat men meent zich hiervoor te hebben verzekerd... om dan voor het feit gesteld te worden, dat een brug na 10 jaren niet meer meekan, omdat, ondanks de overdekking, *toch* een nog blootgesteld onderdeel als de onderrand blijkt te zijn verrot.

De keuze van de fundeeringen der houten bruggen is natuurlijk geheel van de situatie afhankelijk.

Vaak worden, als de vaste grond diep ligt en er gevaar voor uitschuring bestaat, putfundeeringen van 1 m ϕ betonbuizen gevuld met mager beton toegepast. In de laatste jaren ook wel houten (lara) palen, of gewapend beton palen, als in slappe bodem moet worden geheid. In vastere bodem, o.a. in de in Celebes vaak voorkomende bewegelijke grindzandbeddingen, worden vaak gewapend beton palen van 0,40 m ϕ gewrikt, gespoten en geheid. Voor het spuiten is dan in den ronden paal een oude waterleidingpijp ingegoten, die op spuitgaten door de met plaatijzer versterkte paalpunt uitmondt. Gespoten wordt meest met een compressor of hooge druk centrifugaalpomp.

Makassar, November 1940.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW.

INHOUD: Een voorloopige classificatie der Indische steenkolen, gericht op hun technische toepassing (vervolg en slot), door ir. P. de Gruyter.

Een voorloopige classificatie der Indische steenkolen, gericht op hun technische toepassing

door

ir. P. DE GRUYTER, w.i.

Hoofd van het Proefbureau voor Rollend Materieel der S. S. te Bandoeng.

(Vervolg en slot.)

II. BIJZONDERE EIGENSCHAPPEN DER INDISCHE STEENKOLEN.

A. Humificatie (veenvorming) en metamorfosen (inkoling) van de vaste brandstoffen in de tropen.

Ontleend aan Tromp (1919), e.a.

De Indische steenkolen stammen zonder uitzondering uit het Tertiair en onderscheiden zich o.m. van de veel oudere Europeesche, Amerikaansche en Australische, hoofdzakelijk carbonische en permische steenkolen (uit het Primair) door hun hooge gas- en watergehalte en over het algemeen geringere verbrandingswarmte. Ondanks dezen relatief zeer korten vormingsduur bereikte niettemin het praetertiaire, doch voornamelijk reeds oligocene materiaal meendeels het stadium der zoogenaamde pekkolen, waartoe o.a. de Ombilin-kolen van Sumatra's Westkust en vele van de Z. O. Borneo-kolen behooren. Bovendien komen groote hoeveelheden bruinkolen voor, welke bijna uitsluitend in de jongere tertiaire, of de laat-miocene en het geheel der pliocene afzettingen aangetroffen worden, bijv. in Rembang, Bantam en Zuid-Sumatra.

Een zeer afzonderlijke plaats nemen de Lematangkolenvelden in, omdat daarin koolsoorten aanwezig zijn, die tot heden overal elders in de geëxploiteerde Indische beddingen ontbreken. Zij liggen temidden van belangrijke bruinkoolformaties, welke tot de door Tobler genoemde Midden-Palembanglagen behooren. Deze ontstonden ten tijde, dat het deel van Zuid-Sumatra, waarin zij nu worden aangetroffen, bereids uit een ondiepe zee bestond en door langzame plaatselijke zakkingen — in de al boven zeespiegel uitstekende gebieden — zich vormende groote brak- en zoetwatermeren met uitgestrekte veenmoerassen. Hierin ondergingen de rottende plantaardige stoffen der toenmalige wouden, bij afsluiting van de lucht, een omzetting over turf in bruinkolen, waaruit tegenwoordig de somwijlen 30 m dikke lagen opgebouwd zijn.

Gedurende dit tijdvak vonden tevens vernietigende vulkanische uitbarstingen plaats in de gebieden van

het Barisangebergte. De allerhevigste erupties, bij beëindiging van het Tertiair, gingen tevens gepaard met geweldige plooiingen van de aardkorst, welke natuurlijk ook door de jonge koollagen medegemaakt werden. Als gevolg van deze bewegingen werden groote massa's vulkanisch gesteente door scheuren naar boven geperst; zij vormden o.m. de andesiettoppen in het beperktere gebied van het Serêlogebergte. In het hier grootendeels heuvelachtige, momenteel op 50 tot 100 m boven zeepeil gelegen landschap, verheffen zich tegenwoordig eenige koepelvormige bergtoppen, die alle uit vulkanisch magmagesteente bestaan. Men onderscheidt deze in de noord-oostelijke Boekit Asem-groep, de veel uitgestrektere Serêlo-groep en de Boekit Besar (of Lahat)-groep, welke de zuidelijke grens van het Serêlogebergte vormt. Vermoedelijk behooren deze groepen tot één reusachtigen laccoliet, waarin de verschillende toppen ontstaan zijn door erosie van de dekkende lagen en van het blootgelegde andesietmassief.

Merkwaardig werd namelijk de andesiet op de meeste plaatsen niet tot boven het aardoppervlak opgeperst, maar verzamelde zich onderaardsch in groote lensvormige massa's (laccolieten of intrusies) met allerlei vertakkingen en snoertjes (apophyzen), waardoor de warmte van het gesteentemagma over veel langere tijdsruimten bewaard bleef, dan bij een volledige doorbraak of uitstrooming (effusie) het geval ware geweest. De tusschen de gesteentelagen opgesloten bruinkoolafzettingen konden bijgevolg langen tijd aan de warmtewerking van het eruptiemagma blootgesteld worden, zonder dat de temperatuur overmatig hoog behoefde te zijn. Voor dit laatste vindt men tevens aanwijzingen in de geringe verandering, welke de gesteentelagen door de hittewerking hebben ondergaan (geen samenbakken of

verkiezeling). Waar plaatselijk de temperatuur inderdaad hoog was, traden transformaties op in cokes of vormingen van stengelkool in krimpspleten.

De warmtewerking deed de koollagen een soort droge destillatie ondergaan, waardoor de bruinkool — onder verlies van bijna al haar water en onder ontwijking van koolzuur en methaan — in steenkool werd gemetamorfoseerd van veel hogere calorische waarde. Door deze zoogenaamde contactmetamorfose ondergingen nu vanzelfsprekend de verschillende gedeelten der lagen zeer uiteenlopende omvormingen, afhankelijk van den graad van de warmtewerking en een meer of minder gemakkelijk ontwijken der destillatiegassen door de dekkende lagen heen. Vandaar dat ook nog in meerdere enkelvoudige lagen alle overgangsvormen van het vlamkool- tot het anthracietstadium aangetroffen kunnen worden.

In dit opzicht is dus het momenteel reeds ontgonnen Boekit-Asemveld een unicum, omdat ter plaatse uit hetzelfde grondmateriaal allerlei producten ontstonden, die de geheele inkolingsschaal van bruinkool af tot aan anthraciet en natuurlijke cokes vertegenwoordigen. Om deze reden onderwierp de brandstofchemiker Kreulen uit Utrecht een serie monsters uit dit kolenveld aan de eerste systematische en diepgaande analyses, welker in 1935 in boekvorm gepubliceerde resultaten van onschatbare waarde zijn, als de meest volledige bijdrage voor een poging, om een meer universele classificatiebasis voor de Indische steenkolen tot stand te brengen.

Verdere belangrijke gegevens omtrent het tropische product en zijn ontstaan, dan niet alleen op grond van moderne chemische, doch vooral petrografische analyses, treft men aan in een artikel van Heim en Potonié (1932). De petroleumgeoloog Heim maakte namelijk bij een exploratie van het Midden-Sumatraansche laagland in 1928 tevens een bijkomstige studie van het steenkoolgebied aan de Boven-Singingit (zijrivier van de Kampar Kiri), aan den rand van het westelijk gebergte. Vooral zijn conclusies, op grond van waarnemingen in de huidige oerboschen, gaven een verhelderend beeld over de ontstaansmogelijkheden van de tropische veenlagen, of de voorwaarden voor een humificatie, en de latere typische metamorfosen na de bereikte turfvorming.

In de oerboschen van het zwak heuvelachtige laagland bleken de afgestorven planten en plantdeelen zeer spoedig te vergaan, ten gevolge van de hoge temperatuur en vochtigheid, waardoor de biochemische ontbindingen uitermate versneld worden. Daar het eindproduct het gasvormige koolzuur is, rest niet eens een donkere modderlaag, doch stuit men overal onder het bladerendek op het typische gele, grijze of roode slik, dat zich ook buiten het bosch door verweering vormt. Zelfs in de uitgestrekte zoetwatermoerassen of de overstromingsgebieden der rivieren heeft door den wisselenden waterstand een onvoldoende afsluiting van de lucht plaats, om een duurzame opeenhooping van meer geconserveerd gebleven, afgestorven plantaardig materiaal op te kunnen leveren. Ook dáár vergaat dit

meerendeels tot het karakteristieke verweeringsleem der tropen, dat zeer arm is aan of meestal volkomen vrij van humusbestanddeelen.

Niettemin trof Koorders (1891) langs de Kampar, 90 km uit de kust, een moerasbosch aan met een 9 m dikke laagveenturf. Verder vond von Steiger (1920) bij de Kampar Kanan recente bruinkoolafzettingen van 2 m en meer dikte uit ingekoold hout en wel te midden van laag geboomte, zoodat de vorming nog heden voortduurt. Deze waarnemingen laten zich nu alleen verklaren door een langzame tectonische daling der bewuste gebieden. Dusdanige plaatselijk tot stand komende zakkingen in de jongere Midden-Sumatraansche laagvlakte zijn ook elders gesignaleerd, hoewel juist over het algemeen het geweldig uitgestrekte laagland ten noord-oosten van het Barisangebergte al reeds langen tijd aan een vrij regelmatige rijzing onderhevig is.

Gelijkoortige processen spelen zich tevens af in de brak- en zoutwatermoerassen van de mangrovebosschen aan het kustland. Hier zullen zich weer slechts veenlagen kunnen vormen bij daling van den bodem en geringe getij-verschillen, of afdamming van het moeras tegen de eb- en vloedstromingen. Zoolang nog circulatie van water optreedt, vergaet de plantaardige substantie tot vieze donkere modder. Bovendien speelt bij de humificatie, in het geval van een blijvende onderdompeling, de ventilatie van den bodem een belangrijke rol. Kan deze ongestoord plaats hebben, dan zal desondanks toch alle organische materiaal tot koolzuur oxydeeren.

In dit verband moet het ook veelal aan merkbare afwijkingen in de bodemventilatie van de vroegere diepe zeeën toegeschreven worden, dat eenzelfde, later door hoge lagen overdekt sediment, gedeeltelijk uitgesproken bitumenrijk en oliehoudend, gedeeltelijk arm aan bitumina kan zijn. Hier gaat het dan om een variabele beïnvloeding van het zoogenaamde bitumisatieproces. In de meeste gevallen ontstaat namelijk de aardolie uit planktonische micro-organismen, zoowel plantaardige als dierlijke, door natuurlijke destillatie onder druk.

Hirschi deed aanvullende waarnemingen in het kustland van Noordoost-Borneo. De aldaar aanwezige, eveneens aan waterplanten (groenalgen) rijke mangrove- en palmboschen, zijn door een grootendeels droge zandstrook van de zee gescheiden. Niettegenstaande de getij-verschillen van 3 — 4 m is de ventilatie door de sponzige plantenmassa dusdanig geremd, dat het moeras voornamelijk stagneerend, vies koffiebruin water bevat, waarin een begrensde opzameling van dood plantenmateriaal mogelijk blijft. Verder trof hij in omhoog gekomen pliocene en oud-diluviale lagen tot 10 m dikke, donkerbruine bitumenrijke „kool” afzettingen aan. Daarenboven vond hij jong-diluviale brakwater-veenlagen boven den huidige zeespiegel, waarin nog geconserveerde boomstammen voorkomen. Uit de geconstateerde tusschenlagen van zeeklei en zand valt weer te concluderen, dat het hier om oude kustmoerassen gaat, die vroeger aan een langzame zakking onderhevig waren.

Tenslotte is het kenmerkend voor de Indische humusgesteenten, dat het oligocene of vroeg-tertiaire materiaal reeds hetzelfde inkolingsstadium heeft bereikt als de primaire steenkolen van elders, terwijl de jongere tertiaire afzettingen zich omvormden tot zachte, doch meerendeels bereids oudere of hardere bruinkolen. Daarbij voltrok zich de ontwikkeling in het Indische landschap over het algemeen zonder noemenswaardige drukmetamorfose, zooals bijv. wel het geval was bij de oligocene hardbruinkolen of pekkolen uit het Zuid-Beiersche, sterk opgestuwde randgebied van de Alpen. Ook de gedachte, dat het om chemisch verschillend uitgangsmateriaal zou gaan, laat zich botanisch niet motiveeren en evenmin zijn gegronde redenen aanwezig, om te veronderstellen dat bepaalde zoutoplossingen het humificatie-proces op een bijzondere manier beïnvloed zouden hebben.

Potonié schrijft daarom het een en ander alleen toe aan een veel snellere transformatie van de nog plastische turfmasa in de zachte bruinkool onder tropische omstandigheden, dan in het subtropische of gematigde klimaat. Een duidelijke aanwijzing in deze richting geeft de uitzonderlijk rigoureuze verweering in de heete en vochtige oerboschen, welke dusdanig is gebleken, dat veenvorming slechts dáár mogelijk geweest kan zijn, waar een volledige ontbinding van de plantaardige stoffen door een afdoende afsluiting van de lucht in dieper water voorkomen werd.

Verder concludeerde Heim, op grond van de analyse-resultaten der door hem verzamelde monsters, dat de meer of minder bitumenrijke steenkolen uit het hoogere gedeelte van Midden-Sumatra grootendeels uit zoetwaterplassen ontstonden. Eenzelfde vorming onderging het oud-tertiaire Ombilin-bekken en wel in een plaatselijke verdieping tusschen het toenmalige, sterk vulkanische Barisangebergte. Niettemin zijn uit de grensbanken van de Onder- en Midden-Palembanglagen in Zuid-Sumatra tevens (dus jongere) bruinkoolafzettingen bekend geworden, welke zich in de zee- en brakwatermoerassen van het — gedurende het Mioceen uit diepe zeeën opgezezen — laagland gevormd moeten hebben. Hier gaf vooral het petrografische onderzoek belangrijke aanwijzingen.

In het algemeen vertoonde het oligocene materiaal uit het Boven-Singingit gebied, behalve somwijlen alreeds macroscopisch te onderkennen plantaardige resten, microscopisch waarneembare fijnste plantdeeltjes, die zoowel zeer onregelmatig verspreid, als duidelijk gelaagd voorkwamen in een meer of minder humusrijke grondmasa. In een enkel monster trad een overmaat aan dicht opeengepakte, onregelmatig gevormde strookjes met de kleur van vitriet op, welke sterk vermengd waren met lichtende strookjes en lensjes van kristalhoudend materiaal; de zuivere en doffe vitrietstripjes hadden het uiterlijk van die der Duitsche carbonische steenkolen. Daarnaast vielen meestal weinig sporen, stuifmeelkorrels en harslichaampjes waar te nemen, terwijl cuticula (weefselresten van blad-opperhuidjes) en algen ontbraken. Wel waren donkere bandjes aanwezig, waarbij het vermoedelijk om de fragmenten van hoogere plantaardige celwanden ging, die door een

overmatige zuurstofinwerking vóór hun bezinking en afdekking een donkere kleur aannamen. Bovendien behelsden de monsters zeer fijn verspreide pyrietconcreties en enkele pyrietkristallen van varierende grootte.

Overigens viel weer uit de afwisselende gelaagdheid van dunnere koolbanden met zand- en kleilagen, en wel buiten de eigenlijke massalere steenkoolbanken, af te leiden, dat de oorspronkelijke dikke en meer homogene veenlagen zich pas konden vormen na een langzame zakking van het afzettingsgebied, waardoor dit gedurende langere perioden beneden den toenmaligen waterspiegel daalde. In zooverre leveren de steenkoolformaties dan ook markante aanwijzingen op met betrekking tot de doorgemaakte bewegingen van de aardkorst. Daarbij valt tevens aan de hand van een petrografisch onderzoek van de monsters uit te maken, of de lagen hun ontstaan mogelijk aan zoet- of zoutwatermoerassen te danken hadden.

Verder vindt men in de Midden-Sumatraansche laagvlakte eveneens afzettingen van oudere bruinkool in de Midden-Palembanglagen en van jongere bruinkool of lignieten in de Boven-Palembanglagen, dus resp. stammend uit het Laag- en Hoog-Plioceen. De eerste is bruin, vertoont een matte breuk en bladdert bij droging in dunne schilfers. Reeds met het bloote oog vallen zwarte bladresten, zwak ingekoolde donkere houtdeelen en zeldzamer plat gedrukte boomstammen te constateeren. Onder het microscoop neemt men eenige bladcuticula, kurkweefsels en duidelijke celstructuren van hout, e.d. waar. Bovendien geeft een enkel monster bij verhitting in een oventje een fijne bitumenaanslag, zoodat men hier blijkbaar met een nog onvoltooid mengtype of een saprohumoliet (Potonié, d.i. een overgangsvorm tusschen humoliet en sapropeliet), gevormd uit rottingsslik met ingespoelde bladeren en hout, te doen heeft. Deze heeft dan nog niet de helft van de metamorfosen der oligocene steenkolen doorgemaakt. Wat overigens de hooger gesignaleerde jongere bruinkool betreft, treedt daarin het pas bruïngekleurde hout in slechts weinig veranderde gedaanten op.

Bovendien is de uitslag van het door Müller-Neuglück (1933) verrichte onderzoek met betrekking tot een jong-tertiaire kool uit Zuidoost-Borneo bekend. Het ging daarbij om een hard-bruinkool, die waarschijnlijk uit het Mioceen of een iets oudere periode stamde. Slechts enkele der banken bleken uitgesproken harshoudend te zijn. Dit hars liep dan in dunne adertjes van 0,5—1 cm dikte door de grondmasa heen. Behalve deze harslagen of -insluitels, vertoonde het microscopische beeld veel sporen en sclerotiën (of grootere resten van zwammen) met duidelijke meercellige structuur. De bewuste bitumina lagen ingebed in een vrij amorphe, vitrietachtige grondmasa, welke blijkbaar uit sterk verweerde houtbestanddeelen gevormd werd.

In ieder geval ontbrak de o.m. voor de Europeesche kolen karakteristieke structuur van het duriet en het vitriet. Het geheele beeld was daarom weer kenmerkend voor ons tropische product, waarvan de veenvorming met rigoreuze ontbindingsverschijnselen

gepaard ging, zonder overigens onderhevig te zijn geweest aan noemenswaardige drukinvloeden. Bij een nader onderzoek van het hars bleek dit tevens een reeds vrij hoogen graad van carbonisatie bereikt te hebben. Deze uitkomst was in overeenstemming met de typisch snelle metamorfosen van het overige plantenmateriaal, welke karakteristiek zijn voor het verdere verloop van het Indische inkolingsproces.

Tot slot rest nog de mededeeling, dat Tromp in zijn vroegere publicatie een vijftal microfotogrammen overlegde met betrekking tot enkele Sumatra-

kolen, waaronder een paar Ombilin-monsters. Tevens teekende hij hierbij aan, dat de matte kleur van de bruinkolen of de somwijlen mattere glans van de Indische pekkolen toegeschreven moet worden aan een meer of minder groot harsgehalte (in het algemeen gepaard gaande met een merkbaar percentage aan sapropelium) in de overheerschend uit humusstoffen opgebouwde koolsubstantie. Bovendien nam hij ook in sommige Lematang-banken het door hem genoemde snoerenhars waar, d.i. in den vorm van een zuivere liphtobioliet.

B. Moderne methoden van onderzoek, gericht op een scherpere scheiding tusschen bruinkool en steenkool.

Voor al bij de chemisch jongere humuskolen bleek het niet doenbaar, om hun geaardheid betrouwbaar te karakteriseeren door hun gehalte aan vluchtige bestanddeelen. Wel kan men zich in vele gevallen oriënteren aan de hand van het vochtgehalte (i.c. het mijnwater), resp. den graad van vergruizing, welke maatstaven niettemin nog te dikwijls falen als onomstootelijke criteria. Daarom wordt een veel dieper gaand onderzoek vereischt, dat vooral gericht moet zijn op de verzameling van meer gegevens omtrent de in het product aanwezige humussubstantie.

De humuskolen bestaan namelijk in hoofdzaak uit twee markante stofgroepen, t.w. de humusstoffen en de bitumina, waarbij de eerste quantitatief verreweg overheerschend zijn. Hierbij bleken bij den overgang van bruinkool in steenkool belangrijke veranderingen in de humussubstantie plaats te grijpen, die gekenmerkt zijn door een condensatie van de moleculen der resthumuszuren tot de uiteindelijk in alkaliën onoplosbare huminen, welke het steenkoolstadium karakteriseeren. Aangetekend zij, dat deze resthumuszuren de laatste fase uitmaken van de door verzeeping en afsplitsing — o.m. van gasvormige producten — uit den oorspronkelijken humus gevormde reeks van verbindingen met een zuur karakter.

Bij voortgaande inkoling eener steenkool worden de huminen verder gecondenseerd tot steeds minder reactieve stadia, die vermoedelijk toe te schrijven zijn aan metamorfosen in telkens grootere en moeilijker tot ontleding te brengen molecuulcomplexen. Alleen de relatief nog niet overmatig samengestelde huminen laten zich door voorzichtige oxydatie weer tot „geregenereerde” huminezuren afbreken. Een verminderd vermogen tot vorming van deze levert dan ook een bruikbaren maatstaf op ter beoordeeling van een belangrijke technische eigenschap der brandstof, t.w. met betrekking tot de, in de practijk onder bepaalde omstandigheden tot uiting komende, moeilijkere verbrandbaarheid van de chemisch oudere steenkolen.

Bij droge destillatie van de — uit een bruinkool of een overgangskool geëxtraheerde — humuszuren komt nu een betrekkelijk groote hoeveelheid water vrij; dit is te verklaren door de vorming van anhydriden als colloïdaal uitvlokkingsproduct. Tevens ontwijkt koolzuurgas, ten gevolge van een afbraak

der carboxylgroepen. Onderzoekingen van Podbreznik (1928) e.a. wezen uit, dat deze gasontwikkeling bij 150° C begint; in de buurt van 200° C ligt het maximum, terwijl zij bij ruim 260° C ophoudt. Overigens kunnen de zeer jonge humuskolen tot 15% aan vrije humuszuren (behalve rest-, ook nog lagere humuszuren) bevatten, doch bovendien tot 50% aan reeds tot anhydriden gecondenseerde humussubstantie, welke laatste in huminezuren te regenereren blijven.

Doch bij vordering van het inkolingsproces ontstaan uit de anhydriden steeds ingewikkelder molecuulverbindingen, die niet meer in huminezuren te transformeren zijn. Zij worden pas bij een verhitting boven 300 — 325° C ontleed in koolwaterstoffen van lager moleculair gewicht, welke zich geleidelijk verder splitsen en tenslotte uiteenvallen in methaan, waterstof en elementaire koolstof. De genoemde verschillen in de temperatuur, waarbij de destillatiegassen ontwijken, en wel afhankelijk van de doorge maakte metamorfosen der humusstoffen, leveren dus een zeer bruikbaar criterium op voor een scherpere classificatie.

Hiervan wordt partij getrokken in den recenten electrischen micro-oven (Potonié), welke uit een kort verhittingsbuisje bestaat, waarin een kleine hoeveelheid van het verpoederde brandstofmonster op een daarin opgehangen dekglasje uitgespreid wordt, terwijl een los dekglas boven als afsluiting dient. De temperaturen worden met behulp van een thermoëlement vastgesteld. De beginnende gasontwikkeling openbaart zich, behalve door haar reuk, door een microscopisch waarneembaren aanslag tegen het glazen dekseltje en door veranderingen in het koolmonster. Van af de jongste bruinkolen tot en met de overgangskolen ontwijken de eerste gassen achtereenvolgens tusschen 100° tot 325° C en bij de eigenlijke steenkolen daarentegen pas van 325° C of een merkbaar hoogere temperatuur af, al naar gelang zij een hooger graad van carbonisatie bereikt hebben.

Bovendien kan men de bij toenemende verhitting uitgedreven producten nauwkeuriger, zoowel microscopisch bij sterkere vergrooting, als chemisch met behulp van allerlei reagentia analyseeren, door regelmatig het afdekglas te verwisselen. De weggenomen glaasjes moeten dan van notities over de bijbehorende temperatuurintervallen voorzien zijn. Tevens

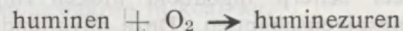
zijn langs dezen weg somwijlen belangrijke gegevens te verzamelen met betrekking tot de samenstelling der aanwezige bitumina.

Niettemin wisten Evans (1924) en Gothan, Pietsch en Petrascheck (1928) reeds vroeger gemakkelijker te bepalen criteria in te voeren. Zij differentieerden allereerst de bruinkolen in klassen en wel op grond van hun macroscopische uiterlijk en bijzondere physische karakteristieken. Overigens kunnen de, in hun substantie aanwezige, vrije humuszuren in alkaliën opgelost worden. Zoo zal bij een extractie met gecalcineerde soda of natriumcarbonaat (Na_2CO_3) het oplosmiddel door deze geel tot roodbruin gekleurd worden; bij behandelings eener steenkool blijft dit glashelder. De reeds tot anhydriden gecondenseerde humuszuren zijn dan verder te extraheeren met behulp van bijtende soda of natriumhydroxyde (NaOH), waarbij de hierdoor geregenereerde huminezuren het oplosmiddel donker tot lichtbruin kleuren; pas bij een hooger gecarboniseerde steenkool zal dit weer kleurloos blijven, aangezien haar huminen zich langs dezen weg niet meer laten oxydeeren. De proeven worden uitgevoerd in een waterbad bij 100°C . Toch is het een groot bezwaar, dat de optredende kleurgradaties slechts subjectief te beoordeelen zijn.

Daarom werd door Potonié een veel nauwkeuriger colorimetrische werkwijze ontwikkeld, berustende op een vergelijking van de verkregen oplossing met een standaardoplossing van dichtbijkomende kleur. Hiervoor wordt bijv. bij de Donath'sche salpeterzuurreactie (HNO_3) gebruik gemaakt van een voorgeschreven oplossing van kaliumbichromaat en bij de kaliloogproef (KOH) van een voorgekookte oplossing met zuiver humuszuur (*acidum huminum*) van de firma Merck. Vanzelfsprekend is dan een allereerste eisch, dat men de experimenten met volkomen gelijke, precies afgewogen hoeveelheden van het steenkoolpoeder en het te benutten oplosmiddel verricht. Gemeten wordt de vloeistofhoogte van het afkooksel, welke bij doorzicht met een colorimeter dezelfde kleur vertoont als een 1 mm hoog vloeistofzuiltje van de standaardoplossing. De zoodanig bepaalde grootste waarden beantwoorden dus aan de zwakste humuszuuroplossingen.

De geschetste methoden zijn o.m. door Heim in zijn publicatie van 1932 uitvoeriger beschreven. Tevens is dit artikel van belang om de erin overgelegde resultaten, met betrekking tot dergelijke gedetailleerde analyses van enkele in Midden-Sumatra verzamelde bruinkool- en steenkoolmonsters. Zij leverden een duidelijk beeld op omtrent de hier voorkomende overgangsvormen en het meer of minder groote gehalte aan bitumen in de Indische humuskolen of humolieten. Een hooger sapropeliumgehalte geeft daarbij aanwijzingen, dat voor de betreffende afzettingen, naast een humificatie van de hooger georganiseerde moeras- en landplanten, ook tijdelijk de vorming van overmatig rottingslik (uit wieren, stuifmeelkorrels en micro-organismen) in het bezinsel van stagneerende plassen, een rol bij hun ontstaan moet hebben gespeeld; men spreekt in dat geval van saprohumolieten.

Te dezer plaatse rest nog de behandeling van een door Kreulen (1935) ingevoerde quantitatieve analyse-methode. Hij rekent namelijk de activiteit van een brandstofsoort tot een van de belangrijkste eigenschappen, welke haar technische bruikbaarheid bepalen. Onder activiteit is dan te verstaan: de opbrengst aan reactiestoffen bij een constant reageerend oppervlak, gedurende een bepaalden tijd en bij constante temperatuur. In de stooktechniek is bijv. de activiteit ten opzichte van de lucht van beteekenis. Nu bleek uit de hoogerstaande beschouwingen, dat bij voortgaande inkoling de humussubstantie steeds minder reactieve stadia bereikt. Daarom kan men de activiteit van de chemische verbinding:



als grondslag nemen voor een classificatie met behulp van de huminezuurkrommen, waarbij de veranderlijkheid van deze zeer nauw verband houdt met het algemeene karakter van de kool.

Aangezien het resultaat van een zoodanig onderzoek in de eerste plaats afhankelijk is van de grootte van het aan de reactie deelnemende oppervlak, dient men het monster vooraf goed fijn te stampen en daarna te briketteeren. Door pas dit homogeen materiaal voorzichtig te verkleinen en op een voorgeschreven korrelgrootte, d.i. met bekende oppervlakte, uit te zeven, zal deze fractie ook practisch, wat betreft haar petrografische samenstelling, niet van de gemiddelde compositie van de brandstof afwijken. 1 cm^3 van de korrels wordt in een aluminiumblok gelijkmatig over 20 cm^2 uitgespreid en dit met een aan te klemmen deksel hermetisch afgesloten, nadat het tevoren tot de gewenschte temperatuur is verhit. Bij verder volkomen constant te houden temperatuur wordt gedurende een half uur een langzame zuurstofstroom over de korrels gevoerd. Hierna wordt het gruis verwijderd en chemisch nauwkeurig geanalyseerd op de hoeveelheid door oxydatie gevormde huminezuren.

Herhaalt men deze proef bij verschillende temperaturen, dan is langs dezen weg het activiteitsverloop, van af het begin van de vorming van geregenereerde huminezuren, tot aan de ontbrandingstemperatuur van de koolsubstantie, volkomen bepaald. Omdat het hier voornamelijk gaat om het vaststellen van de nieuw gevormde huminezuren, is natuurlijk een gelijksoortig chemisch onderzoek met een niet verhit gruismonster te verrichten, wil men het gehalte aan vrije humuszuren leeren kennen, dat dus van de andere proefresultaten afgetrokken dient te worden. Op deze manier vindt men de huminezuurtemperatuur karakteristieken, welke voor de minder volledig gecarboniseerde steenkolen, met een hoog gehalte aan nog oxydeerbare huminen, steiler naar boven zullen verlopen.

Om de bewuste karakteristiek met een getal weer te geven, kan een benaderingsfactor ingevoerd worden door eenige typische punten van de kromme in een formule samen te vatten. Nu langdurige studies kwam Kreulen tot poneering van den door hem genoemden huminezuurfactor, welken hij definieerde als:

het product van de activiteit of huminezuurvorming bij 240°C en den temperatuurcoëfficiënt

der activiteit in het gebied van de maximale huminezuurvorming, d.i.

$$H_{\text{factor}} = \frac{H}{240^\circ} \frac{10^\circ \text{ beneden } T_{\text{max}} - H}{10} \frac{20^\circ \text{ ben. } T_{\text{max}}}{10}$$

Aan de hand van gedetailleerde onderzoeken op een 80-tal verschillende steenkooltypes uit de meest verspreide gedeelten der aarde, constateerde Kreulen, dat de gestelde huminezuurfactor van 0 tot 360 varieert. Vooral verrassend was toen het uitgewerkte resultaat, dat bij een rangschikking van de onderhavige steenkolen volgens dezen factor, zij tevens zeer scherp ingedeeld bleken volgens hun vercooksingseigenschappen. Deze opvallende samenhang is tabellarisch als volgt weer te geven:

Huminezuurfactor	Cokesgesteldheid
360 — 200	zanderig
200 — 120	zanderig, met smeltingen
120 — 50	gesmolten
50 — 5	gesmolten en opgezwollen
5 — 1	overgang naar poeder
beneden 1	poedervormig

C. De belangrijkste karakteristieken der Indische steenkolen.

In de figuren 13 tot en met 22 is het verloop van de belangrijkste eigenschappen der Nederlandsch-Indische steenkolen grafisch weergegeven. De daarin uitgestippelde analyse-waarden hebben meerendeels betrekking op hier te lande uitgevoerde onderzoeken, t.w. door het Laboratorium voor Delfstoffenonderzoek van den Dienst van den Mijnbouw te Bandoeng en door de laboratoria van de Ombilin- en Boekit Asem-mijnen, resp. te Sawah Loento en Tandoeng Enim. Het eerste verricht, sedert de oprichting van 's Lands brikettenfabriek te Tandoeng Priok, regelmatig de technische analyses van de aldaar verwerkte gruisnootjeskolen van 0/25 mm, momenteel slechts afkomstig van de beide genoemde Sumatraansche kolenvelden, doch vroeger tevens van de toenmaals nog in exploitatie zijnde Poeloe Laoetmijn, Z.O.-Borneo. Bovendien ontvangt het Laboratorium voor Delfstoffenonderzoek periodiek monsters van particuliere mijnbedrijven of -concessies, die somwijlen de opdracht gaven tot uitvoering van aanvullende bijzondere analyses.

Men had dan ook de beschikking over een voldoende aantal gegevens, om daaruit alreeds enkele samenvattende karakteristieken voor het Indische materiaal te kunnen opbouwen, welke een meer overzichtelijke en algemeene classificatie mogelijk maken. De benutte analyse-resultaten werden geput uit de registers van genoemd Laboratorium en uit de bij den Dienst van Mijnbouw te Bandoeng berustende maandverslagen van de Ombilin- en Boekit Asem-mijnen. Hier is een woord van dank verschuldigd aan allen die daarbij hun volle medewerking verleenden, met name:

het Hoofd van den Dienst van den Mijnbouw:

Verder stond de huminezuurfactor in zeer nauw verband met het gehalte aan gebonden water, de verbrandingswarmte, de opbrengst aan oorteer en met de elementaire samenstelling van de steenkool. Men zou daarom evengoed de laatstgenoemde grootheden voor een wetenschappelijke classificatie kunnen benutten, ware het niet, dat de nauwkeurigheid hunner analysewaarden door een somwijlen zeer merkbare spreiding te wenschen overlaat. Bovendien bleken meer in het bijzonder de gedragingen van de overgangskolen, tusschen bruinkool en steenkool, in belangrijke mate medebepaald te zijn door het fractionnele gehalte der nog aanwezige *vrije* humuszuren.

Ook Kreulen constateerde weer de ontoereikendheid van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen als betrouwbaren grondslag voor een classificatie. Niettemin bleek dit criterium voor twee speciale eigenschappen van de steenkool maatgevend, n.l. voor de temperatuur, waarbij de ontgassing haar maximum bereikt en voor de neiging tot explosie van het koolpoeder. Op grond van dezen typischen samenhang is het vermoeden gewettigd, dat poederkool-explosies steeds door gasexplosies ingeleid worden.

Ir. W. Hollenman en het Hoofd van de afdeeling Technisch Economische Adviezen Mijnbouw: Ir. A. van Hoek,

het Hoofd van het Laboratorium voor Delfstoffenonderzoek: Ing. A. F. W. Freusberg,

het Hoofd van den Technischen Dienst der Koninklijke Paketvaart Mij.: Ir. Y. A. Kuipers, het Hoofd van de N. V. Steenkolen Mij. „Parapattan”: A. D. Vas Diaz en de Hoofdadministrateur van de N. V. Oost-Borneo Maatschappij: J. Torlij.

De laatstgenoemde heeren hadden geen enkel bezwaar tegen een bewerking van de bij den heer Freusberg berustende gegevens betreffende de onder hun leiding ontgonnen Borneo-kolenvelden.

Overigens waren vooral de zeer uitvoerige analyses van Ing. D. J. W. Kreulen uit Utrecht van onschatbare waarde. De door hem verkregen resultaten werden ontleend aan diens boekwerk: „Grundzüge der Chemie und Systematik der Kohlen”, Amsterdam 1935. Het ging daarbij om een serie monsters uit de lagen A en C van het Boekit Asemveld; zij werden op vrijwel gelijkmatige afstanden verzameld uit deze in dagbouw ontgonnen banken en respectievelijk genummerd van A 1 t/m A 7 en C 1 t/m C 16. In hun plaatselijke opeenvolging bleken zij een sterk wisselenden graad van inkoling bereikt te hebben.

Wat betreft de in dit verslag van hem overgenomen karakteristieken, werd daarvoor een nieuwe nummering van 1 t/m 23 der onderhavige monsters ingevoerd en wel in de rangorde van een afnemend gehalte aan vluchtige bestanddeelen, d.i. globaal

volgens hun geleidelijk stijgenden graad van carbo-nisatie. Het verband tusschen beide notaties is schematisch:

$\frac{C7}{1}$	$\frac{C2}{2}$	$\frac{C6}{3}$	$\frac{C3}{4}$	$\frac{C4}{5}$	$\frac{C10}{6}$	$\frac{C1}{7}$	$\frac{C8}{8}$	$\frac{C9}{9}$	$\frac{C5}{10}$
$\frac{C11}{11}$	$\frac{C12}{12}$	$\frac{C13}{13}$	$\frac{C14}{14}$	$\frac{A1}{15}$	$\frac{C15}{16}$	$\frac{A2}{17}$	$\frac{A3}{18}$	$\frac{A4}{19}$	
$\frac{A5}{20}$	$\frac{C16}{21}$	$\frac{A6}{22}$	en $\frac{A7}{23}$						

Het uiterlijke voorkomen der onderzochte 23 stuks Boekit Asem-monsters was als volgt:

- no. 1: een weinig glanzend,
 nos. 2 — 3 — 4 — 5 — 7: mat met enkele glanzende lagen,
 nos. 6 — 8 — 9: het midden tusschen mat en glanzend,
 nos. 10 — 11 — 12 — 13 — 14 — 16 — 21: glanzend,
 nos. 15 — 17 — 18 — 19 — 20: zeer sterk glanzend, pekachtig,
 no. 22: ruwe natuurlijke cokes met weinig poriën,
 no. 23: natuurlijke cokes met vele en groote poriën.

Verder was de steenkool, met uitzondering van de proeven 2 — 3 — 4 — 5 — 7, van uitgesproken homogene structuur. De kenmerkend matte of glanzende nuanceering werd dan ook niet door duriet of vitriet beheerscht, doch alleen door een meer of minder hoogen graad van inkoling. Er had geen bijzonder petrografisch onderzoek plaats, om nader uit te kunnen maken, of zich bij de bewuste tropische steenkolen feitelijk wel een duidelijke macroscopische — of zelfs microscopische — scheiding tusschen de componenten duriet en vitriet voordoet, zooals die meestal karakteristiek is voor de elders aangetroffen carbonische kolen (lamellaire humuskool). Bovendien viel in geen enkel monster fusiet waar te nemen. Daarentegen vond men echter markante aanduidingen, dat de substantie een groote hoeveelheid sporen van schimmelzwammen bevatte, terwijl ook de laatste dikwijls bestendigd bleven in den vorm van sclerotien.

De fig. 13 a-c en 14 a-c behelzen nu de resultaten van het onderzoek naar de stookwaarde, resp. het water- en aschgehalte van de Indische steenkolen en wel op de basis van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen in percenten van de zuivere kool. Aangezien in het laboratorium de bepaling van de gehalten aan vluchtige bestanddeelen, aan gebonden water en aan asch, resp. van de calorische waarde of de verbrandingswarmte, steeds plaats heeft met betrekking tot het luchtdroge monster, moesten voor de samenstelling van de overgelegde grafieken de noodige omrekeningen uitgevoerd worden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de door M u c k in diens handboek opgenomen formules, t.w.:

$$z.k. = 100 - (A + W),$$

$$v.b. = \frac{100}{100 - (A + W)} \cdot V.B.,$$

$$h_c = \frac{100}{100 - (A + W)} \cdot (H_c + 6 W),$$

$$h_o = h_c - 54 h,$$

waarin:

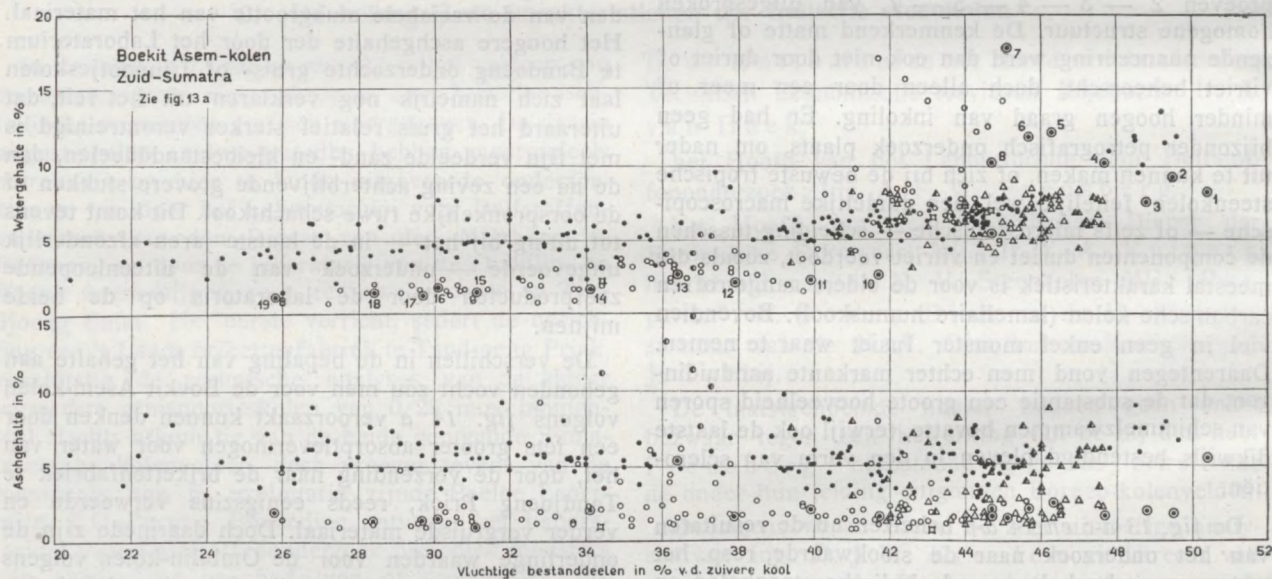
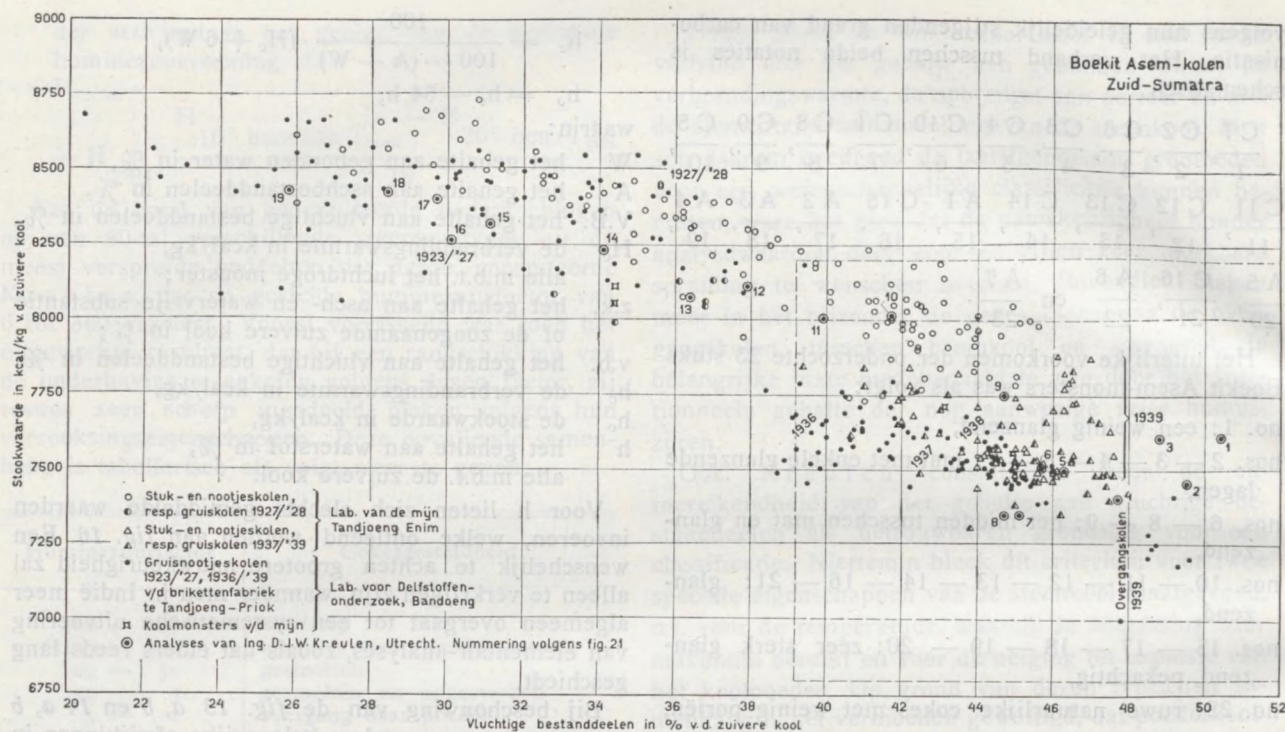
- W het gehalte aan gebonden water in %,
 A het gehalte aan aschbestanddeelen in %,
 V.B. het gehalte aan vluchtige bestanddeelen in %,
 H_c de verbrandingswarmte in kcal/kg, alle m.b.t. het luchtdroge monster;
 z.k. het gehalte aan asch- en watervrije substantie of de zoogenaamde zuivere kool in %;
 v.b. het gehalte aan vluchtige bestanddeelen in %, de verbrandingswarmte in kcal/kg,
 h_c de stookwaarde in kcal/kg,
 h het gehalte aan waterstof in %, alle m.b.t. de zuivere kool.

Voor h lieten zich slechts gemiddelde waarden invoeren, welke ontleend werden aan fig. 16. Een wenschelijk te achten grootere nauwkeurigheid zal alleen te verkrijgen zijn, wanneer men in Indië meer algemeen overgaat tot een systematische uitvoering van elementair-analyses, zooals dat elders reeds lang geschiedt.

Bij beschouwing van de fig. 13 a, b en 14 a, b constateert men meerdere belangrijke afwijkingen in de uitkomsten van de verschillende laboratoria, die slechts gedeeltelijk toe te schrijven zijn aan invloeden van de variabele stukgrootte van het materiaal. Het hoogere aschgehalte der door het Laboratorium te Bandoeng onderzochte gruis- of fijnnootjeskolen laat zich namelijk nog verklaren uit het feit, dat uiteraard het gruis relatief sterker verontreinigd is met fijn verdeelde zand- en kleibestanddeelen, dan de na een zeving achterblijvende grovere stukken of de oorspronkelijke ruwe schachtkool. Dit komt tevens tot uiting bij het — in de laatste jaren afzonderlijk uitgevoerde — onderzoek van de uiteenlopende zeefproducten door de laboratoria op de beide mijnen.

De verschillen in de bepaling van het gehalte aan gebonden vocht zou men voor de Boekit Asem-kolen volgens fig. 14 a veroorzaakt kunnen denken door een iets grooter absorptievermogen voor water van het, door de verzending naar de brikettenfabriek te Tandjoeng Priok, reeds eenigszins verweerde en verder vergruisde materiaal. Doch daarmee zijn de onderlinge waarden voor de Ombilin-kolen volgens fig. 14 b in tegenspraak, welke juist door het Laboratorium te Bandoeng kleiner vastgesteld werden. Hier is dan ook het vermoeden gewettigd, dat de luchtdroging in de drie laboratoria niet volkomen overeenkomstig geschiedt, waarbij behalve de temperatuur, ook de waterdampspanning of relatieve vochtigheid in de droogstoof streng genormaliseerd dienen te worden.

Van meer ingrijpenden invloed op de eindresultaten zijn echter de verschillen in het gehalte aan vluchtige bestanddeelen volgens fig. 13 a. In het algemeen liggen de door het Laboratorium te Bandoeng bepaalde waarden merkbaar lager dan die, welke door het laboratorium te Tandjoeng Enim opgegeven werden. Dit moge in geringe mate te wijten zijn aan afwijkingen in de stukgrootten of



aan den verweeringsduur, doch moet hoofdzakelijk verklaard worden uit ongelijkheden in de uitvoering van de zogenaamde kroesproef. Zeer opvallend is daarentegen de mooie overeenstemming tusschen de onafhankelijk van elkaar verkregen uitkomsten voor de Ombilin-kolen volgens fig. 13 b.

In het Laboratorium te Bandoeng geschiedt de verhitting met behulp van een Mekerbrander met breed gloei-rooster. Daarbij laat de heer Freusberg allereerst 1 min voorwarmen met een kleineren en laag gestelden brander en pas nadien 5 — 6 min verhitten met den normalen en hoog geplaatsten brander, bij een afstand tusschen brandertop en

kroesbodan van ca 2 cm. Het ontwijken van slechts lichtbruine dampen geeft een aanwijzing, dat door deze werkwijze geen vaste kooldeeltjes — als gevolg van een versproeiing van het nog niet tot cokes samengesinterde poeder — door de inleidende gematigde gasontwikkeling meegesleurd worden. Bij direct felle verwarming zou men met de eerste teerdampen tevens vaste deeltjes uitdrijven, zich uitend in een aanvankelijke zwartkleuring van den opstijgenden walm. Hierdoor zou een gewichtsverlies aan vaste koolstof optreden, d.i. een oogenshijnlijk grooter gehalte aan vluchtige bestanddeelen.

Een bedekking van het koolpoeder met ca 10 mg

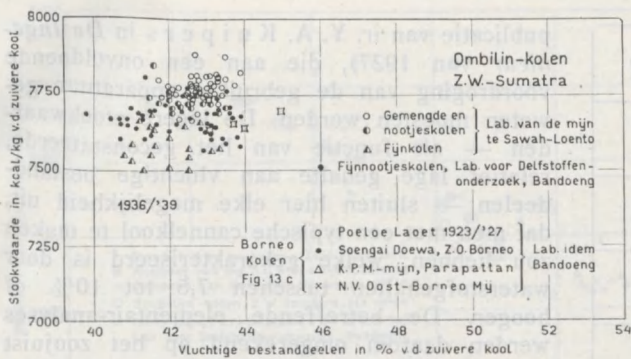


Fig. 13b.

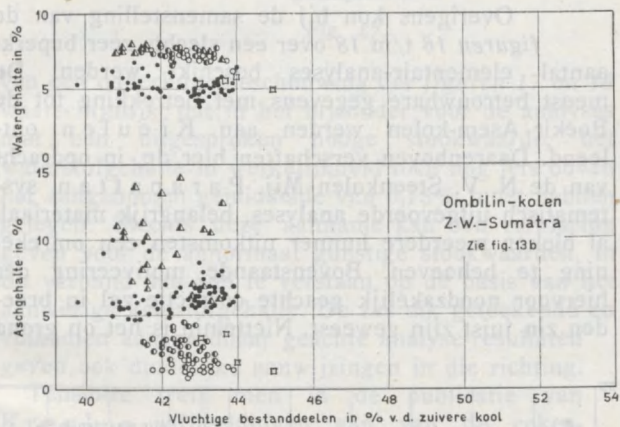


Fig. 14b.

uitgegloeid en fijn zand geeft blijkbaar geen voldoende waarborg tegen dit euvel. De recente normaal-voorschriften hebben namelijk dit hulpmiddel laten vervallen en poneeren voor de gasrijke, matig of niet bakkende kolen, de inleidende verwarming met een kleine vlam of laag gestelden brander. Tevens zijn de branderconstructie en het gasverbruik, resp. de gasdruk, nauwkeurig omschreven, opdat men de grootst mogelijke zekerheid heeft, dat steeds dezelfde uiterste destillatietemperatuur verwelkelijkt wordt.

Omtrent den invloed van deze laatste op het eindresultaat moge verwezen worden naar fig. 22, welke zeer duidelijk de noodzaak aantoont, om vooral met betrekking tot de kroesproef naar een gedetailleerde overeenstemming in de werkwijzen van de verschillende laboratoria te streven.

In dit verband geeft onderstaand voorbeeld van een vergelijkende analyse tusschen Bandoeng en Tandjoeng Enim meer reële aanwijzingen. Het betrof daarbij eenzelfde poedermonster uit de Bilaag van de Boekit Asem-mijn (reg. No. 1096/1939), welks onderzoek de volgende resultaten opleverde:

	Tandjoeng Enim	Bandoeng
Vocht.....	2,20 %	4,50 %
Asch.....	1,20 %	1,19 %
Vluchtige bestanddeelen.....	42,20 %	39,20 %
Vaste koolstof.....	54,40 %	55,11 %
Calorisch effect....	7 714 kcal/kg	7 564 kcal/kg

of met betrekking tot de zuivere kool:

Vluchtige bestanddeelen.....	43,7 %	41,6 %
Stookwaarde.....	rm 8 000 kcal/kg	ca 8 050 kcal/kg

Het frappante verschil van 2,1% tusschen de beide onafhankelijk van elkaar vastgestelde gehalten aan vluchtige bestanddeelen, markeert zeer bevredigend de orde van grootte van de algemeene afwijkingen in de grafische voorstelling volgens fig. 13 a. Zij zullen grotendeels aan de voorzichtiger verhitting in het Laboratorium te Bandoeng toegeschreven moeten worden, al kan mogelijk een iets lagere vlamtemperatuur, hetzij door een lagere druk of door een minderwaardiger calorisch effect van het gas ter plaatse, van eenigen invloed geweest zijn. In ieder geval lopen de uitkomsten van de beide genoemde laboratoria nog te veel uiteen, om als gemeenschappelijke basis voor een scherpere classificatie te kunnen dienen. De resultaten van Kreulen's

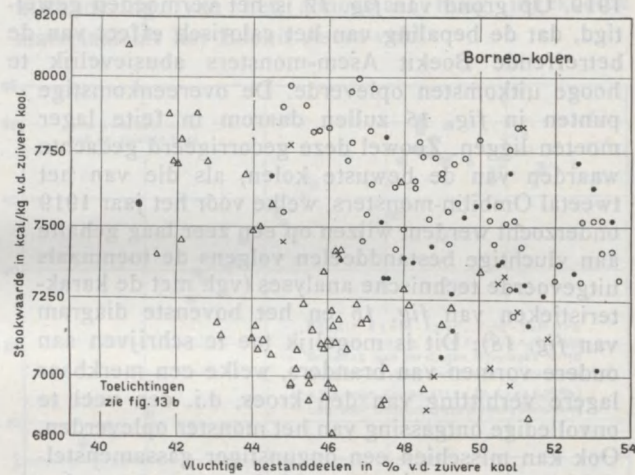


Fig. 13.

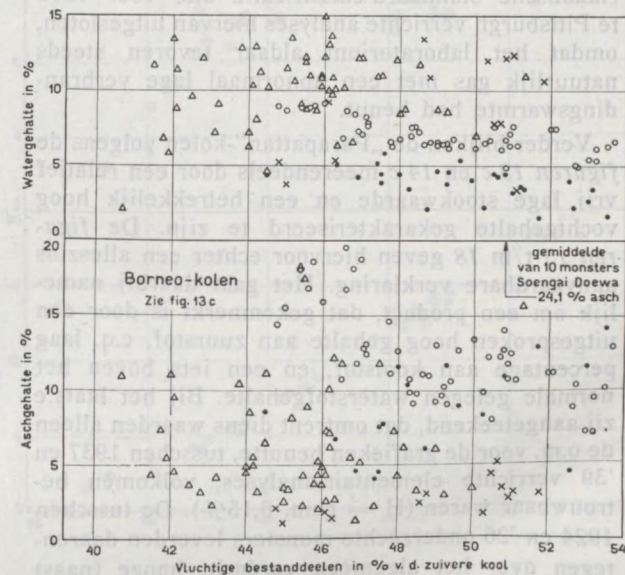


Fig. 14c.

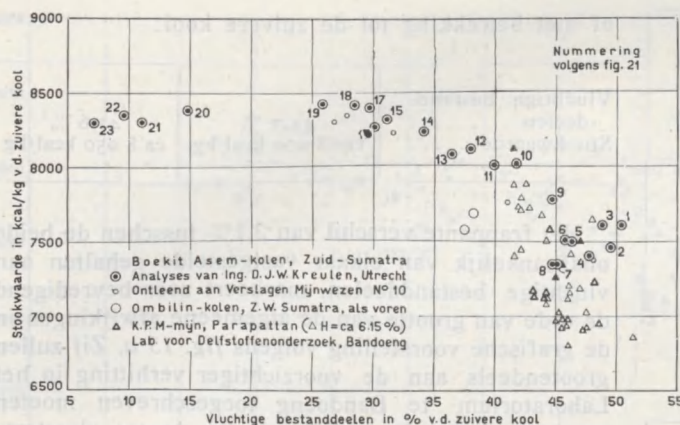


Fig. 15.

analyses houden ongeveer het midden tusschen die van de Indische onderzoekingen.

Hier ware tevens een opmerking te maken bij de volgende figuren 15 en 17, aangaande de daarin verwerkte analyses, welke ontleend werden aan het Verslag No. 10 van den Dienst van het Mijnwezen, 1919. Op grond van fig. 17 is het vermoeden gewettigd, dat de bepaling van het calorisch effect van de betreffende Boekit Asem-monsters abusievelijk te hoge uitkomsten opleverde. De overeenkomstige punten in fig. 15 zullen daarom in feite lager moeten liggen. Zoowel deze gecorrigeerd gedachte waarden als de bewuste kolen, als die van het tweetal Ombilin-monsters, welke vóór het jaar 1919 onderzocht werden, wijzen op een zeer laag gehalte aan vluchtige bestanddeelen volgens de toenmaals uitgevoerde technische analyses (vgl. met de karakteristieken van fig. 16 en het bovenste diagram van fig. 18). Dit is mogelijk toe te schrijven aan oudere vormen van branders, welke een merkbaar lagere verhitting van den kroes, d.i. een veel te onvolledige ontgassing van het monster opleverden. Ook kan misschien een ongunstiger gassamenstelling een rol hebben gespeeld. In verband met het laatste werden bijv. bij opstelling van de Amerikaansche standaard-classificatie alle vóór 1913 te Pittsburgh verrichte analyses hiervan uitgesloten, omdat het laboratorium aldaar tevoren steeds natuurlijk gas met een abnormaal lage verbrandingswarmte had benut.

Verder blijken de „Parapattan“-kolen volgens de figuren 13 c en 14 c meerendeels door een relatief vrij lage stookwaarde en een betrekkelijk hoog vochtgehalte gekarakteriseerd te zijn. De figuren 15 t/m 18 geven hiervoor echter een alleszins aanvaardbare verklaring. Het gaat daarbij namelijk om een product, dat gekenmerkt is door een uitgesproken hoog gehalte aan zuurstof, c.q. laag percentage aan koolstof, en een iets boven het normale gelegen waterstofgehalte. Bij het laatste zij aangetekend, dat omtrent diens waarden alleen de o.m. voor de grafieken benutte, tusschen 1937 en '39 verrichte elementair-analyses, volkomen betrouwbaar waren ($H = \text{gem. } 6,15\%$). De tusschen 1924 en '26 onderzochte monsters leverden daarentegen over het algemeen verdacht hoge (naast enkele onverklaarbaar lage) uitkomsten op (zie de

publicatie van ir. Y. A. Kuipers in *De Ingenieur* van 1927), die aan een onvoldoende vóórdring van de gebruikte apparatuur geweten moesten worden. De lagere stookwaarden — als functie van het geconstateerde, relatief lage gehalte aan vluchtige bestanddeelen — sluiten hier elke mogelijkheid uit, dat men met een typische cannelkool te maken zou hebben, welke gekarakteriseerd is door waterstofgehalten tusschen 7,5 tot 10% of hooger. De betreffende elementair-analyses werden daarom omgerekend op het zoojuist gesignaleerde, gemiddelde waterstofgehalte van ca 6,15%.

Overigens kon bij de samenstelling van de figuren 16 t/m 18 over een slechts zeer beperkt aantal elementair-analyses beschikt worden. De meest betrouwbare gegevens met betrekking tot de Boekit Asem-kolen werden aan Kreulen ontleend. Daarenboven verschaften hier de, in opdracht van de N. V. Steenkolen Mij. Parapattan systematisch uitgevoerde analyses, belangrijk materiaal, al bleken meerdere hunner uitkomsten een omrekening te behoeven. Bovenstaande motiveering der hiervoor noodzakelijk geachte correctie zal in breeden zin juist zijn geweest. Niettemin is het op grond

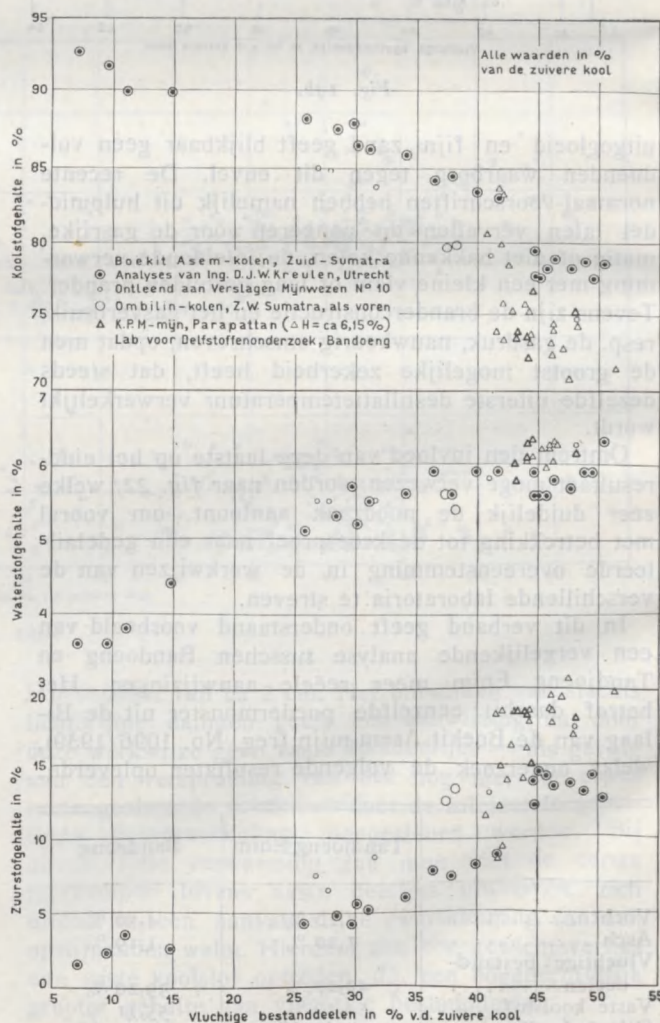


Fig. 16.

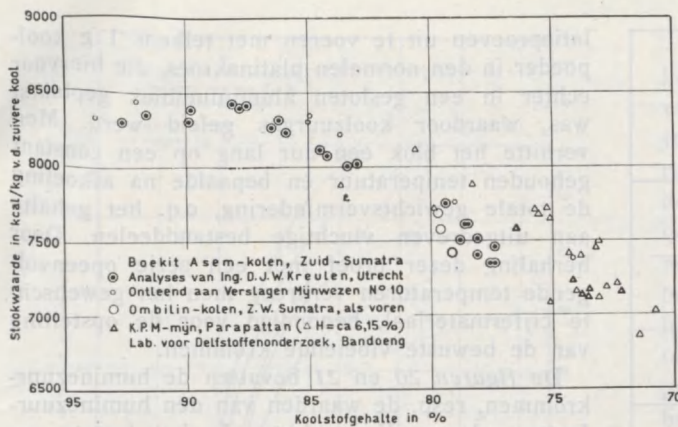


Fig. 17.

van een onderlinge beschouwing der figuren 17 en 18 waarschijnlijk, dat in het bijzonder voor de analyses met een uitgesproken hoge stookwaarde, het waterstofgehalte in werkelijkheid toch nog iets boven het aangenomen gemiddelde van 6,15% moet hebben gelegen. Slechts deze aanname kan een verklaring geven voor de abnormaal gunstige stookwaarden, in dit verband dan wel te verstaan op de basis van het aanwezige koolstofgehalte. De zes dik geteekende en volkomen aanvaardbaar geachte analyse-resultaten geven ook duidelijke aanwijzingen in die richting.

Tenslotte treft men in de publicatie van Kreulen afbeeldingen aan van de cokeskoekjes, die tijdens de volledige destillatie der door hem onderzochte monsters Boekit Asem-kool als vast residu achterbleven. Bovendien gaf hij van de gesteldheid der onderhavige cokesproducten de volgende omschrijving (vgl. met de figuren 13 a, 15 en 21):

nos. 1 t/m 8: zanderig, met smeltingen, waarvan de nos. 1 — 5 — 6 met een iets betere samensmelting van het beheel,

no. 9: hard, gesmolten,

nos. 10 t/m 18: uitgesproken samengebakken en opgezwollen,

no. 19: hard, gesmolten en opgezwollen,

nos. 20 t/m 23: poedervormig.

De zeer gelijkmatige Ombilin-kolen (zie fig. 13 b) leveren een bruikbare cokes bij zeer fijne vermaling en aanstamping van het gruis in vochtigen toestand tot een vasten koek. Deze laat zich slechts tot een dóór en dóór gare cokes carboniseeren bij kleine breedte van de ovens, d.w.z. bij volledige inwerking van de hoge temperaturen en een langeren duur van het proces (van der Ham, 1920). Tevens laat zich uit Tromp's publicatie van 1924 afleiden, dat ook de Poeloe Laoet-kolen met gasgehalten van 45 — 50%, resp. stookwaarden tusschen ca 7 600 — 7 700 kcal/kg, nog zeer bevredigende smelttingseigenschappen bezaten, zie fig. 13 c. Daarentegen mag van de overige Borneo-kolen verwacht worden, dat deze meerendeels een matig tot slecht gesinterde cokes produceeren.

In ieder geval is uit het een en ander te concluderen, dat de goed bakkende Indische kolen uit het Tertiair een veel hoger gehalte aan

vluchtige bestanddeelen hebben, dan de goed bakkende carbonische kolen van elders. Toch leerden meer recente onderzoekingen op dit gebied, dat een vaste, sterk gebakken en opgezwollen cokes alleen verkregen wordt uit steenkolen met geen merkbaar grooter gehalte aan gebonden water dan 2,5%. Hiervoor vindt men een opvallende bevestiging in de nos. 17 t/m 10 van Kreulen, met gasgehalten tusschen 29,7 en 41,7% (zie fig. 14 a). Bij een verdere toeneming van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen, c.q. het gehalte aan gebonden water, moet een harder cokesproduct verwacht worden, hetgeen in den beginne nog volledig gesmolten — hoewel alreeds gescheurd — is, doch dat vrij spoedig afzonderlijke samensinteringen vertoont naast een aangroeiend percentage van los en zanderig residu. In feite gaat het hierbij om jongere of zoogenaamde overgangskolen, gekenmerkt door de aanwezigheid van vrije humuszuren, tot welken rang practisch alle Indische „steen” kolen behooren (zie figuren 14 b en c), met uitzondering van het abnormaal hoog ingekoolde materiaal uit het Boekit Asem-veld.

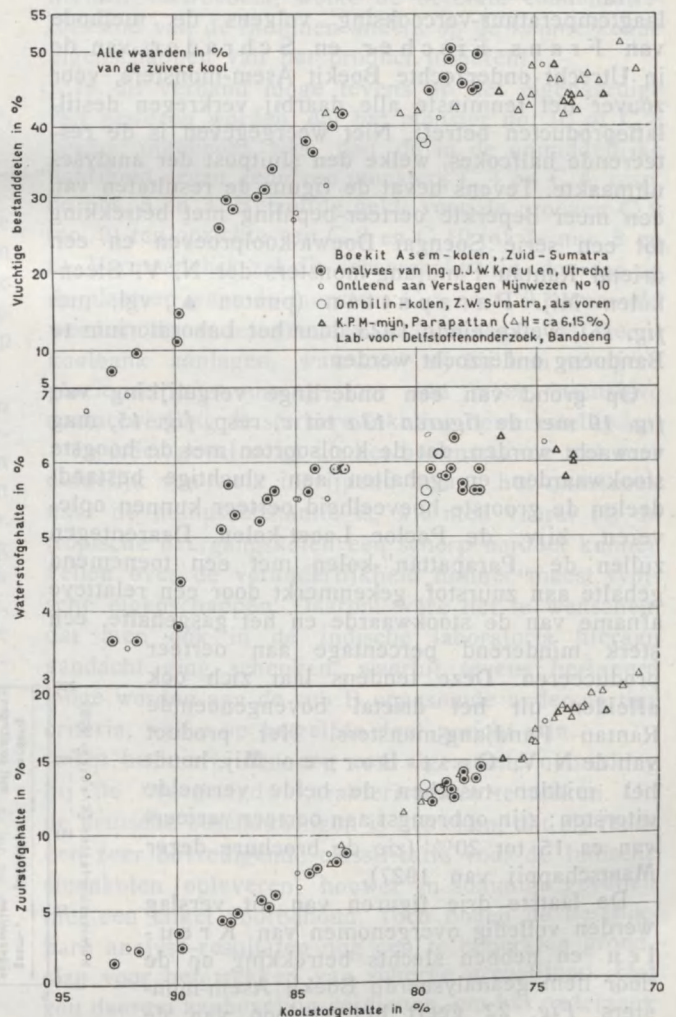


Fig. 18.

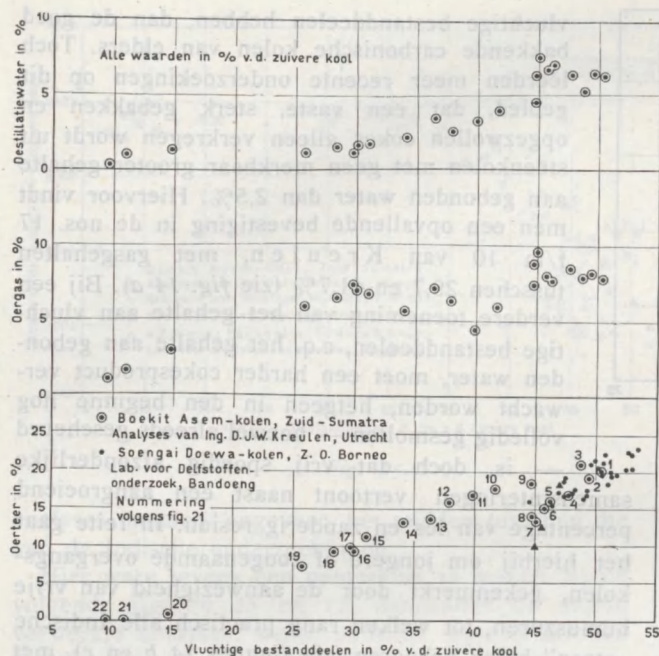


Fig. 19.

Fig. 19 behelst de uitkomsten van een complete laagtemperatuur-vercooking volgens de methode van Frans Fischer en Schrader van de in Utrecht onderzochte Boekit Asem-monsters, voor zoover het tenminste alle daarbij verkregen destillatieproducten betreft. Niet weergegeven is de resterende halfcokes, welke den sluitpost der analyses uitmaakte. Tevens bevat de figuur de resultaten van een meer beperkte oorteer-bepaling met betrekking tot een serie Soengai Doewa-koolproeven en een drietal Rantau Pandjang-monsters der N. V. Steenkolen Mij. Parapattan (punten ▲, vgl. met fig. 15), welke einde 1923 door het Laboratorium te Bandoeng onderzocht werden.

Op grond van een onderlinge vergelijking van fig. 19 met de figuren 13a tot c, resp. fig. 15, mag verwacht worden, dat de koolsoorten met de hoogste stookwaarden en gehalten aan vluchtige bestanddeelen de grootste hoeveelheid oorteer kunnen opleveren, bijv. de Poeloe Laoet-kolen. Daarentegen zullen de „Parapattan”-kolen met een toenemend gehalte aan zuurstof, gekenmerkt door een relatieve afname van de stookwaarde en het gasgehalte, een sterk minderend percentage aan oorteer produceeren. Deze tendens laat zich ook afleiden uit het drietal bovengenoemde Rantau Pandjang-monsters. Het product van de N. V. Oost-Borneo Mij. houdt het midden tusschen de beide vermelde uitersten; zijn opbrengst aan oorteer varieert van ca 15 tot 20% (zie de brochure dezer Maatschappij van 1927).

De laatste drie figuren van dit verslag werden volledig overgenomen van Kreulen en hebben slechts betrekking op de door hem geanalyseerde Boekit Asem-monsters. Fig. 22 geeft het verloop van de ontgassing bij verschillende temperaturen. Dit liet zich vaststellen door meerdere destil-

latieproeven uit te voeren met telkens 1 g koolpoeder in den normalen platinakroes, die hiervoor echter in een gesloten aluminiumblok geplaatst was, waardoor koolzuurgas geleid werd. Men verhitte het blok een uur lang op een constant gehouden temperatuur en bepaalde na afkoeling de totale gewichtsvermindering, c.q. het gehalte aan uitgedreven vluchtige bestanddeelen. Door herhaling dezer proef met een serie opeenvolgende temperaturen verkreeg men het gewenschte cijfermateriaal, benodigd voor de opstelling van de bewuste vloeiende krommen.

De figuren 20 en 21 bevatten de huminezuurkrommen, resp. de waarden van den huminezuurfactor volgens Kreulen. In het laatste gedeelte sub B werden de bepaling en de beteekenis van deze diagrammen uitvoerig omschreven. De belangrijke invloed van de genoemde grootheden

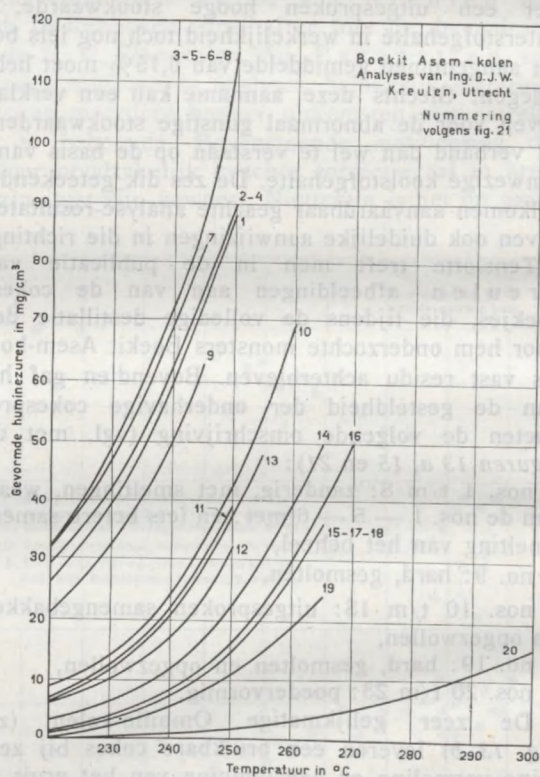


Fig. 20.

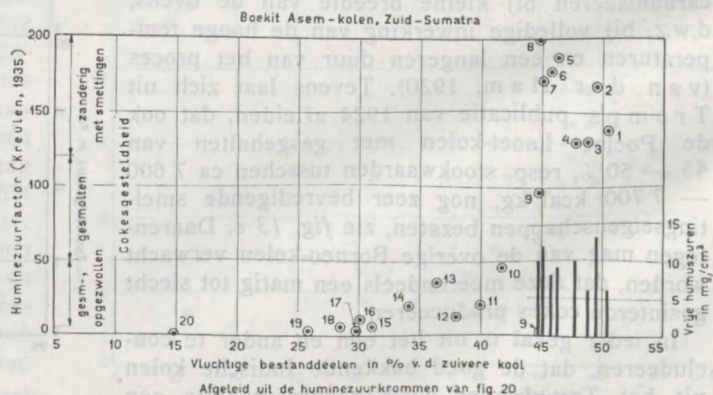


Fig. 21.

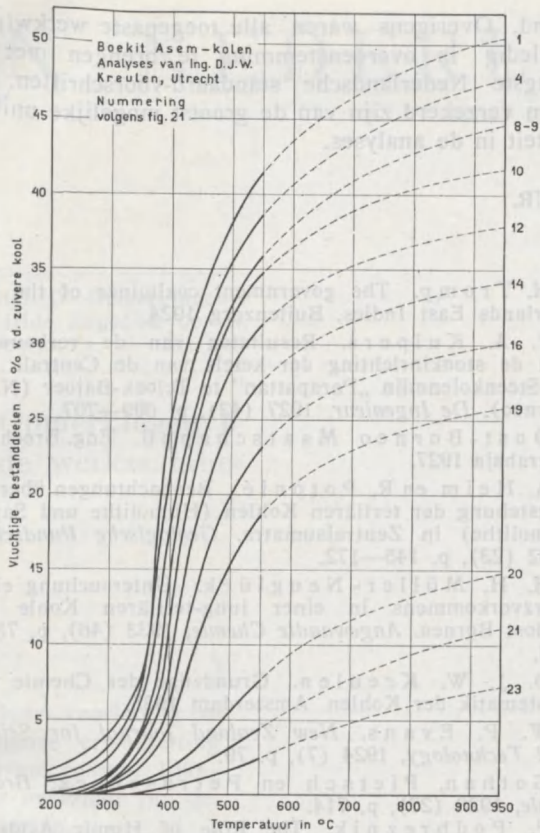


Fig. 22.

op de meest uiteenlopende eigenschappen van de brandstof, moge hier nader toegelicht worden aan de hand van een onderlinge vergelijking van deze figuren 20 en 21 met alle andere overgelegde karakteristieken, voor zoover die betrekking hebben op dezelfde genummerde Boekit Asem-proeven.

Over het geheel bestaat een redelijk algemeen verband tusschen het typische verloop van de verschillende analyse-uitkomsten en de verandering van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen, al treden enkele markante afwijkingen in deze regelmaat op. Zeer opvallend is hier in alle grafieken de sprong tusschen de nos. 8 en 9, die volkomen onafhankelijk blijkt van het gehalte aan vluchtige bestanddeelen, hetwelk voor beide kolen 44,7% m.b.t. de zuivere koolsubstantie bedraagt. Verder valt onder de hoogere nummers de eenigszins abnormale sprong van no. 16 op.

Rangschikt men nu de monsters volgens den bereikten graad van inkoling der niet in alkaliën oplosbare huminen, bepaald door het afnemende gehalte aan geregenereerde huminezuren, welke nog door een voorzichtige oxydatie van de slechts weinig gemetamorfoseerde huminen terug te winnen blijven (zie fig. 20), dan komt men tot onderstaande volgorde:

(3 — 5 — 6 — 8) — 7 — (2 — 4) — 1 — 9 — 10 — 11 — 13 — 12 — 14 — 16 — (15 — 17 — 18) — 19 — 20 — (21 — 22 — 23).

Bij aanname van deze rangorde blijken de steenkolen nos. 9 tot en met 23 tevens volgens hun stookwaarden gegroepeerd te zijn (zie fig. 15). Bij de jongere kolen dan no. 9 treden echter groote onregelmatigheden op, waarbij het opvallend is, dat deze juist de monsters omvatten, welke nog merkbare gehalten aan vrije humuszuren bezitten (t.w. de nos. 1 t/m 8 uit fig. 21). Groepeer men nu de bewuste kolen volgens de erin aanwezige vrije humuszuren, n.l. in de rangorde (1 — 3) — 6 — 5 — (4 — 8) — 7 — 2, dan blijkt weer een zeer bevredigende overeenstemming met de variabiliteit der betreffende stookwaarden verkregen te zijn. Dezelfde afhankelijkheden gelden o.m. eveneens voor de opbrengst aan oorteer (vgl. met fig. 19).

Het is dus zeer waarschijnlijk, dat voor de gevallen, waarin het verloop van de krommen der door oxydatie gevormde huminezuren niet meer scherp den inkolingsgraad van het product bepaalt, de oorzaak hiervan gelegen is in de aanwezigheid van vrije humuszuren. Aangezien men dan met mengsels van huminen en vrije humuszuren te doen heeft, wordt door de nog restende vrije humuszuren de invloed vertroebeld, welke de bereikte condensatietoestand van de huminen anders op de kenmerkende eigenschappen van het product uitoeft.

In dit verband moge tevens op het eigenaardige feit gewezen worden, dat het monster no. 10 of C 5 verder ingekoold was, dan de in de onmiddellijke nabijheid ervan gedolven monsters C 4 en C 6, resp. de nos. 5 en 3. Hetzelfde geldt voor de proeven C 9 (no. 9) ten opzichte van C 8 en C 10 (of de nos. 8 en 6). Vermoedelijk zal dit veroorzaakt zijn, doordat op de plaatsen waar de monsters C 5 en C 9 verzameld werden, de andesietbanden dichter tegen de steenkoolbank aanlagen, waardoor zij bij hun vroegere gloeiende uitstrooming door een meer intensieve contactwerking de sterkere inkoling bewerkstelligden.

In ieder geval volgt uit het bovenstaande wel zeer duidelijk van welk ingrijpend belang het onderzoek naar de humussubstantie is, wil men vooral bij de tropische overgangskolen een scherp oordeel kunnen vellen over de veranderlijkheid hunner meest typische eigenschappen. Daarom ware het te wenschen, dat men ook in de Indische laboratoria hieraan aandacht ging schenken, waarbij tevens herinnerd moge worden aan de sub B opgesomde andersoortige criteria, welke op hetzelfde doel gericht zijn.

Tot besluit is dan nog een algemeene opmerking bij de overgelegde karakteristieken te maken. Uit de kritische beschouwingen is gebleken, dat zij reeds een zeer bevredigende classificatie voor de Indische steenkolen opleveren, hoewel in sommige gevallen met een enkel voorbehoud. Toch boden de beschikbare analyse-resultaten nog een te beperkten grondslag voor het trekken van scherpe grenslijnen. Het zou daarom aanbeveling verdienen, om het onderzoek meer te richten op de samenstelling van een verbeterd indeelingschema in den geest van de Ameri-

kaansche standaardclassificatie, o.m. met correcties voor de aschbestanddeelen, welke de regelmatige bepaling van het zwavelgehalte noodzakelijk maken. Hiervoor gaf P a r r een methode aan, welke tevens in de Engelsche normaal-voorschriften navolging

vond. Overigens waren alle toegepaste werkwijzen volledig in overeenstemming te brengen met de jongste Nederlandsche standaard-voorschriften, wil men verzekerd zijn van de grootst mogelijke uniformiteit in de analyses.

LITERATUUR.

Deel II.

R. Everwijn. Onderzoek naar kolen in de Residentie Palembang. *Jaarboek van het Mijnwezen*, 1879 (8), Deel II, p. 163—171.

R. D. M. Verbeek. Topografische en geologische beschrijving van Zuid-Sumatra. *Jaarb. Mijnwezen*, 1881 (10), Deel I, p. 3—215.

A. Tobler. Topografische und Geologische Beschreibung des Petroleumgebiets bei Moeara Enim. *Tijdschrift Kon. Ned. Aardr. Gen.* 1906 (23), 2de serie.

H. Hirschi. Geologische Reiseskizzen durch das äquatoriale Sumatra. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 1915 (32), p. 476—508.

H. Hirschi. Kontaktmetamorphe Tertiärkohlen in Südsumatra. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 1916 (33), p. 569—581.

H. Tromp. De wetenschappelijke en technisch-economische beteekenis der Lematangvelden. *De Ingenieur*, 1919 (34), p. 721—734, 747—752, 767—774.

De Lematangkolenvelden. *Verslagen enz. van den Dienst van het Mijnwezen*, No. 10 (1919).

H. G. von Steiger. Resultaten van geol. mijnbouwkundige verkenningen in een gedeelte van Midden-Sumatra. *Jaarb. Mijnwezen*, 1920 (49), Deel I. p. 87—200.

R. Potonié. Entstehung der Steinkohle usw. 6. Aufl. 1920, p. 156 (Koorders, 1891—1919).

A. van der Ham. Cokesoven-installatie voor de Ombilin-mijnen te Sawah Loento. *De Ingenieur*, 1920 (35), p. 521—524.

A. Guyot van der Ham. Briketteering van Indische steen- en bruinkolen. *De Ingenieur*, 1922 (37), No. 27.

H. Tromp. The government coalmines of the Netherlands East Indies. Buitenzorg 1924.

Y. A. Kuipers. Resultaten van de verbouwing van de stookinrichting der ketels van de Centrale van de Steenkolenmijn „Parapattan” te Telok-Bajoer (N. O. Borneo). *De Ingenieur*, 1927 (42), p. 699—707.

Oost-Borneo Maatschappij. Eng. Brochure, Soerabaja 1927.

A. Heim en R. Potonié. Beobachtungen über die Entstehung der tertiären Kohlen (Humolithe und Sapromolithe) in Zentralsumatra. *Geologische Rundschau*, 1932 (23), p. 145—172.

H. H. Müller-Neuglück. Untersuchung eines Harzvorkommens in einer jung-tertiären Kohle aus Südost Borneo. *Angewandte Chemie*, 1933 (46), p. 751—753.

D. J. W. Kreulen. Grundzüge der Chemie und Systematik der Kohlen. Amsterdam 1935.

W. P. Evans. *New Zealand Journal for Science and Technology*, 1924 (7), p. 79.

Gothan, Pietsch en Petrascheck. *Braunkohle*, 1928 (27), p. 714.

F. Podbreznik. The Rôle of Humic Acids in the Transformation through Heating of Coal and in the Production of Coke. *Proc. Sec. Int. Conf. Bit. Coal*, 1928. Vol. I, p. 662—666.

E. Stanfield en W. A. Lang. Principles in the Briquetting of Coking and Non-Coking Bituminous Coals. *Proc. Sec. Int. Conf. Bit. Coal*, 1928. Vol. I, p. 508—526.

I. L. Blum. The Rôle of Humic Acids in Briquetting Brown Coals. *Proc. Third Int. Conf. Bit. Coal*, 1931. Vol. II, p. 646—665.