

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,
Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

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

Commissie van Redactie:

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

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

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

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

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

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: De berekening van symmetrische Vierendeelliggers met evenwijdige randen met behulp van invloeds-grootheden, door ir. R. Rooseno. — Berekening van gedrukte staven, door J. H. van Mechelen (slot). — Een eigenschap van bombanen, door dr. ir. G. Otten (referaat). — *Berichten van allerlei aard*: Prijsvragen; Octrooien; Handelingen Weensch sub-congres der W.P.C. 1938. — *Ontvangen geschriften*. — *Boekbespreking*. — *Uit inhoud van tijdschriften*. — *Personalia*. — *Kon. Inst. v. Ingenieurs*: Bestuursmededeelingen.

De berekening van symmetrische Vierendeelliggers met evenwijdige randen met behulp van invloeds-grootheden

door

ir. R. ROOSENO,

Ingenieur 2de kl. bij het Constructiebureau van het Dept. van Verkeer en Waterstaat, Bandoeng.

Korte inhoud.

Als statisch onbepaalden worden gekozen de dwarskrachten in de middens der stijlen, eventueel ook de horizontale verplaatsing dezer middens. De vormveranderingsvergelijkingen worden opgesteld met behulp van invloeds-grootheden. Het een en ander wordt toegelicht aan de hand van een tweetal voorbeelden. De hierbij verkregen uitkomsten worden gecontroleerd met behulp van de methode van K r i s o.

We kunnen drie mogelijkheden voor liggerbelasting onderscheiden:

- I. Verticale belasting in de knooppunten.
- II. Horizontale belasting in de knooppunten.
- III. Willekeurige belasting in randstaven en stijlen.

I. Verticale belasting in de knooppunten.

Indien de lengteverandering der staven verwaarloosd wordt, gelden verder voor de belastingen sub I en II de volgende opmerkingen:

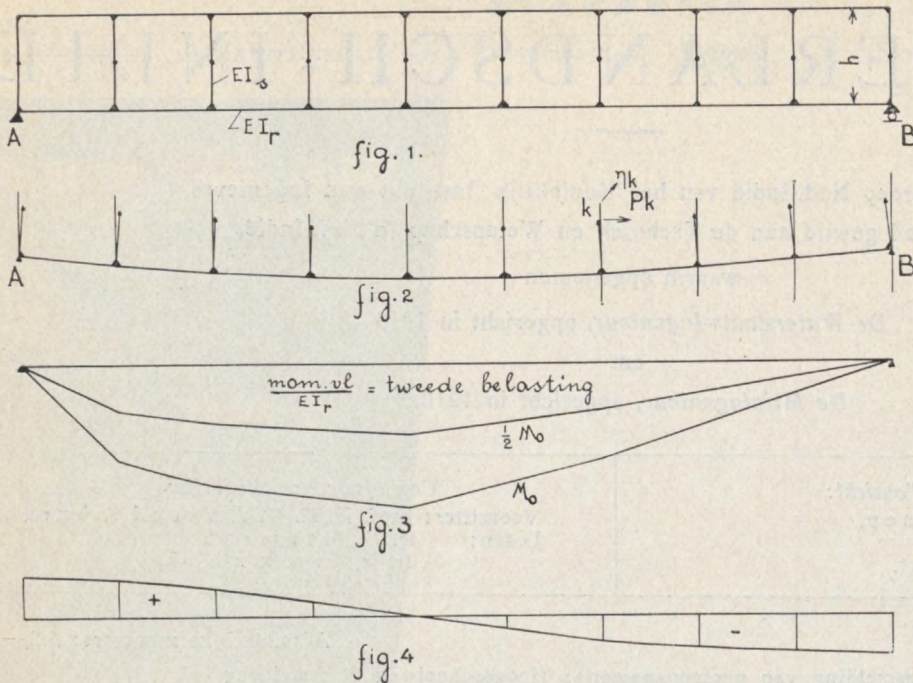
1. De momentnulpunten in de stijlen liggen op halve hoogte;

2. Bij symmetrische belasting van den ligger ondergaan evengenoemde momentnulpunten geen horizontale verplaatsing; bij asymmetrische belasting krijgen ze alle een gelijke horizontale verplaatsing δ ;

3. De normaalkracht in een stijl bedraagt de helft van de verticale knooppuntsbelasting.

Als statisch bepaald hoofdsysteem kiezen we het staafwerk, dat verkregen wordt, indien we den ligger doorsnijden over de lijn der momentnulpunten in de stijlen (zie *figuren 1 en 2*).

Als statisch onbepaalde grootheden nemen we de stijldwarskrachten P_1 , P_2 , P_3 , enz.



Heeft men n stijlen — dus $(n-1)$ velden — dan bedraagt het aantal onbekende grootheden P ook n .

Als $(n+1)$ de onbekende kiezen we de horizontale verplaatsing δ der momentnulpunten.

Belastingstermen.

Het statisch bepaald hoofdsysteem wordt belast met de helft van het momentenvlak tengevolge der uitwendige krachten (momentenvlak bij balk op twee steunpunten zie fig. 3).

Het gereduceerde momentenvlak verkrijgt men door vermenigvuldiging met den factor $\frac{1}{EI_r}$, dat we dan beschouwen als „tweede belasting”.

Teekent men de dwarskrachtenlijn behorende bij deze tweede belasting, dan wordt door iedere ordinaat voorgesteld de grootte van den hoek, dien de raaklijn in het overeenkomstig punt van de elastische lijn AB maakt met de horizontaal (zie fig. 4).

De horizontale verplaatsing van den top van een stijlhelft (mom. nulpunt) k verkrijgt men dan, door vermenigvuldiging van de

dwarskracht D_k met $\frac{1}{2}h$, als h = liggerhoogte; alzoo

$$\eta_k = D_k \cdot \frac{1}{2}h.$$

De belastingstermen η_1, η_2, η_3 enz. zijn alle te berekenen.

Deze zijn alleen afhankelijk van de belasting en de stijfheid van den ligger.

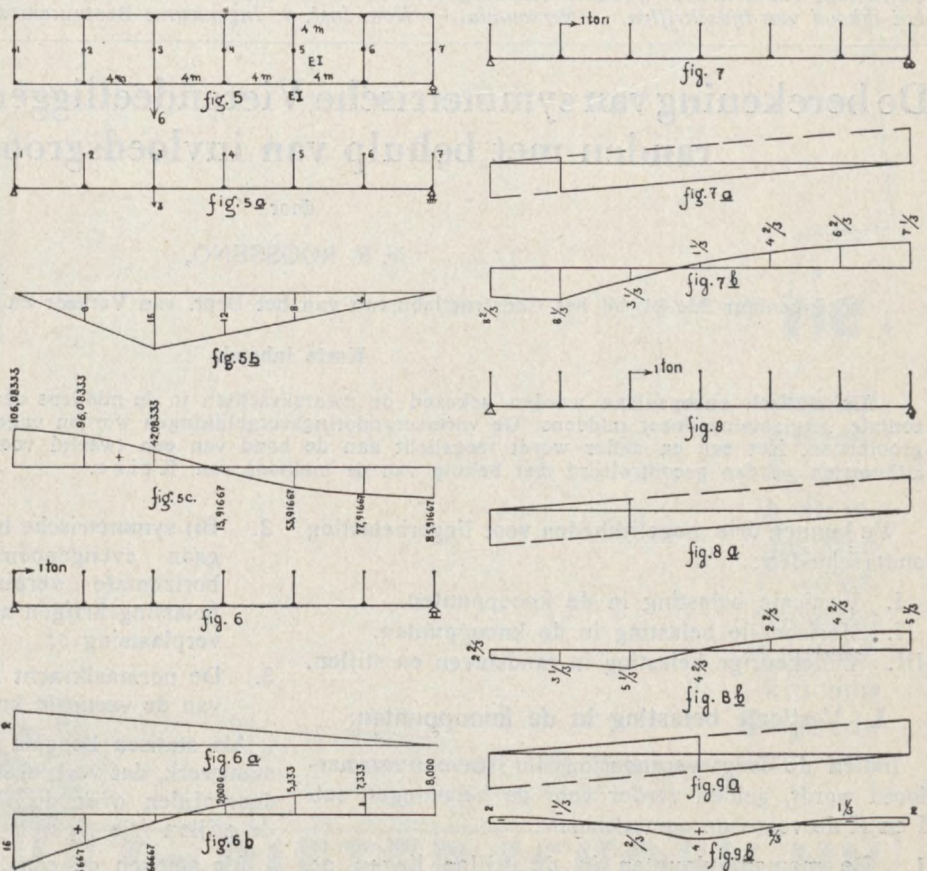
Bij iedere belasting behoort een stelsel belastingstermen (positief naar rechts, negatief naar links).

Invloed der statisch onbepaalde grootheden P .

Men brenge in punt k een kracht P_k aan (positief naar rechts, negatief naar links).

De balk AB wordt dan belast door een moment van de grootte $P_k \cdot \frac{1}{2}h$ in het knooppunt k .

Teekenen we weer de dwarskrachtenlijn voor de hierbij behorende tweede belasting, dan worden de horizontale verplaatsingen der punten 1, 2, 3, enz. op dezelfde wijze als boven gevonden.



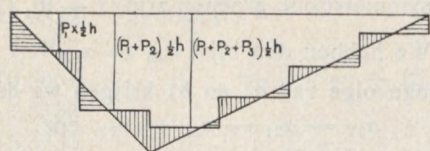
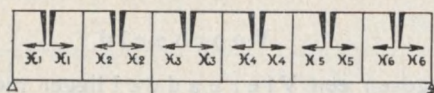


fig 10



6 ton fig 11

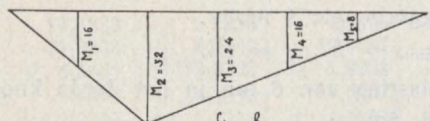


fig 12

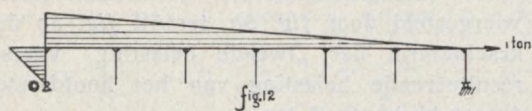


fig 13

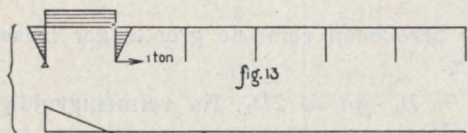


fig 14

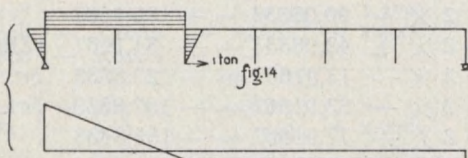


fig 15

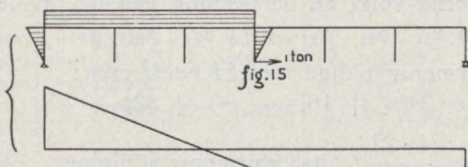


fig 16

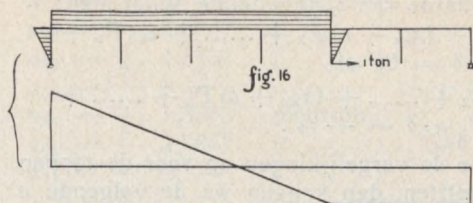


fig 17

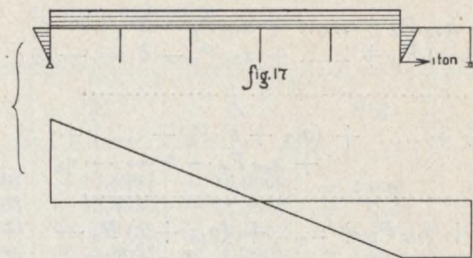


fig 18

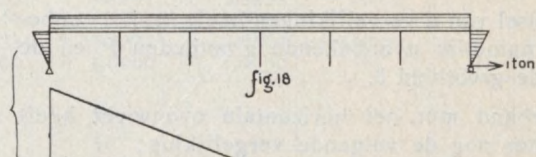


fig 19

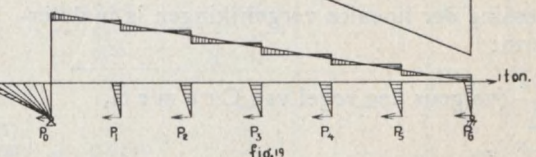


fig 20

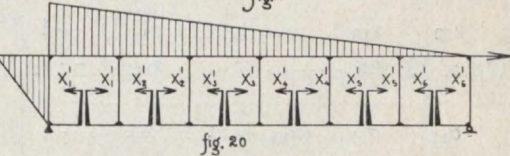


fig 21

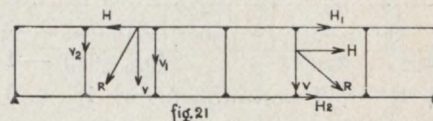


fig 22

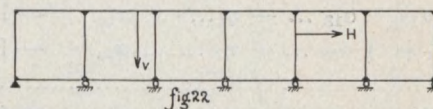


fig 23

De verplaatsing van het punt k zelf moet echter nog worden vermeerderd met een bedrag tengevolge van de stijldoorbuiging.

We kunnen zeggen:

P_k veroorzaakt in punt 1 een verplaatsing $\alpha_{1k} P_k$,

P_k veroorzaakt in punt 2 een verplaatsing $\alpha_{2k} P_k$,

of in het algemeen:

P_k veroorzaakt in punt i een verplaatsing $\alpha_{ik} P_k$.

De coëfficiënten α_{ik} zijn niets anders dan invloeds-grootheden; voor hun berekening stelle men $P_k = 1$ ton.

De invloeds-grootheid α_{kk} moet worden vermeerderd

met een bedrag $c = \frac{1 \cdot (\frac{1}{2}h)^3}{EI_s}$, wanneer EI_s de stijf-

heidsfactor van de stijl is.

In α_{ik} stelt de index k voor het punt waar de oorzaak (1 ton) werkt, terwijl de index i het punt aanduidt waarvan de verplaatsing wordt beschouwd.

De α -coëfficiënten met gelijke indices moeten zooals reeds gezegd met c worden vermeerderd.

De totale verplaatsing van een punt k tengevolge van P_1, P_2, P_3 , enz. wordt dan:

$$\epsilon_k = \alpha_{k1} P_1 + \alpha_{k2} P_2 + \alpha_{k3} P_3 + \dots + (\alpha_{kk} + c) P_k + \dots + \alpha_{kn} P_n.$$

Opstelling der vergelijkingen.

Beschouwt men een punt k , dan krijgt dit punt tengevolge van den invloed der belasting en statisch onbepaalde grootheden P tezamen, een resulterende horizontale verplaatsing δ , of in vergelijkingsvorm:

$$\epsilon_k + \eta_{ik} = \delta.$$

Hierin de waarde van ε_k invullende, vindt men:

$$\alpha_{k1} P_1 + \dots + (\alpha_{kk} + c) P_k + \dots + \alpha_{kn} P_n + \eta_{ik} - \delta = 0, \text{ of}$$

$$\alpha_{k1} P_1 + \alpha_{k2} P_2 + \dots + (\alpha_{kk} + c) P_k + \dots + \alpha_{kn} P_n - \delta = -\eta_{ik}.$$

Schrijven we de vergelijkingen op voor de toppen van alle stijlhelften, dan krijgen we de volgende n vergelijkingen:

$$(\alpha_{11} + c) P_1 + \alpha_{12} P_2 + \dots + \alpha_{1n} P_n - \delta = -\eta_{11}$$

$$\alpha_{21} P_1 + (\alpha_{22} + c) P_2 + \dots + \alpha_{2n} P_n - \delta = -\eta_{12}$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\alpha_{k1} P_1 + \alpha_{k2} P_2 + \dots + (\alpha_{kk} + c) P_k + \dots + \alpha_{kn} P_n - \delta = -\eta_{ik}$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\alpha_{n1} P_1 + \dots + \alpha_{nk} P_k + \dots + (\alpha_{nn} + c) P_n - \delta = -\eta_{in}.$$

Dit stelsel van n vergelijkingen heeft $(n + 1)$ onbekenden, namelijk n onbekende grootheden P en de onbekende grootheid δ .

In verband met het horizontale evenwicht heeft men echter nog de volgende vergelijking:

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n = 0.$$

De oplossing der lineaire vergelijkingen is in determinantvorm:

$$P_k = \frac{\Delta_k}{\Delta} \text{ (volgens den regel van C r a m e r),}$$

waarin: $\Delta =$

$(\alpha_{11} + c)$	α_{12}	α_{13}	$\dots$	α_{1n}	-1
α_{21}	$(\alpha_{22} + c)$	α_{23}	$\dots$	α_{2n}	-1
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
α_{k1}	α_{k2}	α_{k3}	$\dots$	$(\alpha_{kk} + c)$	$\dots$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	α_{kn}	-1
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
α_{n1}	α_{n2}	α_{n3}	$\dots$	$(\alpha_{nn} + c)$	-1
$+1$	$+1$	$+1$	$\dots$	$+1$	0

en $\Delta_k =$

$(\alpha_{11} + c)$	α_{12}	α_{13}	$\dots$	$-\eta_{11}$	$\dots$	α_{1n}	-1
α_{21}	$(\alpha_{22} + c)$	α_{23}	$\dots$	$-\eta_{12}$	$\dots$	α_{2n}	-1
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
α_{k1}	$\dots$	$\dots$	$-\eta_{ik}$	$\dots$	α_{kn}	-1	$\dots$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
α_{n1}	α_{n2}	$\dots$	$-\eta_{in}$	$(\alpha_{nn} + c)$	-1	$\dots$	$\dots$
$+1$	$+1$	$\dots$	$+0$	$\dots$	$+1$	0	$\dots$

Hiermede is in principe het vraagstuk opgelost.

Opmerkingen.

Bij een Vierendeelligger met n stijlen hebben we n^2 coëfficiënten. Het aantal dat we moeten berekenen, is echter veel minder n.l. $1/4 n^2$ en wel om twee redenen:

a) Volgens de wederkeerigheidsstelling van Maxwell is $\alpha_{ki} = \alpha_{ik}$, dus bijv. $\alpha_{35} = \alpha_{53}$.

b) Door de symmetrie van het hoofdsysteem.

Heeft men 9 stijlen met de nummering:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

dan gaat de as van symmetrie door 5, terwijl de symmetrische groepen zijn (1 — 9), (2 — 8), enz.

We hebben dan bijv. $\alpha_{34} = \alpha_{76}$.

Tengevolge van a) en b) krijgen we dan:

$$\alpha_{12} = \alpha_{21} = \alpha_{89} = \alpha_{98}, \text{ enz.}$$

Hieruit blijkt dus, dat we slechts $1/4 n^2$ coëfficiënten hebben te berekenen.

Voorbeeld.

Gegeven een Vierendeelligger met 6 velden van 4 meter.

Liggerhoogte 4 meter.

$$EI_{\text{rand}} = EI_{\text{stijl}} = EI.$$

Belasting van 6 ton in het derde knooppunt (zie fig. 5, 5a).

Het momentenvlak van het hoofdsysteem wordt voorgesteld door fig. 5b, terwijl fig. 5c de dwarskrachtenlijn der „tweede belasting” voorstelt; de resulterende belasting van het hoofdsysteem bedraagt blijkbaar 3 ton.

We berekenen eerst de grootte der belastingstermen η .

$\eta_{ik} = D_k \cdot \frac{1}{2}h = 2D_k$. Na vermenigvuldiging met EI krijgen we:

$$\eta_{11} = 2 \times + 106,08333 = + 212,1667$$

$$\eta_{21} = 2 \times + 90,08333 = + 180,1667$$

$$\eta_{31} = 2 \times + 42,08333 = + 84,1667 \quad (\text{Zie fig. 5, 5a, 5b en 5c}).$$

$$\eta_{41} = 2 \times - 13,91667 = - 27,8333$$

$$\eta_{51} = 2 \times - 53,91667 = - 107,8333$$

$$\eta_{61} = 2 \times - 77,91667 = - 155,8333$$

$$\eta_{71} = 2 \times - 85,91667 = - 171,8333$$

Hierna volgt de berekening van de invloedsgrontheden $\alpha_{11}, \alpha_{21}, \alpha_{31}, \alpha_{41}, \alpha_{51}, \alpha_{61}, \alpha_{71}$.

Vermenigvuldigd met EI heeft men:

$$\alpha_{11} = 2 \times + 16, \text{ — } = + 32, \text{ — }$$

$$c = \frac{1 \cdot 2^3}{3EI}; \text{ na vermenigvuldiging}$$

$$\text{met } EI: \dots \dots c = 2,6667$$

$$\alpha_{11} + c = + 34,6667$$

$$\alpha_{21} = 2 \times + 8,6667 = + 17,3333$$

$$\alpha_{31} = 2 \times + 2,6667 = + 5,3333$$

$$\alpha_{41} = 2 \times - 2, \text{ — } = - 4, \text{ — } \quad (\text{Zie fig. 6, 6a en 6b}).$$

$$\alpha_{51} = 2 \times - 5,3333 = - 10,6667$$

$$\alpha_{61} = 2 \times - 7,3333 = - 14,6667$$

$$\alpha_{71} = 2 \times - 8, \text{ — } = - 16, \text{ — }$$

Voor de invloedsgrontheden $\alpha_{12}, \alpha_{22}, \dots, \alpha_{72}$ heeft men na vermenigvuldiging met EI :

$$\alpha_{12} = + 17,3333 \quad (\text{contrôle})$$

$$\alpha_{22} = + 18,6667 \dots \dots \alpha_{22} + c = + 21,3333.$$

$$\alpha_{32} = + 6,6667$$

$$\alpha_{42} = - 2,6667$$

$$\alpha_{52} = - 9,3333 \quad (\text{Zie fig. 7, 7a en 7b}).$$

$$\alpha_{62} = - 13,3333$$

$$\alpha_{72} = - 14,6667 \quad (\text{contrôle})$$

Verder:

$$\begin{aligned}
 \alpha_{13} &= + 5,3333 \quad (\text{contrôle}) \\
 \alpha_{23} &= + 6,6667 \quad (\quad , \quad) \\
 \alpha_{33} &= + 10,6667 \quad \dots\dots\dots \alpha_{33} + c = + 13,3333. \\
 \alpha_{43} &= + 1,3333 \\
 \alpha_{53} &= - 5,3333 \\
 \alpha_{63} &= - 9,3333 \quad (\text{contrôle}) \quad (\text{Zie fig. 8, 8a en 8b}). \\
 \alpha_{73} &= - 10,6667 \quad (\quad , \quad)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_{14} &= - 4, \text{—} \quad (\text{contrôle}) \\
 \alpha_{24} &= - 2,6667 \quad (\quad , \quad) \\
 \alpha_{34} &= + 1,3333 \quad (\quad , \quad) \\
 \alpha_{44} &= + 8, \text{—} \quad \dots\dots\dots \alpha_{44} + c = + 10,6667. \\
 \alpha_{54} &= + 1,3333 \quad (\text{contrôle}) \\
 \alpha_{64} &= - 2,6667 \quad (\quad , \quad) \quad (\text{Zie fig. 9a en 9b}). \\
 \alpha_{74} &= - 4, \text{—} \quad (\quad , \quad)
 \end{aligned}$$

Tabellarisch opgesteld worden de vergelijkingen en hun oplossing:

Tabel I.

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	$EI\delta$	$-\eta$
+ 34,6667	+ 17,3333	+ 5,3333	- 4,0000	- 10,6667	- 14,6667	- 16,0000	- 1,000	- 212,1667
+ 17,3333	+ 21,3333	+ 6,6667	- 2,6667	- 9,3333	- 13,3333	- 14,6667	- 1,000	- 180,1667
+ 5,3333	+ 6,6667	+ 13,3333	+ 1,3333	- 5,3333	- 9,3333	- 10,6667	- 1,000	- 84,1667
- 4,0000	- 2,6667	+ 1,3333	+ 10,6667	+ 1,3333	- 2,6667	- 4,0000	- 1,000	+ 27,8333
- 10,6667	- 9,3333	- 5,3333	+ 1,3333	+ 13,3333	+ 6,6667	+ 5,3333	- 1,000	+ 107,8333
- 14,6667	- 13,3333	- 9,3333	- 2,6667	+ 6,6667	+ 21,3333	+ 17,3333	- 1,000	+ 155,8333
- 16,0000	- 14,6667	- 10,6667	- 4,0000	+ 5,3333	+ 17,3333	+ 34,6667	- 1,000	+ 171,8333
+ 1,0000	+ 1,0000	+ 1,0000	+ 1,0000	+ 1,0000	+ 1,0000	+ 1,0000	—	0, —
+ 13, —	- 3, —	- 1, —	- 1, —	- 1, —	- 1, —	- 1, —	—	- 24, —
+ 22, —	+ 8, —	- 6, —	- 4, —	- 4, —	- 4, —	- 4, —	—	- 96, —
+ 5, —	+ 5, —	+ 5, —	+ 7, —	- 9, —	- 7, —	- 7, —	—	- 60, —
+ 8, —	+ 8, —	+ 8, —	+ 10, —	- 4, —	- 18, —	- 16, —	—	- 96, —
+ 9, —	+ 9, —	+ 9, —	+ 11, —	- 3, —	- 15, —	- 29, —	—	- 108, —
+ 7, —	+ 7, —	+ 9, —	- 7, —	- 5, —	- 5, —	- 5, —	—	- 84, —
+ 1, —	+ 1, —	+ 1, —	+ 1, —	+ 1, —	+ 1, —	+ 1, —	—	0, —
+ 7,5000	- 5,0000	+ 0,5000	—	—	—	—	—	0, —
+ 12,2857	- 3,7143	- 1,7143	- 2,0000	+ 0,2857	—	—	—	- 15,4286
+ 12,5000	- 3,5000	- 1,5000	- 1,6250	- 0,7500	+ 0,1250	—	—	- 18, —
+ 12,6897	- 3,3104	- 1,3104	- 1,3793	- 0,8963	- 0,4828	—	—	- 20,2759
+ 11,6000	- 4,4000	- 2,8000	+ 4,4000	—	—	—	—	- 7,2000
+ 14,0000	- 2,0000	—	—	—	—	—	—	0, —
+ 7,5000	- 5,0000	+ 0,5000	—	—	—	—	—	0, —
+ 12,2857	- 3,7143	- 1,7143	- 2,0000	+ 0,2857	—	—	—	- 15,4286
+ 11,6000	- 4,4000	- 2,8000	+ 0,4000	—	—	—	—	- 7,2000
+ 7,0000	- 1,0000	—	—	—	—	—	—	- 12, —
+ 60,9657	- 16,8276	- 7,1035	- 7,6554	- 3,7929	—	—	—	- 89,7934
+ 7,5000	- 5,0000	+ 0,5000	—	—	—	—	—	0, —
+ 11,6000	- 4,4000	- 2,8000	+ 0,4000	—	—	—	—	- 7,2000
+ 7,0000	- 1,0000	—	—	—	—	—	—	+ 12, —
+ 16,8781	- 4,9819	- 2,2494	- 2,5767	—	—	—	—	- 22,1941
+ 7,5000	- 5,0000	+ 0,5000	—	—	—	—	—	0, —
+ 7,0000	- 1,0000	—	—	—	—	—	—	- 12, —
+ 91,6063	- 33,3253	- 20,2861	—	—	—	—	—	- 68,5742
+ 7,0000	- 1,0000	—	—	—	—	—	—	- 12, —
+ 9,7577	- 5,8214	—	—	—	—	—	—	- 1,6902
+ 30,9918	—	—	—	—	—	—	—	- 68,1661
- 2,1995	- 3,3964	- 0,9720	+ 1,6208	+ 1,9385	+ 1,8876	+ 1,1209	- 0,9179	—

We vinden dus voor de onbekenden:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= - 2,1995 \text{ ton} \\
 P_2 &= - 3,3964 \text{ ton} \\
 P_3 &= - 0,9720 \text{ ton} \\
 P_4 &= + 1,6208 \text{ ton} \\
 P_5 &= + 1,9385 \text{ ton} \\
 P_6 &= + 1,8876 \text{ ton} \\
 P_7 &= + 1,1209 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\delta = \frac{-0,9179}{EI} \text{ meter.}$$

De momentenlijn van den onder- en bovenrand is geschetst in *figuur 10*.

Contrôle. Deze voeren we uit volgens de methode van K. Kriso (zie Dr. K. Kriso: Statik der Vierendeelträger blz. 40 en 86).

We hebben de volgende constanten:

$$a = 2 + 6 \cdot \frac{\lambda I_b}{h I_o} \quad I_b = \text{traagh. mom. bovenrand.}$$

$I_o = \text{traagh. mom. onderrand.}$

$\lambda = \text{veldlengte.}$

$h = \text{liggerhoogte.}$

$$k = \frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} - 1}.$$

In het onderhavige geval wordt $a = 8$ en

$$k = 0,127017$$

$$k^2 = 0,016133$$

$$k^3 = 0,002049$$

$$k^4 = 0,000260$$

$$k^5 = 0,000033$$

Het statisch bepaald hoofdsysteem volgens K r i s o is geschetst in fig. 11a.

De statisch onbepaalde grootheden zijn $X_1, X_2, \dots, X_6$.

In fig. 11b zijn de waarden van $M_1, M_2, \dots, M_5$ aangegeven.

Men krijgt (zie K. K r i s o blz. 40):

$$X_1 = (1 - k^2) \frac{1 - k}{2} \cdot \frac{1}{h} \left(M_1 + M_2 k + M_3 k^2 + M_4 k^3 + M_5 k^4 \right) = 0,983867 \times 0,436492 \times \\ \times 0,25 \times \left(16 + 32 \times 0,127017 + 24 \times 0,016133 + 16 \times 0,002049 + 8 \times 0,00026 \right) = 2,1995 \text{ ton.}$$

$$X_2 = \frac{1 - k}{2} \cdot \frac{1}{h} \left(M_1 + M_2 + M_3 k + M_4 k^2 + M_5 k^3 \right) = 0,436492 \times 0,25 \times \left(16 + 32 + 24 \times 0,127017 + 16 \times 0,016133 + 8 \times 0,002049 \right) = 5,6005 \text{ ton.}$$

$$X_3 = \frac{1 - k}{2} \cdot \frac{1}{h} \left(M_1 k + M_2 + M_3 + M_4 k + M_5 k^2 \right) = 0,436492 \times 0,25 \times \left(16 \times 0,127017 + 32 + 24 + 16 \times 0,127017 + 8 \times 0,016133 \right) = 6,5685 \text{ ton.}$$

$$X_4 = \frac{1 - k}{2} \cdot \frac{1}{h} \left(M_1 k^2 + M_2 k + M_3 + M_4 + M_5 k \right) = 0,436492 \times 0,25 \times \left(16 \times 0,016133 + 32 \times 0,127017 + 24 + 16 + 8 \times 0,127017 \right) = 4,9475 \text{ ton.}$$

$$X_5 = \frac{1 - k}{2} \cdot \frac{1}{h} \left(M_1 k^3 + M_2 k^2 + M_3 k + M_4 + M_5 \right) = 0,436492 \times 0,25 \times \left(16 \times 0,002049 + 32 \times 0,016133 + 24 \times 0,127017 + 16 + 8 \right) = 3,0115 \text{ ton.}$$

$$X_6 = (1 - k^2) \frac{1 - k}{2} \cdot \frac{1}{h} \left(M_1 k^4 + M_2 k^3 + M_3 k^2 + M_4 k + M_5 \right) = 0,983867 \times 0,436492 \times \\ \times 0,25 \times \left(16 \times 0,000260 + 32 \times 0,002049 + 24 \times 0,016133 + 16 \times 0,127017 + 8 \right) = 1,1261 \text{ ton.}$$

Uit de waarden X vinden we gemakkelijk de waarden P (zie figuur 11a).

0	—	$P_1 = -2,1995 \text{ ton } (-2,1995)$	$\left. \begin{array}{c} \text{—} \\ \text{—} \\ \text{—} \\ \text{—} \\ \text{—} \end{array} \right\} \begin{array}{c} 6,5679 \\ \text{—} \\ 6,5678 \\ \text{+} \end{array}$
$X_1 = 2,1995$	—	$P_2 = -3,4010 \text{ ton } (-3,3964)$	
$X_2 = 5,6005$	—	$P_3 = -0,9680 \text{ ton } (-0,9720)$	
$X_3 = 6,5685$	—	$P_4 = +1,6210 \text{ ton } (+1,6208)$	
$X_4 = 4,9475$	—	$P_5 = +1,9360 \text{ ton } (+1,9385)$	
$X_5 = 3,0115$	—	$P_6 = +1,8854 \text{ ton } (+1,8876)$	$\left. \begin{array}{c} \text{—} \\ \text{—} \end{array} \right\} \begin{array}{c} 6,5678 \\ \text{+} \end{array}$
$X_6 = 1,1261$	—	$P_7 = +1,1261 \text{ ton } (+1,1209)$	
0			

De waarden P vindt men door de verschillen der waarden X te bepalen.

Tusschen haakjes zijn de waarden geschreven, die we volgens onze methode hebben verkregen. De verschillen zijn zeer gering en zijn te wijten aan afrondingsfouten. Verder merken we op:

a) In de voorgaande tabel I zijn de coëfficiënten (invloedsgrontheden), die noodzakelijk berekend moeten worden, **vet** gedrukt. Zooals men ziet, vormen zij — indien men de cijfers van de kolom $El\delta$ en die der laatste rij wegdenkt — een driehoek.

Bovengenoemde coëfficiënten zijn symmetrisch t.o.v. de stijgende en dalende diagonaal (hoofd- en nevendiagonaal).

b) Bij symmetrische belasting vereenvoudigt het vraagstuk zich.

Immers: 1. Men kan volstaan met de helft van het aantal belastingscoëfficiënten uit te rekenen;

2. De onbekende $El\delta$ wordt nul;

3. De onbekenden P zijn paarsgewijs gelijk in absolute waarde en hebben tegengesteld teken.

Het resultaat is, dat het aantal onbekenden tot de helft wordt teruggebracht.

- c) Uit ons voorbeeld blijkt, dat $EI\delta$ negatief is, dus de verplaatsing der momentnulpunten der stijlen is naar links gericht.

We kunnen dus concludeeren: De verplaatsing δ is gericht naar het dichtst bij gelegen steunpunt.

- d) Bij ongelijke stijfheden van boven- en onderrand liggen de momentnulpunten in de stijlen, gemeten van af den onderrand, op een afstand:

$$s = \frac{I_o}{I_b + I_o} h. \text{ De belasting op het statisch}$$

bepaald hoofdsysteem neemt men dan ook

$$\frac{I_o}{I_b + I_o} \times \text{de belasting (momentenvlak).}$$

De berekening verloopt analoog.

- e) De constante c is afhankelijk van de stijfheid der stijlen.

Een verandering van I_{stijl} komt neer op een variatie van c .

Vanzelfsprekend zijn de statisch onbepaalde P ook van c afhankelijk.

De minimum waarde van c is 0. Dit beteekent, dat de grootheden P hun maximale waarden krijgen (oneindig stijve stijlen).

Deze maximale waarden zijn gemakkelijk te bepalen uit de dwarskrachtenlijn van den V i e r e n d e e l ligger.

P_k bijvoorbeeld is gelijk aan de oppervlakte begrepen tusschen de nullijn, dwarskrachtenlijn, de ordinaat gaande door $(n - \frac{1}{2}) \lambda$ en die door $(n + \frac{1}{2}) \lambda$, gedeeld door de liggerhoogte h .

De maximum waarde van c is oneindig groot. Dit beteekent, dat de stijlen heelemaal geen stijfheid bezitten.

De grootheden P worden nul. Onderrand en bovenrand nemen elk $\frac{1}{2}M_o$ op (M_o = moment van den ligger). Deze toestand is te vergelijken met twee balken, die zonder meer op elkaar zijn gelegd en op dezelfde wijze doorbuigen.

II. Horizontale belasting in de knooppunten.

Grijpt de belasting aan in een knooppunt van den onderrand (ondergelegen rijvloer), dan wordt de kracht rechtstreeks naar de vaste oplegging overgebracht.

We hebben slechts het geval te behandelen, dat een horizontale kracht werkt in een bovenrandknooppunt (bovengelegen rijvloer).

Als hoofdsysteem kiezen we het in *fig. 12* aangegeven staafschemata.

Het punt O nemen we vast scharnierend aan, terwijl de laatste stijl voorzien wordt van een rol.

De kracht H veroorzaakt een momentenvlak, waardoor de punten 1, 2, 3, 4, enz. horizontale (en natuurlijk ook verticale, maar deze zijn van geen belang) verschuivingen ondergaan.

Evenbedoeld momentenvlak is onafhankelijk van het aangrijpingspunt van H , zoodat ook de belastingstermen daarvan onafhankelijk zijn.

We kunnen dus direct concludeeren:

De grootte der stijldwarskrachten is onafhankelijk van het aangrijpingspunt van H .

K. K r i s o geeft in zijn boek op blz. 56:

"Die statisch unbestimmten Grössen (zie *fig. 21*) sind unabhängig von dem Angriffspunkt der Kraft H ."

Als tweede conclusie geeft hij ook:

"Die statisch unbestimmten Grössen sind unabhängig von der Anzahl, der Grösse, der Richtung und der Angriffspunkten der Kräfte H , sobald die Resultierende derselben constant bleibt",

hetgeen overigens ook duidelijk is.

De stijldwarskrachten $P_0, P_1, P_2, \dots$ maken evenwicht met H .

Op dezelfde wijze als onder I werd uiteengezet, loopt dan de becijfering als volgt.

- Bereken de belastingstermen η ;
- Bereken de invloedsgrootheden α_{ik} door plaatsing van 1 ton (naar rechts) respectievelijk in 1, 2, 3, enz.

Hierbij moge nog worden opgemerkt, dat voor berekening van beide soorten grootheden we de volgende factoren niet mogen vergeten (zie *fig. 12*):

- doorbuiging van de stijl O (positief);
- hoekverdraaiing van de raaklijn in het knooppunt boven stijl O en de verplaatsing als gevolg daarvan (positief);
- hoekverdraaiing van de beschouwde stijl en de verplaatsing, die daaruit voortspruit (positief of negatief);
- doorbuiging van de stijl, waar men 1 ton heeft aangebracht (positief).

In verband met de wederkeerigheidsstelling zullen vele invloedsgrootheden weer gelijk zijn (zie rekenvoorbeeld). De symmetrieoverweging (zie onder I) vervalft echter.

De voorwaarde, dat de nulpunten ten opzichte van O in rust blijven (relatief in rust), geeft bij een ligger met n stijlen — dus $(n - 1)$ velden — een stelsel van $(n - 1)$ vergelijkingen met $(n - 1)$ onbekenden.

De onbekende δ , die onder I wel voorkomt, komt in het vergelijkingstelsel niet voor.

Nadat $P_1, P_2, \dots$ gevonden zijn, vindt men gemakkelijk P_0 , immers moet de som van de P -krachten gelijk en tegengesteld zijn aan H .

De evengenoemde grootheid δ kan vervolgens gemakkelijk bepaald worden.

R e k e n v o o r b e e l d.

Dezelfde ligger onder I wordt belast met $H = 1$ ton (naar rechts).

Voor de belastingstermen (zie *fig. 12*) krijgt men:

$$\eta_1 = + 17,33333$$

$$\eta_2 = + 29,33333$$

$$\eta_3 = + 38,33333$$

$$\eta_4 = + 45,33333$$

$$\eta_5 = + 49,33333$$

$$\eta_6 = + 50,33333$$

Voor de invloedsgrootheden krijgt men (zie *fig. 13* t/m 18) de volgende waarden:

Uit fig. 13 volgt:

$$\alpha_{11} = + 21,3333$$

$$\alpha_{21} = + \alpha_{31} = \alpha_{41} = \alpha_{51} = \alpha_{61} = 18,6666.$$

Uit fig. 14 volgt:

$$\alpha_{12} = 18,6666$$

$$\alpha_{22} = + 37,3333$$

$$\alpha_{32} = + \alpha_{42} = \alpha_{52} = \alpha_{62} = 34,6666.$$

Uit fig. 15 volgt:

$$\alpha_{13} = + 18,6666$$

$$\alpha_{23} = + 34,6666$$

$$\alpha_{33} = + 53,3333$$

$$\alpha_{43} = \alpha_{53} = \alpha_{63} = 50,6666.$$

enz.

Men krijgt dan 6 vergelijkingen met 6 onbekenden.
Men lette vooral op de bijzondere ligging der coëfficiënten.

Tabel II.

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	$-\eta$
+ 21,3333 + 18,6667 + 18,6667 + 18,6667 + 18,6667 + 18,6667	+ 18,6667 + 37,3333 + 34,6667 + 34,6667 + 34,6667 + 34,6667	+ 18,6667 + 34,6667 + 53,3333 + 50,6667 + 50,6667 + 50,6667	+ 18,6667 + 34,6667 + 50,6667 + 69,3333 + 66,6667 + 66,6667	+ 18,6667 + 34,6667 + 50,6667 + 66,6667 + 85,3333 + 82,6667	+ 18,6667 + 34,6667 + 50,6667 + 66,6667 + 82,6667 + 101,3333	— 17,3333 — 29,3333 — 38,6667 — 45,3333 — 49,3333 — 50,6667
+ 16 + 14 + 14 + 14 + 14 + 14	+ 14 + 28 + 26 + 26 + 26 + 26	+ 14 + 26 + 40 + 38 + 38 + 38	+ 14 + 26 + 38 + 52 + 50 + 50	+ 14 + 26 + 38 + 50 + 64 + 62	+ 14 + 26 + 38 + 50 + 62 + 76	— 13 — 22 — 29 — 34 — 37 — 38
	— 2,00 + 13,75	— 2,00 + 12,00 + 25,75	— 2,00 + 12,00 + 24,00 + 37,75	— 2,00 + 12,00 + 24,00 + 36,00 + 49,75	+ 14,00 + 26,00 + 38,00 + 50,00 + 63,75	— 1,000 — 4,000 — 9,000 — 16,000 — 26,625
		— 2,0000 + 15,7455	— 2,0000 + 12,0000 + 29,4909	— 2,0000 + 12,0000 + 24,0000 + 43,2364	+ 14,0000 + 26,0000 + 38,0000 + 59,2727	— 1,0000 — 4,0000 — 9,0000 — 19,8727
			— 2,0000 + 15,7460	— 2,0000 + 12,0000 + 29,4919	+ 14,0000 + 26,0000 + 45,5289	— 1,0000 — 4,0000 — 11,5243
				— 2,0000 + 15,7460	+ 14,0000 + 31,7829	— 1,0000 — 5,4638
					+ 18,0370	— 1,6940
— 0,1574 ton	— 0,1654 ton	— 0,1664 ton	— 0,1654 ton	— 0,1574 ton	— 0,0940 ton	

Hieruit volgt $P_0 = - 0,0940$ ton.

K. Krišo geeft op blz. 90 van zijn boek de berekening van denzelfden ligger voor hetzelfde belastingsgeval.

Het statisch bepaald hoofdsysteem, dat hij aanneemt, is in fig. 20 geteekend.

Als resultaat geeft hij:

$$\begin{aligned} 0 & \quad P_6 = - 0,0940 H. \\ X'_6 &= 0,0940 H \\ 0 & \quad P_5 = - 0,1574 H. \\ X'_5 &= 0,2514 H \\ 0 & \quad P_4 = - 0,1654 H. \\ X'_4 &= 0,4168 H \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \quad P_3 = - 0,1664 H. \\ X'_3 &= 0,5832 H \\ & \quad P_2 = - 0,1654 H. \\ X'_2 &= 0,7486 H \\ & \quad P_1 = - 0,1574 H. \\ X'_1 &= 0,9060 H \\ & \quad P_0 = - 0,0940 H. \\ & \quad H \end{aligned}$$

Voor $H = 1$ ton zijn de waarden dus precies gelijk aan die uit onze berekening.

Figuur 19 geeft aan hoe de momenten in de randstaven en stijlen verlopen.

Verder merken we op:

- a) De kolommen en rijen met hetzelfde rangnummer (zie berekening blz. 234) zijn gelijk;
- b) Zijn de vetgedrukte coëfficiënten bekend, dan zijn de andere gemakkelijk op te schrijven;
- c) De symmetrie t.o.v. de hoofddiagonaal is aanwezig;
- d) De berekening is ook toe te passen, indien $I_b \neq I_o$;
Den afstand der momentnulpunten in de stijlen tot den bovenrand stelt men dan op

$$u = \frac{I_b}{I_b + I_o} \cdot h;$$

- e) De waarden der statisch onbepaalde P , die behooren bij twee symmetrische stijlen, zijn gelijk;
- f) In tegenstelling met het onder I opgemerkte, zullen de grootheden P onafhankelijk zijn van I_{stijl} , mits deze voor alle stijlen dezelfde is.

III. Willekeurige belasting op randstaven en stijlen.

De berekening der krachtsverdeling geschiedt *benaderend*, echter toch voldoende nauwkeurig op de volgende wijze (zie ook literatuur 2):

- 1) Ontbind den last R in de componenten H en V (zie fig. 21);
- 2) Ontbind H , indien deze niet reeds langs een randstaaf werkt, in twee componenten H_1 en H_2 , die werken in de knooppunten van de belaste stijl (zie fig. 21);
Zoek de krachtsverdeling volgens de onder II uitgewerkte methode;
- 3) Ontbind V , indien deze niet reeds langs een stijl werkt, in V_1 en V_2 , werkende in de knooppunten van de belaste randstaaf en zoek de krachtsverdeling volgens methode I (zie fig. 21);

- 4) Denk nu onder iedere stijl een steunpunt aangebracht en bereken bijv. volgens de methode van Cross (verschuifbare bovenregel!) de momenten in de staven (zie fig. 22);
- 5) Superponeer de uitkomsten van 2, 3 en 4.

De oplossing der lineaire vergelijkingen kan ook geschieden volgens de methode van Gauss. Controle op de becijfering en opsporing van cijferfouten worden daardoor vergemakkelijkt.

Een voorbeeld van een dergelijke oplossing wordt gegeven in het boek van E. Suter: "Methode der Festpunkte", blz. 328.

Tenslotte moge nog worden opgemerkt, dat onze methode uiteraard ook bruikbaar is voor de berekening van verdiepingsraamwerken met twee verticale stijlen.

Bandoeng.

Juli 1938.

Literatuur.

1. Kloppe: Leerboek der Toegepaste Mechanica.
2. Haesaerts, J.: Berekening van een Vierendeelligger onder lasten welke niet op de knooppunten aangrijpen. *Tijdschrift v. d. Vlaamsche Ingenieurs-Vereeniging*, Mei 1938.
3. Krioso, K.: Statik der Vierendeelträger.
4. Engesser, Fr.: Berechnung der Rahmenträger.
5. Strassner, A.: Berechnung statisch unbestimmter Systeme.
6. Rieger, J.: Berechnung statisch unbestimmter Systeme.
7. Suter, E.: Methode der Festpunkte.
8. Magnel, G.: Lignes d'influence pour une poutre Vierendeel. *Le Génie Civil*, novembre 1918.
9. Bereskin, A.: Gebrauchsfertige Tafeln zur Berechnung des Vierendeelträgers mit fünf gleichen Feldern, geraden Gurtungen und gleichen Trägheitsmomenten. *Beton und Eisen*, Mai 1935.
10. Vreedenburgh, C. G. J.: De statisch bepaalde Vierendeelligger en de ruitenvakwerkligger. „*De Ingenieur in Ned.-Indië*“, Juli 1937.

Berekening van gedrukte staven

door

J. H. VAN MECHELEN.

(Slot.)

De koppelingen.

In het eerste gedeelte werden formules ontwikkeld met behulp waarvan de op te nemen dwars- en langsschuifkrachten zijn te berekenen; daaruit werd verder een formule gevonden voor bepaling van den diameter der bevestigingsbouten van de koppelplaten.

Deze formule kan voor ijzerconstructies goede diensten bewijzen, maar voor houtconstructies is een andere opzet noodig. Bij ijzerconstructies is het in eerste instantie de schuifvastheid der bouten, waarop het aankomt; wel moet er ook op gelet worden, dat de bouten ver genoeg van het einde der koppelplaat verwijderd zijn, doch dit zal bij een geschikte keuze van plaatdikte en boutdiameter wel bijna altijd het

geval zijn, en is anders op eenvoudige wijze te bereiken.

De schuifvastheid van hout is echter zeer gering, vergeleken bij die van ijzeren bouten; dit zou dus bij koppelingen volgens de reeds besproken methode tot een groote maat voor het voorhout leiden, en deze zal practisch nooit te bereiken zijn. Bij houtconstructies moet dus een andere wijze van koppeling worden toegepast.

Voor we nu overgaan tot een bespreking dezer koppelingen moge het volgende worden opgemerkt.

De waarde van T , waaruit de afmetingen moeten worden bepaald, is een functie van D , en deze weer een functie van P_k . Deze laatste waarde wordt be-

paald met inachtneming van een grooten zekerheids-coëfficiënt, omdat de aard van het materiaal dat nu eenmaal noodig maakt.

Die groote zekerheids-coëfficiënt is dus tenslotte ook verwerkt in de waarde van T . Voor de ijzeren bouten is dit zeer zeker niet noodig, en voor de houten klossen kan n.h.v. de waarde van T ook worden gereduceerd, omdat voor die kleine stukken hout zonder veel moeite praktisch foutvrij materiaal kan worden uitgezocht.

Bij toepassing van $\eta = 7$ voor de berekening der constructie zal een reductie-coëfficiënt van 0,6 voor de bouten en klossen nog een breuklast geven, die ruim het viervoudige is van den last, dien de constructie te dragen krijgt.

Wordt met het oog op trillingen of sterk wisselende belastingen, waaraan de constructie onderworpen zal zijn, een hogere zekerheidscoëfficiënt wenschelijk geacht, dan geldt dit uiteraard voor alle onderdeelen. De genoemde waarde van 0,6 lijkt daarom als reductie-coëfficiënt voor alle gevallen wel aannemelijk, maar het spreekt vanzelf, dat iedere ontwerper voor zichzelf moet uitmaken of hij tot deze waarde, of misschien zelfs nog iets verder wil gaan.

Schrijver dezes zelf is, voor zoover het de klossen betreft, geen voorstander van toepassing van een reductie-coëfficiënt. Er zijn echter gevallen denkbaar, waarin praktische moeilijkheden zouden ontstaan, indien met de toelaatbaarheid van reductie der gevonden waarden geen rekening werd gehouden; daarom werd op dit punt de aandacht gevestigd.

De reductie-coëfficiënt is vermeld in den overzichtstaat van toe te passen formules (bijlage B), doch in het nu volgende wordt er verder geen rekening mee gehouden.

Begonnen wordt met behandeling der

Koppeling van twee staven.

Voor een uit twee deelen bestaande gedrukte staaf kan de koppeling worden zooals fig. 13 aangeeft. De linkerfiguur geeft het aanzicht bij kleine maten (bijv. $h < 12$ cm); de rechterfiguur het aanzicht bij grotere houtmaten. In het eerste geval worden dus twee bouten gebruikt; in het tweede geval vier.

De eerste vraag die nu beantwoord moet worden is: „Hoe kan het moment $T \cdot 2a$ worden opgenomen?”

Analyseerend komen we tot het volgende antwoord.

1) Bij oneindig stijve bouten, volmaakt passende in gaten met niet-indrukbare wanden, worden deze zuiver op afschuiving belast; de door de gezamenlijke oppervlakte der doorsneden op te nemen krachten moeten dan een moment $S \cdot (2a - b)$ geven, even groot als het moment $T \cdot 2a$.

Dit is een hypothetisch geval; een berekening, op deze grondslagen opgezet, zal een te kleine waarde voor den toe te passen boutdiameter geven.

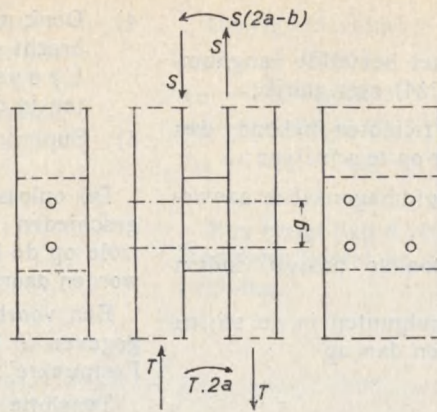


Fig. 13.

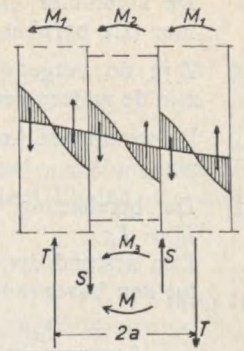


Fig. 14.

2) Bij stijf aangehaalde bouten worden de samenstellende staven vast tegen de klos gedrukt en ontstaat dus groote wrijving. Worden de wrijvingsvlakken voldoende groot gemaakt, zoodat voor inknippen van het hout geen vrees behoeft te bestaan, dan kan de wrijving op beide vlakken het vereischte moment geven.

De bouten moeten dan voldoende doorsnede hebben om de samenstellende deelen met de vereischte kracht tegen elkaar te drukken.

Dit geval is erg aanlokkelijk; precies passen der bouten in de gaten is hierbij geen vereischte meer. Een practisch bezwaar is echter dat door krimpen van het hout de aanvankelijke spanning in de bouten zal verminderen; gedurende eenigen tijd na de voltooiing zullen daarom de bouten moeten worden nagegaan en zoo noodig aangehaald. Wordt dit nagelaten of geschiedt het niet met voldoende zorg, dan ontstaat geval

3), waarbij gerekend moet worden met bouten, welke de samenstellende deelen wel bijeenklemmen, maar niet op zoodanige wijze, dat verschuiving uitgesloten is, zoodat de bouten aan buiging onderworpen worden.

Fig. 14 geeft een schematische voorstelling van de optredende momenten, welker som evenwicht moet maken met het moment $T \cdot 2a$.

Er ontstaan bij elken bout twee momenten M_1 door de buiging van den bout in het boutgat van de enkele staaf, een moment M_2 door de buiging van den bout in het boutgat van de klos, en een moment M_3 door de wrijving tusschen klos en staven.

Het heeft practisch geen zin dit verder uit te werken, al zou het ook mogelijk zijn. Daarom zullen we nu de onder 1) en 2) genoemde gevallen achtereenvolgens in nadere beschouwing nemen.

1) *Bepaling van den diameter der bouten bij belasting op afschuiving.*

Uit fig. 13 zien we, dat vereischt is bij onbuigbare bouten

$$T \cdot 2a = S \cdot (2a - b), \text{ dus } S = \frac{2a}{2a - b} \cdot T$$

De vereischte totale doorsnede der bouten wordt dan

$$F_y = \frac{2a}{2a - b} \cdot T : V_{sch_y} = \frac{2a}{2a - b} \cdot \frac{T}{V_{sch_y}}$$

Bij een aantal van p bouten geeft dit

$$p \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{2a}{2a-b} \cdot \frac{T}{V_{sch_y}} \text{ en dus}$$

$$d = \sqrt{\frac{4}{p \cdot \pi} \cdot \frac{2a}{2a-b} \cdot \frac{T}{V_{sch_y}}} \approx \sqrt{\frac{2,55 a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p \cdot V_{sch_y}}} \dots\dots\dots (10)$$

Reeds werd opgemerkt, dat deze waarde te klein zal wezen, omdat onbuigbare bouten niet mogelijk zijn.

Het is moeilijk te zeggen, welke correctie moet worden aangebracht; laten we aannemen, dat van de waarde V_{sch_y} slechts de helft in rekening wordt gebracht. Stellen we $V_{sch_y} = 3\,000 \text{ kg/cm}^2$, dan wordt bovenstaande formule

$$d = \sqrt{\frac{0,0017 a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p}}$$

Omdat de waarde 0,0017 ontstaat door een vrij willekeurige aanname is er weinig tegen, deze waarde iets af te ronden; maken we er 0,0020 van, dan wordt de formule

$$d = 0,01 \sqrt{20 \cdot \frac{a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p}} \text{ of}$$

$$d = 0,01 \sqrt{10 \cdot \frac{B-b}{B-2b} \cdot \frac{T}{p}} \dots\dots\dots (10')$$

Het is gewenscht, het aantal bouten zooveel mogelijk te beperken, om voor d niet te kleine waarden te vinden, zulks zoowel met het oog op wenschelijke stijfheid van de bouten, als met het oog op den druk van den bout tegen den wand van het gat in het hout. Daar staat tegenover dat men bij groote houtafmetingen om constructieve redenen het aantal bouten liefst niet te klein zal nemen.

Bij wijze van compromis zou men dan voor het geval van zware houtmaten de waarde 0,0017 kunnen verhoogen tot bijv. 0,0025, zoodat de formule wordt

$$d = \sqrt{\frac{0,0025 a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p}} \text{ of}$$

$$d = 0,05 \sqrt{\frac{a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p}} \dots\dots\dots (10'')$$

In feite komt dit neer op het in rekening brengen van rond $\frac{1}{3}$ der waarde V_{sch_y} .

Voeren we hier de waarden in, welke reeds eerder werden gevonden voor staven waarbij $B = 3b$, dan vinden we

$$d = 0,05 \sqrt{\frac{b}{b} \cdot \frac{4k \alpha_s l' nb^2}{p}} \approx 0,05 \sqrt{\frac{2,6 \alpha_s l' nb}{p}} \approx$$

$$\approx 0,08 \sqrt{\frac{\alpha l' h}{p}} \dots\dots\dots (10''')$$

We zullen nu nagaan de vereischte grootte van het voorhout. Buiging van den bout wordt buiten beschouwing gelaten, zoodat reeds vooraf gezegd kan

worden, dat de gevonden waarde nog beneden het practisch toelaatbare minimum zal liggen.

$$\text{In het voorgaande vonden we } S = \frac{2a}{2a-b} \cdot T$$

Bij een aantal van p bouten is door iederen bout op te nemen

$$\frac{S}{p} = \frac{2a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p}$$

Deze kracht wordt in de klos opgenomen door twee schuifvlakken met afmetingen $2a - b$ en v (= lengte voorhout).

Vereischt is dus

$$2(2a-b) \cdot v \cdot V_{sch_h} = \frac{2a}{2a-b} \cdot \frac{T}{p}$$

waaruit volgt

$$v = \frac{a}{(2a-b)^2} \cdot \frac{T}{p \cdot V_{sch_h}} \dots\dots\dots (11)$$

Wederom ingevoerd de waarden behorende bij $B = 3b$ wordt dit

$$v = \frac{1}{b} \cdot \frac{4k \alpha_s l' F_1}{p \cdot V_{sch_h}} = \frac{8,0641 \cdot \alpha_s l' nb}{b \cdot p \cdot V_{sch_h}}$$

$$\text{of } v \approx \frac{2,6 \cdot n \cdot \alpha_s \cdot l'}{p \cdot V_{sch_h}} \dots\dots\dots (11')$$

Reeds werd opgemerkt, dat deze waarde practisch beneden het toelaatbare minimum zal liggen. Daarbij werd er echter geen aandacht aan geschonken, dat bij buiging van den bout ook in de enkele staaf een moment zal ontstaan, zoodat de klos minder op te nemen krijgt. Bovenstaande formule moet dan ook niet anders beschouwd worden dan als van oriënteerende waarde.

2) *Bepaling van de grootte der bouten wanneer uitsluitend gerekend wordt op de wrijving tusschen staven en klos.*

We hebben

$$S = \frac{2a}{2a-b} \cdot T$$

De krachten S moeten geleverd worden door de kracht, waarmee p bouten de samenstellende deelen op elkaar klemmen. De bouten worden dus op trek belast; we zouden derhalve met den kerndiameter moeten rekenen. De verhouding tusschen kerndiameter (d_1) en de waarde d is niet constant; omdat deze berekening echter toch niet exact is op te zetten, kan voor de verhouding tusschen netto- en bruto-doorsnede gevoegelijk een gemiddelde waarde van 0,7 worden genomen. Voor $d = 3/4''$ is dit iets te groot; voor grootere diameters is de verhouding gunstiger.

In bouten wordt verder voor trek een lagere spanning toegelaten dan voor ijzerconstructies algemeen gebruikelijk is; deze verhouding stellen we op 0,6. Door dezen coëfficiënt hier in te voeren, blijft de mogelijkheid bestaan om desgewenscht den in het begin genoemden reductie-coëfficiënt toe te passen.

Stellen we nu den wrijvings-coëfficiënt voor door μ , dan is

$$\frac{S}{\mu} = p \cdot 0,7 \frac{\pi d^2}{4} \cdot 0,6 V_{tr_y}$$

of
$$\frac{S}{0,42 \cdot \mu \cdot p} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot V_{tr_y}$$

waaruit
$$d = \sqrt{\frac{4 S}{0,42 \cdot \mu \cdot \pi \cdot p \cdot V_{tr_y}}} \dots \dots \dots (12)$$

Nu is de vraag: „Welke waarde moet voor μ worden ingevoerd?”. In een in veel hand- en zakboeken voorkomende tabel vinden we voor eikenhout op eikenhout, wanneer de vezels in beide lichamen dezelfde richting hebben, bij droge vlakken, voor den coëfficiënt der glijdende wrijving 0,48, en voor den wrijvings-coëfficiënt der rust $\mu_0 = 0,62$. Deze wrijvings-coëfficiënten zijn, gezien den aard der tabel, blijkbaar bepaald voor vlakken, welke op gezette tijden over elkaar glijden (remblokken; sluisdeuren in sponningen) en hebben dus betrekking op door de wrijving min of meer „glad” geworden vlakken, waarvan echter bij gezaagd hout geen sprake is. Anderzijds zijn vele Indische houtsoorten eenigszins „vettig”.

Alles bijeen genomen komt het voor, dat een waarde $\mu_0 = 0,50$ aannemelijk geacht mag worden.

Substitueeren we deze waarde in form. (12), voeren we voorts in de waarde $V_{tr_y} = 4000 \text{ kg/cm}^2$ en de waarde voor S , dan vinden we

$$d = \sqrt{\frac{4}{0,42 \cdot 0,50 \cdot \pi \cdot 4000} \cdot \frac{2a}{2a - b} \cdot \frac{T}{p}} = \sqrt{0,00302 \frac{a}{2a - b} \cdot \frac{T}{p}}$$

of
$$d = 0,055 \sqrt{\frac{a}{2a - b} \cdot \frac{T}{p}} \dots \dots \dots (12')$$

Deze vorm vertoont zeer veel overeenkomst met formule (10''): de daaruit afgeleide formule (10''') krijgt hier den vorm

$$d \approx 0,09 \sqrt{\frac{\alpha l' h}{p}} \dots \dots \dots (12'')$$

Drukken we l' uit in meters, dan wordt de formule

$$d \approx 0,9 \sqrt{\frac{\alpha l' h}{p}} \dots \dots \dots (12''')$$

Deze formule moet genomen worden voor wat ze is; theoretisch valt er misschien veel op af te dingen, maar practisch zal men komen tot bouten, welke stevig aandraaien toelaten, en die — mocht verschuiving der onderdeelen ten opzichte van elkaar plaats hebben — een aanmerkelijken weerstand tegen buiging hebben.

Bepaling van de grootte van het wrijvingsvlak.

Voor indrukking loodrecht op de vezelrichting worden door den Berger geen cijfers gegeven. We kunnen het hier echter ook zonder die waarden stel-

len, omdat de optredende wrijving nooit grooter zal zijn dan de schuifvastheid van het hout der klos. Ware dit wel het geval, dan zou in het aanrakingsvlak tusschen enkele staaf en klos geen verschuiving optreden, doch het hout der klos moeten afschuiven.

Blijft nu nog de vraag of een druk loodrecht op de vezelrichting, welke even groot is als de schuifvastheid, toelaatbaar is. Dit is ongetwijfeld het geval; een aanwijzing in die richting is te vinden in het artikel: „Resultaten van het technische onderzoek van enkele veel op Java gebruikte houtsoorten” door I. A. Maronier, verschenen in het *Indisch Bouwkundig Tijdschrift*, jaargang 1923. In den daarbij behoorenden staat wordt de Brinellhardheid van hout gegeven (zoowel loodrecht op de vezel, als in de richting der vezels) en deze met een kogel van 1 cm^2 oppervlakte bepaalde waarden zijn eenige malen zoo groot als de daar eveneens gegeven waarden voor de schuifvastheid, welke laatste waarden weer grooter zijn dan die welke door den Berger werden gevonden.

Geconcludeerd kan dus worden, dat tenslotte de schuifvastheid hier maatgevend is.

Stellen we de kloslengte $= x \cdot b$, dan is de grootte van het wrijvingsoppervlak $x b \cdot n b = x \cdot n \cdot b^2$, en we vinden

$$V_{sch_h} = \frac{S}{x \cdot n \cdot b^2} = \frac{2a}{x \cdot n \cdot b^2 (2a - b)} \cdot T$$

of
$$x b = \frac{2a}{h (2a - b)} \cdot \frac{T}{V_{sch_h}} \dots \dots \dots (13)$$

Voor het geval van $B = 3b$ wordt dit

$$x b = \frac{2}{n b} \cdot \frac{4 k \alpha_s l' F_1}{V_{sch_h}},$$

of
$$x b = \frac{5,2 \alpha_s l'}{V_{sch_h}} \dots \dots \dots (13')$$

In formule (11') vonden we een waarde voor het voorhout

$$v = \frac{n}{p} \cdot \frac{2,6 \cdot \alpha_s \cdot l'}{V_{sch_h}} = \frac{n}{2 p} \cdot \frac{5,2 \cdot \alpha_s \cdot l'}{V_{sch_h}}$$

welke waarde echter, zooals reeds gememoreerd, waarschijnlijk nog beneden het minimum zal liggen, wanneer althans de bouten gebogen worden en deze bouten tegen den gatwand drukken.

Houden we ons voorloopig aan deze waarde, en plaatsen we de bouten op $\frac{1}{4}$ der lengte van de klos, dan zal het voorhout de waarde volgens formule verkrijgen, wanneer bij 4 bouten de waarde n gelijk aan 2 is.

Practisch kunnen we nu zeggen:

Bepaal de lengte der klos volgens formule (13') met een minimum van $2b$; plaats de houten in de lengte-richting der kolom op een afstand $= \frac{1}{2} b$ uit de as der klos, dan kan het voorhout voldoende worden geacht wanneer $n \leq 2$.

Bovenstaande berekening is gebaseerd op de wrijving tusschen staaf en klos. Om bij krimpen van het hout niet dadelijk in het geval van buigende bouten te komen, kunnen we de aanrakingsvlakken bewerken zooals in *fig. 15* is aangegeven. Hierdoor wordt bereikt, dat bij een kleine verschuiving de klos weer klem tusschen de enkele staven komt te zitten. Het gebogen beloop voor de wrijvingsvlakken werd gekozen, omdat dit met een schaaaf met gebogen zool betrekkelijk eenvoudig is te maken. De kromming behoeft niet groot te zijn; in het algemeen zal de verzwakking van de doorsnede gecompenseerd worden door aanwezige overmaat wegens afronding der theoretisch gevonden waarden; overigens heeft een kleine verzwakking niet veel te beteekenen, wanneer althans een koppeling niet juist op de halve lengte is aangebracht. Voor een dergelijke koppeling is de speciale bewerking overigens niet noodig, omdat daar geen kans op verschuiven is. Volstaan zou kunnen worden met het toepassen der speciale bewerking op de (c.q. eenige) het dichtst bij de einden gelegen koppelingen.

Nogmaals moge er op worden gewezen dat, met het oog op krimpen van het hout, na voltooiing der constructie de bouten periodiek moeten worden gecontroleerd en, voor zoover noodig, aangehaald.

Grootte der volgplaten onder boutkoppen en moeren.

Zooals reeds werd gezegd, is de weerstand tegen indrukken van hout veel grooter dan de schuifvastheid. Voor de volgplaten onder de koppen en moeren zou dus een gezamenlijke oppervlakte noodig zijn, veel kleiner dan die van het wrijvingsvlak. Omdat de bouten echter betrekkelijk dicht op elkaar geplaatst worden, hebben gewone volgplaten weinig zin en kan men beter een enkele volgplaat nemen met afmetingen $x \cdot b$ en $n \cdot b$.

Het toepassen van veerende onderlegplaten komt aanbevelenswaardig voor.

Koppeling van meer staven met gemeenschappelijke as.

In principe komt de berekening hiervan overeen met die, welke hiervoor werd gegeven. Maatgevend voor de berekening van den boutdiameter is het wrijvingsvlak tusschen klos en uiterste staaf.

We zouden hier tot kleinere bouten kunnen komen, zooals onderstaande berekening aantoont.

Bij de afleiding van formule (10''') vonden we als vorm onder het wortelteeken

$$\frac{a}{2a-b} \cdot \frac{4 k \alpha_s l' n b^2}{p}$$

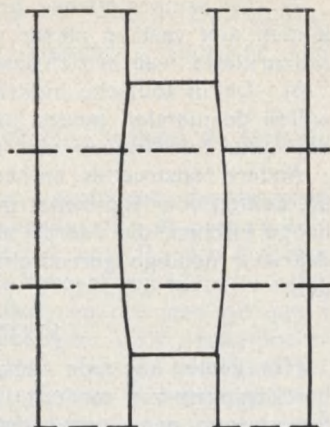


Fig. 15.

Hiervan varieert het deel $\frac{a}{2a-b} \cdot k$ met het aantal staven. Algemeen geldt hiervoor

$$\frac{a}{2a-b} \cdot k = \frac{s-1}{2s-3} \cdot \frac{2(s-1)}{(2s-1) \cdot i_y}$$

Zooals reeds eerder aangetoond, is $i_y = c_s \cdot i_{y1}$; de waarden voor c_s werden reeds afzonderlijk gegeven. Uit deze getallen blijkt, dat globaal gesteld kan worden

$$c_s \cdot i_{y1} = 1,1 \cdot s \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{1}{6} b \sqrt{3} = 0,55 \cdot s \cdot b$$

(Voor $s > 2$ worden de waarden altijd iets kleiner, en derhalve h groter).

We krijgen dus voor den vorm onder het wortelteeken in formule (10''')

$$\frac{s-1}{2s-3} \cdot \frac{2(s-1)}{(2s-1) \cdot 0,55 \cdot s} \cdot \frac{4 \cdot \alpha_s l' h}{p}$$

Het product der eerste twee factoren zal met toenemende waarde van s kleiner worden; we krijgen voor:

$$\begin{aligned} s = 2 & \dots \frac{1}{1} \cdot \frac{2}{3 \cdot 1,1} = \frac{2}{3,3} = 0,607 \quad (\text{ten rechte } 0,641) \\ s = 3 & \dots \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{5 \cdot 1,65} = \frac{8}{24,75} = 0,313 \\ s = 4 & \dots \frac{3}{5} \cdot \frac{6}{7 \cdot 2,2} = \frac{18}{77} = 0,234 \\ s = 5 & \dots \frac{4}{7} \cdot \frac{8}{9 \cdot 2,75} = \frac{32}{173,25} = 0,185 \end{aligned}$$

Hieruit is voor een vijfvoudige staaf af te leiden, dat de boutdiameter slechts weinig meer behoeft te zijn dan de helft van die bij een tweevoudige staaf.

Het komt echter niet gewenscht voor, den boutdiameter op deze wijze te bepalen. Bij een vijfvoudige staaf wordt de bout drie maal zoo lang als bij een tweevoudige; het breedte-verlies door krimpen van het hout wordt driemaal zoo groot, zoodat het moeite zal kosten om de bouten op spanning te houden.

Eerder zou er aanleiding zijn om de lange bouten nog iets zwaarder te nemen. In de practijk zullen vijfvoudige staven uiterst zelden voorkomen, daarom zullen we nu niet verder naar een oplossing zoeken. Voor drievoudige staven kunnen we ons, zooals nu wel gebleken is, gevoegelijk houden aan de reeds gegeven formule voor dubbele staven.

Het voorhout zou kleiner kunnen zijn, omdat de koppeling een veel grotere totale dikte dan b heeft, zoodat toepassing van de reeds eerder gevonden formules, welke practische maten geven, hier zeker niet tot de kleine klossen zal leiden.

Koppeling bij een kolom uit vier staven.

Aanvankelijk werd hiervoor een berekening opgezet, uitgaande van een koppeling met zwaluwstaartvormige verbindingen.

Hoewel de daarbij gevonden formules eenvoudig zijn, is hiervan teruggekomen, omdat de zwaluwstaart-verbinding bij krimpen van het hout speling krijgt; hier is wel wat aan te doen, doch dan wordt de uitvoering erg bewerkelijk, en dit moet vermeden worden.

Daarom wordt de voorkeur gegeven aan een koppeling, welke in principe overeenkomt met de reeds beschrevene. Bij een groote waarde van $B : b$ zou de klos minder gewenschte verhoudingen krijgen; de constructie kan dan worden uitgevoerd als fig. c van de als bijlage hierna volgende berekeningsbeelden. De klos bestaat daarbij uit eenige stukken, van de samenstellende staven naar het midden toe afnemend in lengte.

Andere wijze van koppeling.

Een heel andere werkwijze is die met toepassing van tusschenlegplaten, bijv. Bulldog-kramplaten.

Voor Indië lijken mij deze de volgende bezwaren op te leveren:

1) De meeste Indische bouwhoutsoorten zijn hard; zonder bijzondere hulpmiddelen zijn de tanden dezer platen niet in het harde hout te drijven; de mogelijkheid mag niet uitgesloten worden geacht dat één (of een deel) der tanden ombuigt.

2) De samenstellende houtdeelen der constructie komen niet vast op elkaar; er blijft een kleine tusschenruimte, waarin zich insecten kunnen nestelen.

3) De in Indische houtsoorten aanwezige sappen zullen de metalen tanden aantasten, zoodat deze op den duur hun functie niet meer kunnen verrichten.

Andere constructies, op hetzelfde principe berustende, komen voor Indië niet in aanmerking, wegens de hooge eischen, die daarbij aan de bewerking (en het daarvoor noodige gereedschap) gesteld moeten worden.

SLOT.

Het gemis aan een behoorlijken grondslag voor berekeningen van moderne houtconstructies, waarbij het streven naar een economisch gebruik van het materiaal tot het samenstellen van kolommen met materiaalvrije assen heeft geleid, is de aanleiding geweest tot het opstellen van eenvoudige practisch bruikbare formules, welke de gelegenheid bieden zoo veel mogelijk van de uiteenlopende eigenschappen van diverse houtsoorten gebruik te maken.

In een bijlage worden de algemeene formules getoetst aan de resultaten van eenige drukproeven op geconstrueerde ijzeren kolommen, terwijl verder eenige voorbeelden van berekening van gedrukte houten staven worden gegeven, waarbij ook steeds voor zoover mogelijk toetsing der formules heeft plaats gehad.

BIJLAGE,

bevattende de berekening van eenige gedrukte staven met gebruikmaking van de ontwikkelde formules.

Vergelijking van de nieuwe formules met die van Krohn en toetsing aan gegevens omtrent beproefde staven.

Alvorens tot de eigenlijke berekeningen over te gaan, zal een vergelijking worden gemaakt tusschen de formule van Krohn en de nieuwe formule.

De formule van Krohn luidt:

$$P_{k1} = \frac{136}{272 - \lambda} \cdot P_k$$

Hieruit volgt:

$$(272 - \lambda) P_{k1} = 136 P_k$$

$$\left(1 - \frac{\lambda}{272}\right) P_{k1} = \frac{1}{2} P_k$$

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + \frac{\lambda}{272} P_{k1}$$

Voeren we in het rechterlid in de waarde (Tetmajer)

$P_{k1} = F_1 (3100 - 11,4 \lambda)$, of $P_{k1} = \alpha F_1 (272 - \lambda)$ dan krijgen we

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + \frac{272 - \lambda}{272} \alpha F_1$$

De nieuwe formule geeft

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + \frac{2a}{Bi} \alpha F_1 \text{ of}$$

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + \frac{2a}{B} \alpha \lambda F_1 \text{ of}$$

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + \frac{B - 2e_1}{B} \alpha \lambda F_1$$

Opgemerkt wordt, dat de beide formules slechts een verschil te zien geven in den tweeden term.

$$\text{Stellen we } \frac{272 - \lambda}{272} = \frac{B - \frac{B}{272} \lambda}{B}$$

dan kan geconstateerd worden, dat de formules dezelfde uitkomst geven, wanneer

$$\frac{B}{272} \lambda = 2 e_1$$

Stellen we $B = c \cdot e_1$ dan vinden we

$$\frac{c \cdot e_1 \cdot \lambda}{272} = 2 e_1$$

$$c \cdot \lambda = 544$$

Dit geeft

bij $\lambda =$	10	20	30	40	50	60	70
$c =$	54,4	27,2	18,1	13,6	10,88	9,07	7,78
	80	90	100				
	6,80	6,04	5,44				

Nu zal het geval dat $B \geq 5e$ zich bij ijzerconstructies welhaast nooit voordoen; verwacht kan worden, dat wel immer

$\frac{B}{272} \lambda < 2e$, zoodat berekening volgens de formule

van K r o h n een grootere waarde voor den tweeden term zal geven, dan berekening met de nieuwe formule. Daardoor wordt dus ook voor P_{k1} een grootere waarde gevonden, waarbij behoort een kleinere kniklengte voor de enkele staaf, en dus een geringere afstand tusschen de koppelingen. Voor ontwerpberoeeningen is dit gunstig; men moet de beteekenis er van echter niet overschatten, want de kniklengte der enkele staaf wordt tenslotte bepaald door het aantal velden (liefst oneven), waarin de totale lengte verdeeld wordt.

Van meer belang is het volgende.

Bij controle-berekeningen gaat men uit van de enkele staaf, en wanneer dan de tweede term te klein is, wordt voor $\frac{1}{2} P_k$, en dus ook voor den geheelen kniklast, een te groote waarde gevonden.

Thans zal worden overgegaan tot het narekenen van eenige staven, die door K r o h n worden genoemd.

I en II.

Door K r o h n worden allereerst behandeld twee staven, waarvan de doorsnede gegeven is in fig. a, en waarvan de verdere gegevens zijn:

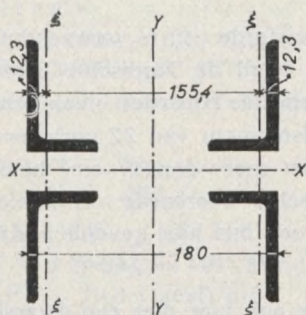


Fig. a.

$$F_1 = 2 \cdot 8,61 = 17,22 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 2 \cdot 17,1 = 34,2 \text{ cm}^4$$

$$i_1 = \sqrt{\frac{I_1}{F_1}} = 1,41 \text{ cm}$$

$$l_1 = 88 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{88}{1,41} = 62,4$$

$$F = 2 \cdot 17,22 = 34,44 \text{ cm}^2$$

$$I = 2 \cdot 17,1 = 34,2 \text{ cm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = 1,41 \text{ cm}$$

$$l = 671 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{671}{1,41} = 476,6$$

Breuklast P_k : bij de eene kolom 53 t.

bij de andere „ 57 t.

Opmerking 1: K r o h n vermeldt, dat de kolom kan worden geacht te bestaan uit twee staven, elk samengesteld uit twee hoekijzers.

Opmerking 2: Vermeld wordt, dat maatregelen zijn genomen tegen uitknikken der kolom volgens de X-as.

Berekening.

Uit de formule $P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + k \alpha l F_1$ volgt:
 $\frac{1}{2} P_k = P_{k1} - k \alpha l F_1$.

Volgens de formule van Tetmajer is
 $P_{k1} = F_1 (3100 - 11,4 \lambda_1) = 17,22 (3100 - 11,4 \cdot 62,4) \approx 41,1 \text{ t}$.

$$\text{Verder is } k = \frac{2a}{Bi} = \frac{15,54}{18 \cdot 7,9} = 0,1094$$

en dus $k \alpha l F_1 = 0,1094 \cdot 11,4 \cdot 671 \cdot 17,22 \approx 14,4 \text{ t}$.

Daaruit volgt $\frac{1}{2} P_k = 41,1 - 14,4 = 26,7 \text{ t}$.
 $P_k = 53,4 \text{ t}$.

K r o h n becijfert de waarde van P_k op 56 t.

De werkelijke breuklast bedroeg volgens de nieuwe formule $\pm 99,5 \%$, resp. 107% en volgens K r o h n $94,5 \%$ resp. 102% van den berekenen.

III.

De derde staaf, die K r o h n bespreekt, is samengesteld uit twee kanaalijzers. De doorsnede is gegeven in fig. b₁; fig. b₂ geeft de plaatsing der koppelingen.

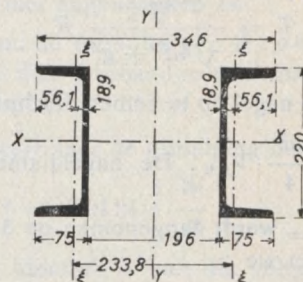


Fig. b₁.

Verdere gegevens zijn:

$$F_1 = 47,4 \text{ cm}^2 \quad F = 2 \cdot 47,4 = 94,8 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 190 \text{ cm}^4 \quad I_y = 13340 \text{ cm}^4$$

$$i_1 = 2 \text{ cm} \quad i = 11,86 \text{ cm}$$

$$l_1 = 97,2 \text{ cm} \quad l = 625 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = 48,6 \quad \lambda = 52,69$$

Deze derde proefstaaf is bezweken bij een belasting van 184 t, doordat de koppelingen zich begaven.

Opmerking: Vermeld wordt, dat maatregelen zijn genomen tegen uitknikken der kolom volgens de X-as.

Berekening:

Volgens de formule van Tetmajer is

$$P_{k1} = F_1 (3100 - 11,4 \lambda_1) = 47,4 (3100 - 11,4 \cdot 48,6) \approx 120,7 \text{ t}$$

$$\text{Verder is } k = \frac{2a}{Bi} = \frac{23,38}{34,6 \cdot 11,86} = 0,057$$

en dus $k \propto l F_1 = 0,057 \cdot 11,4 \cdot 625 \cdot 47,4 \text{ kg} = 19,3 \text{ t}$.

Daaruit volgt

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} P_k &= 120,7 - 19,3 = \\ &= 101,4 \text{ t.} \\ P_k &\approx 203 \text{ t.} \end{aligned}$$

Deze kniklast is niet bereikt, omdat de koppelingen braken.

We zullen nu nagaan, welke langsschuifkracht kan worden opgenomen door de gebezigde klinknagels.

Het bezwijken der koppelingen had n.l. bij een deel daarvan plaats door het afschuiven der nagels; bij een ander deel door het breken van de plaat over de verbindinglijn der klinknagels. (Platen en nagels hadden ongeveer hetzelfde weerstandsmoment).

Uit de formule $N \cdot g = T \cdot 2a$ (zie fig. 9) volgt: $N = \frac{2a}{g} \cdot T$

Daaruit vinden we, bij koppelingen aan weerszijden, elk met 2 nagels op 7 cm afstand verbonden:

$$R = \frac{1}{4} \sqrt{N^2 + T^2} = \frac{1}{4g} T \sqrt{4a^2 + g^2}$$

$$\text{waaruit volgt } T = \frac{4g}{\sqrt{4a^2 + g^2}} \cdot R$$

De door één nagel op te nemen afschuivende kracht

R is groot $\frac{\pi d^2}{4} \cdot V_{sch}$. De nageldiameter bedraagt

1,8 cm; de V_{sch} wordt aangenomen op 3 000 kg/cm²; hiermee vinden we

$$\begin{aligned} R &= \frac{\pi \cdot 1,8^2}{4} \cdot 3\,000 = 2,545 \cdot 3\,000 = \\ &= 7\,635 \text{ kg.} \end{aligned}$$

waaruit volgt

$$\begin{aligned} T &= \frac{4 \cdot 7}{\sqrt{23,38^2 + 7^2}} \cdot 7\,635 = \\ &= 8\,780 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Bepalen we nu de waarde van T met de daarvoor gegeven formule, dan vinden we:

$$T = \pi \cdot k \cdot \alpha \cdot l \cdot F_1 = 3,14 \cdot 0,057 \cdot 11,4 \cdot 104,2 \cdot 47,4 = 10\,080 \text{ kg.}$$

De klinknagels konden niet meer dan 8 780 kg of 87% daarvan opnemen; hiermede correspondeert derhalve een knikbelasting van $0,87 \times 203 \approx 177 \text{ t}$.

De staaf bezweek bij 184 t, of $\infty 104\%$ van de berekende belasting.

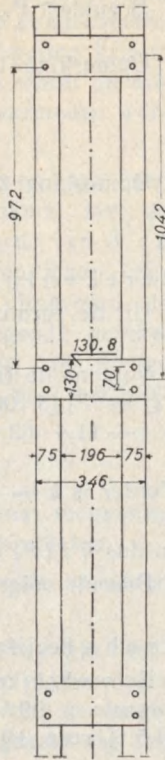


Fig. b₂.

Deze uitkomst lijkt zeer bevredigend, maar er zijn nog twee factoren over het hoofd gezien, en wel:

- 1e de vermelding van K r o h n, dat niet de uiterste, doch meer naar het midden gelegen koppelingen zich begaven (welke wordt niet vermeld);
- 2e de omstandigheid, dat $\lambda < 103$, zoodat waarschijnlijk de factor π verhoogd zal moeten worden.

Met inachtneming van deze factoren vinden we, aannemende dat de eerste koppeling van af het einde bezweek, op de plaats dus waar volgens den staat in het eerste gedeelte de grootte der dwarskracht 80,9 % is van die bij het uiteinde,

$$T = \frac{4}{3,14} \cdot 0,809 \cdot 10\,080 = 1,03 \cdot 10\,080 \text{ kg}$$

$$\text{en de breuklast } \frac{177}{1,03} \approx 172 \text{ t.}$$

De werkelijke breuklast van 184 t is hier 107 % van de berekende waarde.

De vervanging van den factor π door 4 is waarschijnlijk erg aan den veiligen kant.

Ook het rekenen met een constante dwarskracht tusschen twee koppelingen werkt mede om voor den te verwachten kniklast een lagere waarde te vinden dan die, welke in werkelijkheid het knikken zal veroorzaken.

K r o h n becijferde een te verwachten kniklast van 194 t; voorts werd de vereischte afmeting van de koppelplaat bepaald. Hiervoor bleek vereischt te zijn een weerstandsmoment van 22 cm³, terwijl de gebezigde plaat niet meer dan 17 cm³ heeft, of 77,5 % van de vereischte doorsnede. In analogie met het bovenstaande zou dus hier gevonden zijn een breukbelasting van $0,775 \cdot 194 = 150 \text{ t}$.

Rekenen we ook hier met een dwarskracht, welke 80,9 % bedraagt van die bij de uiteinden, dan zou een breukbelasting gevonden worden van $\frac{150}{0,809} \approx 185 \text{ t}$.

De volgens K r o h n berekende kniklast is hier met inachtneming van de verminderde dwarskracht

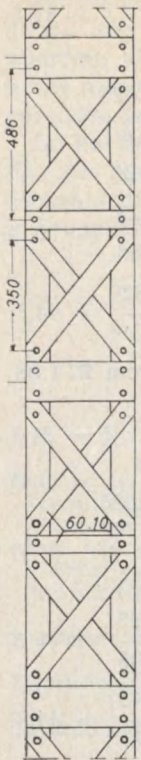
$$\frac{185}{172} \approx 107,5\% \text{ van dien volgens de nieuwe formule;}$$

bij de berekening voor de kolommen I en II was

$$\text{dit percentage } \frac{56}{53,4} \approx 105\%.$$

IV.

De vierde staaf heeft dezelfde doorsnede als de derde; de koppeling der samenstellende staven is

Fig. b₃.

echter verbeterd (zie fig. b₃). Met voordacht zijn de beide kolommen naast elkaar geteekend, om het groote verschil tusschen de koppelingen te doen uitkomen. K r o h n gaf deze figuren niet, doch alleen de maten.

Allereerst moet worden opgemerkt, dat de assen van samenstellende staven, dwarskoppelingen en diagonalen elkaar niet in één punt snijden, zoodat secundaire spanningen zullen optreden. Bij voorbaat kan dus reeds gezegd worden, dat de te berekenen breukbelasting hooger zal zijn dan de geconstateerde, welke 220 t bedroeg.

Berekend zal nu worden de kniklast P_k voor een kniklengte der enkele staaf van 35 cm, en ook voor een kniklengte van 48,6 cm, dat is dus voor het geval, dat geen schoren waren aangebracht. Deze laatste berekening heeft uiteraard alleen oriënteerende waarde.

$$\text{Bij } l_1 = 35 \text{ cm wordt } \lambda_1 = \frac{35}{2} =$$

$$= 17,5 \text{ en}$$

$$\text{bij } l_1 = 48,6 \text{ cm wordt } \lambda_1 = \frac{48,6}{2} = 24,3.$$

Berekening.

$$\text{a. } P_{k1} = 47,4 (3100 - 11,4 \cdot 17,5) = 47,4 \cdot 2900 \text{ kg} \approx 137,5 \text{ t.}$$

de waarde $k \propto l F_1$ bedraagt, evenals in geval III, 19,3 t.

$$\text{Derhalve: } \frac{1}{2} P_k = 137,5 - 19,3 = 118,2 \text{ t.} \\ P_k = 236,4 \text{ t.}$$

$$\text{b. } P_{k1} = 47,4 (3100 - 11,4 \cdot 24,3) = 47,4 \cdot 2833 \text{ kg} \approx 133,8 \text{ t.}$$

met $k \propto l F_1 = 19,3$ t geeft dit

$$\frac{1}{2} P_k = 133,8 - 19,3 = 114,5 \text{ t.} \\ P_k = 229 \text{ t.}$$

Zooals reeds gezegd, bezweek de staaf bij een belasting van 220 t. Bepalen we hieruit de waarde P_{k1} , dan vinden we

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + k \propto l F_1 = 110 + 19,3 = 129,3 \text{ t,} \\ \text{hetgeen overeenkomt met een spanning van} \\ \frac{129300}{47,4} = 2740 \text{ kg/cm}^2.$$

Bij de hiervoor onder a gegeven berekening was de spanning 2900 kg/cm².

Dit geeft een verschil van $2900 - 2740 = 160$ kg/cm².

Laten we het verschil in doorbuiging buiten beschouwing, dan valt hieruit te concluderen, dat door de secundaire spanningen een moment veroorzaakt kan zijn, waarvan de grootte bedraagt:

$$M = \frac{I_1}{e_1} \cdot \sigma = \frac{190}{5,61} \cdot 160 = 5420 \text{ kg cm.}$$

Naar het voorkomt is hiermede wel aangetoond, dat het verschil in berekende en geconstateerde breukbelasting zeer wel het gevolg kan zijn van het optreden van secundaire spanningen.

Dit verschil kan dus geen aanleiding geven om de nieuw ontwikkelde formules te wantrouwen (bij de eerste drie proefstaven voldeed trouwens de nieuwe berekeningswijze zeer goed), doch behelst een waarschuwing, om bij de samenstelling der constructie toch vooral te waken tegen het doen ontstaan van secundaire spanningen.

Bij de contrôle-berekening voor staaf III werd geconstateerd, dat uit de berekening van het dwarsverband volgens K r o h n zou volgen, dat de staaf in plaats van bij 184 t, reeds bij 150 t had moeten bezwijken.

K r o h n zelf zegt hieromtrent (zonder cijfers te noemen):

„Ein Vergleich der vorhandenen und erforderlichen „Widerstandsmomente der Querverbindungen hätte es „sogar wahrscheinlich erscheinen lassen, dass die „Zerstörung noch früher als bei 184 t eingetreten „wäre. Die verhältnismässig hohe Belastung, die der „Stab trotz der mangelhaften Querverbindungen aus- „gehalten hat, ist dadurch zu erklären, dass die Enden „der Stäbe durch Bindebleche von 550 mm Breite „verbunden waren; die Zerstörung trat nicht an den „Stabenden, sondern mehr nach der Mitte hin ein, „woselbst die Querkkräfte geringer sind, als bei Ablei- „tung der Formel angenommen ist.”

Wij zullen nu de formules van K r o h n voor berekening van het dwarsverband aan een nadere beschouwing onderwerpen.

K r o h n geeft voor de uitbuiging der kolom

$$f = 0,0114 \frac{l}{i} \cdot \frac{W}{P},$$

welke waarde identiek is met die volgens de in het eerste gedeelte dezer verhandeling afgeleide formule (D). De belasting wordt door K r o h n steeds in tonnen uitgedrukt.

Voor de dwarskracht geeft K r o h n

$$D = P \cdot f \cdot \frac{\pi}{l}$$

welke formule onder letter Q ook voorkomt in het eerste gedeelte dezer verhandeling.

De gegeven waarde van f hierin substitueerende vindt K r o h n

$$D = P \cdot 0,0114 \frac{l}{i} \cdot \frac{W}{P} \cdot \frac{\pi}{l} = \frac{0,0114 \cdot \pi W}{i} = \frac{W}{28i}.$$

Nu voert hij de benaderde waarden $W = F_1 \cdot h$ en

$$i = \frac{h}{2} \text{ in, en vindt dan}$$

$$D = \frac{F_1 \cdot h}{14h} = \frac{F_1}{14}$$

Worden echter niet deze benaderde waarden, doch de nauwkeurige, zooals die in het eerste gedeelte dezer verhandeling werden gegeven, ingevoerd, dan vinden we

$$D = \frac{2F_1 \cdot i_2}{a + e_1} : 28i = \frac{F_1 \cdot i}{14 \cdot \frac{1}{2} B}$$

Nu is $i = \sqrt{i_1^2 + a^2}$ niet zoo heel veel meer dan a , omdat in den regel i_1 klein is ten opzichte van a .

Hieruit volgt

$$D < \frac{F_1}{14}$$

De benaderde waarde volgens K r o h n is dus voor de gewoonlijk voorkomende kolommen te groot.

Maar bij gedrukte vakwerkstaven, samengesteld uit twee of uit vier hoekijzers, heeft i_1 een beteekenende waarde ten opzichte van a .

Zonder hiervoor verder een berekening op te zetten moge de onderstelling worden geopperd, dat hier de mogelijkheid bestaat, dat de waarde voor D te klein wordt gevonden.

Tenslotte zal nog de in het eerste gedeelte gegeven formule (M) getoetst worden aan de reeds besproken drukproeven.

Voor de kolommen III en IV werden breuklasten gevonden van 203 t, 229 t en 236,4 t.

De te onderzoeken formule luidt:

$$\beta_1 \cdot \frac{l_1}{i_1} = \beta_s \cdot \frac{2e_1}{B} \cdot \frac{l}{i_y} \cdot \frac{i_y^2}{i_x^2}$$

of

$$i_x^2 l_1 = \frac{\beta_s}{\beta_1} \cdot \frac{2e_1}{B} \cdot l \cdot i_1 i_y$$

In dezen laatsten vorm is het rechterlid der vergelijking in alle gevallen gelijk; zooals blijken zal, is

in alle drie gevallen $\frac{l}{i_x} < 103$, zoodat $\frac{\beta_s}{\beta_1} = 1$.

De bekende waarden (zie deze bijlage pag. 241) ingevoerd, geeft

$$\frac{2e_1}{B} \cdot l \cdot i_1^2 \cdot i_y^2 = \frac{11,22}{34,6} \cdot 625 \cdot 2 \cdot 11,86 = 4820.$$

K o l o m III. $P_k = 203$ t.

$$\frac{203000}{94,8} = 3100 - 11,4 \frac{625}{i_x}$$

$$(3100 - 2142) i_x = 7125$$

$$i_x = \frac{7125}{958} = 7,44$$

$$l_1 = \frac{4820}{7,44^2} = 88,5.$$

De kniklengte der enkele staaf was 97,2 cm $\approx$ 1,10 · 88,5 cm.

De slankheid der enkele staaf was $97,2 : 2 = 48,6$.

K o l o m IV^a. $P_k = 229$ t.

$$\frac{229000}{94,8} = 3100 - 11,4 \frac{625}{i_x}$$

$$(3100 - 2414) i_x = 7125$$

$$i_x = \frac{7125}{686} = 10,38$$

$$l_1 = \frac{4820}{10,38^2} = 44,7.$$

De kniklengte der enkele staaf was 48,6 cm $\approx$ 1,08 · 44,7 cm.

De slankheid der enkele staaf was $48,6 : 2 = 24,3$.
K o l o m IV^b. $P_k = 236,4$ t.

$$\frac{236400}{94,8} = 3100 - 11,4 \frac{625}{i_x}$$

$$(3100 - 2495) i_x = 7125$$

$$i_x = \frac{7125}{605} = 11,77$$

$$l_1 = \frac{4820}{11,77^2} = 34,8.$$

De kniklengte der enkele staaf was 35 cm $\approx$ 1,005 · 34,8 cm.

De slankheid der enkele staaf was $35 : 2 = 17,5$.

Zeer bevredigend is het, dat de berekening steeds een kleinere waarde geeft dan uit de proeven volgde.

Opgemerkt wordt dat, naarmate de staaf „slanker” is, het surplus een grootere waarde heeft. Dit leidt tot de verklaring voor het, goed beschouwd toch eigenaardige, feit, dat de formules, waarbij werd uitgegaan van geldigheid der wet van H o o k e tot aan de breukspanning, zoo goed aansluiten bij de geconstateerde breukbelastingen. De proportionaliteitsspanning wordt breukspanning bij $\lambda = 103$; bij $\lambda = 97,2$ zal de spanning $11,4 \times 5,8 = 66$ kg of ruim 3 % meer bedragen. Deze overschrijding heeft niets te betekenen tegenover de ongunstige veronderstelling, dat de kniklengte l_1 gelijk is aan den afstand tusschen de klinknagels, waarbij dus met de inklemming door de koppelingen geen rekening is gehouden.

Op te merken valt nog, dat het verschil tusschen de werkelijke waarde van l_1 en de berekende waarde daarvan met afnemende slankheid kleiner wordt.

Conclusies.

De nieuwe formules voor het berekenen van den kniklast blijken zeer bevredigende resultaten te geven, zoodat zij met vertrouwen voor het ontwerpen en controleeren gebezigd kunnen worden.

De formule van K r o h n voor het bepalen van den last, die de kolom zal doen knikken, geeft daarvoor hogere waarden dan de nieuwe formule; in enkele der onderzochte gevallen was de geconstateerde breuklast kleiner dan uit de berekening met die formule volgt.

De formules van K r o h n voor het bepalen van dwars- en langsschuifkrachten geven geen juiste waarden, als gevolg van ingevoerde benaderingen; het is niet uitgesloten, dat te kleine waarden worden gevonden, al zullen ze meestal groter zijn.

Bij het berekenen van het dwarsverband is het veilig, alle koppelingen te berekenen op de grootste dwarskracht; constructief is dit ook het eenvoudigste.

Eventueel kan men alleen de uiterste koppelingen

op de grootste schuifkracht berekenen, en de daarop volgende alle dezelfde afmetingen geven en wel berekend op de schuifkrachten bij de op een na uiterste koppeling.

Voor gedrongen staven vervange men in de formule voor het bepalen van de grootte der dwarskracht den factor π door 4.

Bij toepassing van diagonaal verband is te waken tegen oorzaken voor secundaire spanningen.

Gang van zaken bij het ontwerpen van enkelvoudige houten kolommen.

Toe te passen houtsoort	naam w-waarde groep	Djati 1,316 II	Rasa- mala 1,535 II	Poespa 1,644 I	Ki- hiang 1,385 III	Ong- len 1,650 III	Soeren 0,789 III	Mang- lid 1,061 II	Me- ranti 1,300 I	Vuren 1,000 E
Kolomlengte in meters (event. tusschen twee zijdelingsche ondersteuning in de richting van h)	L	3,50	Gegevens voor de berekening.							
Aantal zijd. onderst. over de lengte L in de richting van b waaruit volgt $h : b$	n	0 I								
Kniklengte in meters	l	3,50								
Zekerheids-coëfficiënt	η	7								
Te dragen last in tonnen	P	12,5								
waaruit volgt	ηP	87,5								
Uit w en P volgt volgens nomogram C_1	$\frac{\eta P}{w}$	66,5	57,5	54,—	63,5	53,5	110,5	83,5	67,5	87,5
Nomogram C_2 geeft nu	b	17,7	17,1	16,8	17,6	16,8	20,2	18,8	17,8	19,—
Stoplijn wordt niet/wel gesneden		wel	wel	wel	wel	?	wel	wel	wel	wel
Berekening met nomogrammen A en B niet/wel herhalen		wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel
Uit het groepsnummer en de kniklengte volgt volgens nomogram A	ξ	0,119	0,119	0,119	0,143	0,106	0,106	0,119	0,143	0,125
Met behulp van nomogram C_1 is te bepalen de waarde $\chi = \frac{\Psi}{n} \cdot \frac{\eta P}{w}$ als volgt:	Ψ	0,32	0,32	0,459	0,243	0,243	0,243	0,32	0,459	0,423
Stel een waarde dan is	c	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$\chi = c \cdot \Psi \cdot \frac{1}{cn} \cdot \frac{\eta P}{w}$	$c \cdot \Psi$	1,60	1,60	2,295	1,215	1,215	1,215	1,60	2,295	2,115
We vinden.....	$\frac{1}{cn}$	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
	$\frac{1}{cn} \cdot \frac{\eta P}{w}$	13,3	11,5	10,8	12,7	10,7	22,1	16,7	13,5	17,5
Uit $c \cdot \Psi$ en $\frac{1}{cn} \cdot \frac{\eta P}{w}$ volgt	χ	21,4	18,2	24,3	15,2	12,9	26,6	26,8	30,4	36,4
Nu is te bepalen	$1000 \xi - \chi$	97,6	100,8	118,7	90,8	93,1	79,4	92,2	112,6	88,6
Met behulp van nomogram B vinden we uit χ en $1000 \xi - \chi$	b	18,2	17,3	17,—	17,6	16,7	21,3	19,7	18,5	21,6
Valt $1000 \xi - \chi$ buiten de teekening, dan wordt bepaald $\zeta = \frac{\chi}{\xi}$ of $\xi \cdot \zeta = \chi$ met behulp van nomogram C_1	ζ	181	154,5	172	145	122	256	226	215	294
Uit χ en ζ volgt nu	b	18,3	17,3	17,1	17,6	16,7	21,5	19,8	18,6	21,7

N.B. De kleine verschillen gevonden bij de laatste berekeningen van b moeten worden toegeschreven aan minder zorgvuldig werken op de voor deze berekeningen gebezigde rekenplaat, welke een fotografische copie was op formaat A 6. Ze hebben verder niets te beteekenen, want de maten zullen toch worden afgerond.

Voorbeelden van toepassing der nieuwe formules bij berekening van uit Indische houtsoorten samen te stellen constructies.

A. Enkelvoudige kolommen.

In voorgaanden staat (blz. I. 245) is gegeven de berekening van een houten stijl bij toepassing van verschillende houtsoorten.

In de praktijk zal men natuurlijk alleen voor de toe te passen houtsoort de berekening opstellen; hier is dit voor zeer verschillende houtsoorten gedaan, om aan te toonen, dat de eenvoudige formule toch aan de eigenschappen van de te bezigen houtsoort recht doet wedervaren. Hiertoe was het noodzakelijk, voor alle houtsoorten denzelfden zekerheidscoëfficiënt toe te passen, hetgeen men in de praktijk nog wel eens anders zal wenschen.

B. Gedrukte staaf uit twee balken bestaande.

Nemen we als voorbeeld een vakwerkstaaf met een systeemlengte van 3,— m en een daarop werkende drukkracht van 15 ton.

Gebezigd zal worden djatihout; een zekerheidscoëfficiënt $\eta = 7$ wordt verlangd.

Tusschen de eindpunten worden niet meer dan twee koppelingen gewenscht, zoodat l_1 tennaastenbij (iets kleiner dan) $\frac{1}{3} l$.

Uitwerking.

1) *Bepaling der verhouding $h : b = n$.*

Nemen we hiervoor $n = 2$, dan is $l_1 = 0,3 l = 0,90$ m, waaruit volgt voor den afstand der bouten in de koppelingen $g = \frac{1}{3} (300 - 3 \cdot 90) = 10$ cm.

(Nader zal moeten blijken of de stilzwijgende

aanname dat $\frac{\beta_1}{\beta_s} = 1$ juist is geweest).

De gekozen waarde $n = 2$ blijkt dus goed bruikbaar te zijn.

2) *Bepaling der doorsnede van de enkele staaf.*

De enkele staaf berekenen we voor een knikkracht $P_k = \frac{1}{2} \eta P = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 15 = 52,5$ t.

Als lengte voeren we in $\frac{l}{n} = \frac{3}{2} = 1,50$ m.

Voor djatihout is $w = 1,316$; het hout behoort tot groep II.

De berekening wordt nu verder met behulp van de rekenplaat uitgevoerd; het verloop is door den hieronder gegeven opzet te volgen (eerst schema opzetten).

$$\left. \begin{array}{l} w = 1,316 \\ P = 52,5 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \therefore C_1 \therefore \frac{\eta P}{w} = 40 \\ n = 2 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \therefore C_2 \therefore (H.S.) = \\ = 3,45 \\ = 1,50 \end{array} \right. \quad l = \left\{ \begin{array}{l} \therefore C_2 \therefore b \approx 8,5 \text{ cm.} \end{array} \right.$$

Stoplijn wordt gesneden, dus overgaan naar nomogram A.

$$\begin{array}{l} \text{groep II } \left\{ \begin{array}{l} \therefore A \therefore \xi = 0,278 \\ l = 1,50 \therefore \psi = 0,74 \end{array} \right\} \begin{array}{l} c \cdot \psi = \\ c = 2 \end{array} \\ \text{aangenomen} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{c \cdot n} = \frac{1}{4} \\ \frac{\eta P}{w} = 40 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{1}{4} \cdot 40 = \\ = 1,48 \\ = 10 \end{array} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} = 14,9 \\ = 53 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \therefore C_1 \therefore \chi = \\ \chi = \frac{14,9}{0,278} = \\ \therefore B \therefore \approx 9 \text{ cm (krap).} \end{array}$$

Vereischt zijn dus 2 balken van 9×18 cm², op een afstand van 16 cm h.o.h.

De kolom is ten opzichte van de X-as „gedrongen”,

dus $\frac{\beta_1}{\beta_s} = 1$.

Contrôle.

Volgens formule (I') is

$$\eta \approx \frac{0,31 \cdot c \cdot w \cdot h (b - 2 c \cdot l)}{P}$$

$$\eta \approx \frac{0,31 \cdot 1,2 \cdot 1,316 \cdot 18 (18 - 2 \cdot 1,2 \cdot 3)}{15} \approx$$

$$\approx \frac{0,49 \cdot 18 \cdot 10,8}{15} \approx 6,34.$$

Bij afmetingen van 10×20 cm² zou de zekerheid worden

$$\eta \approx \frac{0,49 \cdot 20 \cdot 12,8}{15} \approx 8,37$$

en bij afmetingen van 10×18 cm² (dus gewijzigde n)

$$\eta \approx \frac{0,49 \cdot 20 \cdot 10,8}{15} \approx 7,05.$$

Deze laatste maten voldoen zeer goed; in de praktijk zal men er licht toe overgaan deze maten te nemen.

De afstand der koppelingen zou dan theoretisch grooter kunnen worden (zie tabel V van bijlage B); practisch moet men zich echter aan de reeds gevonden maat houden, waarmee dan een grootere zekerheid gepaard gaat.

Om een inzicht in de juistheid der formules te krijgen, zullen we ons hier verder houden aan de maat 9×18 .

3) *Contrôle op de zekerheid der enkele staaf.*

De enkele staaf moet berekend zijn op een kniklast

$$P_{k1} = \frac{1}{2} P_k + k \alpha l F_1.$$

Hierin is, volgens tabel V van bijlage B : $k \cdot b = 0,641$ en volgens den staat met gegevens van Indische houtsoorten is voor djati $\alpha = 3,395$.

Dus:

$$k \alpha l F_1 = 0,641 \cdot 3,395 \cdot 300 \cdot 18 = 13\,750 \text{ kg} = 13,75 \text{ t.}$$

Nu is

$$\eta \approx \frac{0,31 \cdot 1,2 \cdot 1,316 \cdot 18 (9 - 2 \cdot 1,2 \cdot 0,90)}{7,5 + \frac{13,75}{\eta}}$$

$$\begin{aligned} 7,5 \eta + 13,75 &\approx 0,49 \cdot 18 \cdot 6,84 \approx 60,2 \\ 7,5 \eta &\approx 46,45 \\ \eta &\approx 6,19. \end{aligned}$$

Nemen we maten van 10×18 , dan blijft de waarde $k \alpha l F_1$ dezelfde, omdat h gelijk bleef; we vinden dan, bij wijziging van $b = 9$ in $b = 10$:

$$\begin{aligned} 7,5 \eta + 13,75 &\approx 0,49 \cdot 18 \cdot 7,84 \approx 69 \\ 7,5 \eta &\approx 55,25 \\ \eta &\approx 7,39. \end{aligned}$$

In overeenstemming met de hierboven uitgesproken verwachting blijkt de zekerheid voor de enkele staaf hier iets groter dan voor het samenstel.

In de praktijk zal er weinig tegen zijn eveneens deze vlug verlopende berekeningen uit te voeren, om dan te besluiten tot 2 staven met afmetingen $10 \times 18 \text{ cm}^2$.

4) *De koppelingen.*

Uitgegaan werd van een kniklengte $l_1 = 0,90 \text{ m}$, waarbij de boutafstand in de koppelingen zal bedragen $g = 0,10 \text{ m}$. Deze maat komt juist overeen met de toe te passen dikte van $0,10 \text{ m}$.

Voor l' is dus in te voeren $0,90 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,10 = 1,1 \text{ m}$.

Bij toepassing van vier bouten vinden we voor den diameter der toe te passen bouten, met inachtneming van den reductie-coëfficiënt wegens toelaatbaar verschil in zekerheids-coëfficiënt voor hout en ijzer

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{0,6 \cdot 0,9} \sqrt{\frac{\alpha l' h}{p}} \approx 0,7 \sqrt{\frac{3,395 \cdot 1 \cdot 18}{4}} = \\ &= 0,7 \cdot 3,9 = 2,73 \text{ cm,} \end{aligned}$$

waarvoor we zouden moeten nemen bouten van ϕ

$$28 \text{ mm of } 1 \frac{1}{8}''.$$

Wordt genoeg genomen met een reductie-coëfficiënt van $0,5$, waarbij dus in dit geval van $\eta = 7$ voor hout, deze waarde voor ijzer $3,5$ wordt, dan is

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{0,5 \cdot 0,9 \cdot 3,9} = 0,635 \cdot 3,9 = \\ &= 2,48 \text{ cm} \approx 1''. \end{aligned}$$

Mocht de berekening in een ander geval tot dusdanig groote bouten voeren, dat daarvoor in de staafhoogte geen plaats is, dan kan men het aantal bouten vergrooten tot bijv. drie rijen van 2, waarbij de kloslengte dan ook groter moet worden.

Ook kan men er rekening mee houden, dat de ingevoerde waarde der door de koppeling op te nemen krachten eigenlijk te groot is, omdat geen rekening werd gehouden met de vermindering der dwarskracht van de einden naar het midden. Volgens den staat in het eerste gedeelte zal de dwarskracht op $1/3$ der lengte slechts de helft bedragen van de waarden bij de einden.

In zoo'n geval zal dus de koppeling niet meer dan ongeveer 80 à 85% van de in rekening gebrachte waarde behoeven op te nemen, waardoor men tot kleinere bouten (of tot een geringer aantal daarvan) komt.

De lengte der klos moet bedragen

$$\begin{aligned} x b &= \frac{520 \alpha_s l'}{V_{sch_h}} = \frac{520 \cdot 3,395 \cdot 1}{82} = 21,5 \text{ cm} \approx \\ &\approx 22 \text{ cm.} \end{aligned}$$

De kloslengte bedraagt meer dan $2b$ en omdat $n < 2$ behoeft aan de lengte van het voorhout geen aandacht te worden besteed.

C. *Gedrukte staaf uit drie balken bestaande.*

Als voorbeeld zullen we nemen een vakwerkstaaf met een systeumlengte van $5,1 \text{ m}$, waarop een drukkracht werkt van 21 ton . Deze staaf wordt in de richting der Y-as ter halve hoogte gesteund.

De staaf wordt geacht te behoren tot het zelfde vakwerk als de onder B behandelde, zoodat het gewenscht is hier direct uit te gaan van een waarde $b = 10 \text{ cm}$.

Houtsoort en zekerheids-coëfficiënt als onder B.

Uitwerking.

Bepaling der doorsnede van de enkele staaf.

Dat twee balken (van rationeele afmetingen) hier niet voldoende zullen zijn, blijkt wel dadelijk hieruit, dat de kniklengte zoowel als de belasting groter zijn dan bij de onder B behandelde staaf.

We beginnen met aan te nemen, dat drie balken noodig zullen zijn en kunnen nu met behulp der contrôle-formule op zeer eenvoudige wijze de afmeting bepalen.

$$P = \frac{0,31 \cdot 1,2 \cdot 1,316 \cdot 30 (h - 2 \cdot 1,2 \cdot 2,5)}{7}$$

$$147 = 0,49 \cdot 30 \cdot (h - 6)$$

$$h - 6 = \frac{147}{0,49 \cdot 30} = 10, \text{ dus } h = 16.$$

$$\frac{l}{h} = \frac{250}{16} = 15,6 < 21; \text{ de staaf is dus gedrongen;}$$

de juiste contrôle-formule is derhalve toegepast.

De vakwerkstaaf kan dus geconstrueerd worden uit drie balken van $10 \times 16 \text{ cm}^2$, op onderlinge afstanden van 20 cm h.o.h.

Wanneer we voor deze vakwerkstaaf hout toepassen van dezelfde afmetingen als te voren, zal de stijfheid groter worden, zoodat het aantal koppelingen kan worden verminderd.

We nemen 3 balken van $10 \times 18 \text{ cm}^2$, op onderlinge afstanden van 20 cm h.o.h.

Kniklengte der enkele staaf.

Nu de waarde van h vergroot is, wordt ook i_x groter.

Voor n is vereischt een waarde 1,6; hierbij behoort $l_1 = 0,4488 L$. Nu de verhouding n groter is geworden, kan (omdat de doorbuiging evenredig is met het kwadraat der traagheidsstralen, en deze laatste evenredig met n) gesteld worden:

$$l_1 = \frac{1,8^2}{1,6^2} \cdot \frac{1}{4} \cdot 0,4488 \cdot L = \frac{324}{256} \cdot 0,1122 \cdot L = 0,142 L, \text{ dus } l_1 = 0,142 \cdot 5 = 0,71 \text{ m.}$$

De ondersteuning ter halve hoogte geeft op dat punt reeds een koppeling. Deelen we nu de halve lengte in drieën, en rekenen we voor den boutafstand in de koppelingen 10 cm, dan wordt

$$l_1 = \frac{1}{3} (250 - 3 \cdot 10) = \frac{1}{3} \cdot 220 = 73 \text{ cm; n.h.v. een geschikte maat.}$$

Voor den toeslag op de belasting der enkele staaf vinden we:

$$0,1 k \propto L F_1 = 0,0482 \cdot 3,395 \cdot 5 \cdot 18 = 14,7 \text{ t.}$$

$$\text{Dus } \eta \approx \frac{0,49 \cdot 18 (10 - 2 \cdot 1,2 \cdot 0,73)}{\frac{1}{3} \cdot 21 + \frac{14,7}{\eta}}$$

$$7\eta + 14,7 \approx 0,49 \cdot 18 \cdot 8,25 \approx 72,8$$

$$7\eta \approx 58,1$$

$$\eta \approx 8,3.$$

Voor de geheele kolom met verzwaarde maten geldt

$$\eta \approx \frac{0,49 \cdot 30 (18 - 2 \cdot 1,2 \cdot 2,5)}{21} \approx \frac{0,49 \cdot 30 \cdot 12}{21} \approx 8,4.$$

De koppelingen.

Voor de kniklengte der enkele staaf werd gevonden $l_1 = 0,73 \text{ m}$; de boutafstand werd gelijk gesteld aan b , dus 0,10 m, zoodat $l' = 0,83 \text{ m}$.

De lengte der klos moet bedragen

$$x b = \frac{0,52 \alpha_s l'}{V_{\text{sch}_h}} = \frac{0,52 \cdot 3,395 \cdot 0,83}{0,082} = 17,8 \text{ cm,}$$

waarvoor we nemen 20 cm.

Den boutdiameter kunnen we hier berekenen met een groote reductie, zooals werd aangetoond.

We zullen echter niet te ver gaan en stellen dien coëfficiënt op 0,5 zoodat we vinden, bij toepassing van vier bouten:

$$d = \sqrt{0,5} \cdot 0,9 \sqrt{\frac{\alpha l' h}{p}} = 0,635 \cdot 3,56 = 2,32 \approx 1''.$$

D. Berekening van een kraankolom.

Stel dat een kraankolom moet worden ontworpen, welke een maximalen last van 30 t te dragen krijgt.

De kolom heeft een lengte van 6,— m; beschikbaar is een bruto-oppervlakte van $0,60 \times 0,80 \text{ m}^2$.

Het te bezigen materiaal is marbau-hout.

Uitwerking.

In den staat van houtsoorten is voor marbau niet de waarde van E_d gegeven, zoodat deze houtsoort niet in een der drie groepen kon worden ondergebracht.

Wel is de waarde E_b gegeven. In het tweede gedeelte werd vermeld, dat volgens een globale formule $E_d = 1,10 E_b$; aangetoond werd in den staat van houtsoorten, dat deze formule belangrijke afwijkingen kan geven. Om voorzichtig te zijn, zullen we den coëfficiënt 1,10 terugbrengen tot 1,— en verder, mede met het oog op mogelijke schokken bij het gebruiken der kraan, den veiligheids-coëfficiënt stellen op 10.

We vinden dan: $E_d = 186\,200 \text{ kg/cm}^2$; $w = 1,862$;

$$V'_d = \frac{826}{1,862} = 443 \text{ kg/cm}^2; \sigma'_v = \frac{348}{1,862} = 187 \text{ kg/cm}^2.$$

Wanneer we nu in *fig. 11* voor deze houtsoort een lijn inteekenen, dan blijkt marbau in groep III thuis te behooren.

Bepaling van n .

Gegeven is een beschikbare bruto-oppervlakte van $0,60 \times 0,80 \text{ m}^2$.

We nemen aan, dat de koppelingen 5 cm buiten de stijlen zullen reiken, dan geldt voor de kolom een maat van $0,50 \times 0,70 \text{ m}$, dus

$$n = \frac{7}{5} = 1,4$$

Deze zelfde verhouding passen we ook toe voor de afzonderlijke stijlen.

Bepaling van $\frac{B'}{b}$ en L' .

$$\text{We nemen voorloopig aan } \frac{B'}{b} = 3, \text{ dan is } L' = \frac{1}{12} \sqrt{3} \cdot C \cdot l = 0,555 \cdot 6 = 3,33 \text{ m.}$$

Bepaling der waarde van $2b$.

$$\left. \begin{array}{l} w = 1,862 \\ \eta P = 300 \end{array} \right\} :: C_1 :: \frac{\eta P}{w} = 161 \left\{ :: C_2 :: (\text{H.S.}) = L' = \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} = 5,37 \\ = 3,33 \end{array} \right\} :: C_2 :: 2b \approx 20 \text{ cm.}$$

Stoplijn wordt gesneden, dus overgaan naar nomogram A.

$$\frac{V'_d \sqrt{3}}{0,6 \beta} = III \quad \left\{ \begin{array}{l} :: A :: \xi = 0,1115 \\ l = 3,33 \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{V'_d} = III \\ :: A :: \psi = \end{array} \right.$$

aangenomen $c =$

$$\frac{1}{c \cdot n} =$$

$$\frac{\eta P}{w} =$$

$$\left. \begin{array}{l} \dots\dots\dots 1000 \xi = \\ = 0,254 \\ = 10 \\ = \frac{1}{14} \\ = 161 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} 1000 \xi - \chi = \\ c \cdot \psi = 2,54 \\ \frac{1}{c \cdot n} \cdot \frac{\eta P}{w} = 11,5 \end{array} \right\}$$

$$\frac{10 \chi}{10 \xi} = \frac{293}{1,115}$$

$$= 111,5$$

$$= 82,2 \left\{ \begin{array}{l} :: B :: \\ en :: C_1 :: \chi = 29,3 \\ :: B :: 2b \approx 21,3. \\ :: B :: \\ :: C_1 :: \xi = 263 \end{array} \right.$$

Er zijn dus vier balken noodig met afmetingen $b = 10,65$ en $h = 1,4 \cdot 10,65 = 14,9$ cm.

Vanzelfsprekend zullen deze maten worden afgerond, ook al met het oog op eenige verzwakking ter plaatse van de koppelingen.

Ter toetsing van de formules zullen we ons verder aan de berekende theoretische maten houden.

Contrôle-berekening (toetsing formule 9).

$$\text{Voor } \frac{B}{b} = 3 \text{ is } i_y = 1,0408 \quad b = 1,048 \cdot 10,65 =$$

$$= 11,1 \text{ cm, dus } \frac{l}{i} = \frac{600}{11,1} = 54.$$

$$\sigma_k = w \left(c V'_d - 3,37 \frac{l}{i} \right) =$$

$$= 1,862 (1,4 \cdot 310 - 3,37 \cdot 54) =$$

$$= 469 \text{ kg/cm}^2$$

$$\eta P = 4 \cdot 1,4 \cdot 10,65^2 \cdot 469 = 298\,000 \text{ kg.}$$

$$\eta = \frac{298}{30} = 9,93.$$

Bepaling van de kniklengte der enkele staaf.

Achtereenvolgens zal voor eenige waarden van $\frac{B}{b}$ de kniklengte der enkele staaf worden bepaald.

I. Voor een definitieve waarde $\frac{B}{b} = 3$ geldt

$$l_1 = \frac{\beta_s}{\beta_1} \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot l = 1 \cdot 0,0925 \cdot 1 \cdot 6 = 0,555 \text{ m,}$$

$$0,1 k \alpha_s l F_1 = 0,0641 \cdot 6,28 \cdot 6 \cdot 14,9 = 36 \text{ t;}$$

derhalve

$$\eta \approx \frac{0,31 \cdot c \cdot w \cdot h \cdot (b - 2cl)}{\frac{1}{4} P + \frac{36}{\eta}} \approx$$

$$\approx \frac{0,434 \cdot 1,862 \cdot 14,9 (10,65 - 2,8 \cdot 0,555)}{7,5 + \frac{36}{\eta}}$$

$$7,5 \eta + 36 \approx 0,81 \cdot 14,9 \cdot 9,10 \approx 110$$

$$7,5 \eta \approx 74$$

$$\eta \approx 9,88.$$

II. Voor een definitieve waarde $\frac{B}{b} = 4$ geldt

$$l_1 = 1 \cdot 0,0473 \cdot 3,16 \cdot 6 = 0,90 \text{ m.}$$

$$0,1 k \alpha_s l F_1 = 0,0491 \cdot 6,28 \cdot 6 \cdot 14,9 = 27,65 \text{ t.}$$

$$\eta \approx \frac{0,81 \cdot 14,9 (10,65 - 2,8 \cdot 0,90)}{7,5 + \frac{27,65}{\eta}}$$

$$7,5 \eta + 27,65 \approx 0,81 \cdot 14,9 \cdot 8,13 \approx 98,2$$

$$7,5 \eta \approx 70,55$$

$$\eta \approx 9,4.$$

Brengen we den toeslag der belasting in rekening met inachtneming der verhoudingen van $\frac{B'}{b}$ en $\frac{B}{b}$, dan vinden we

$$7,5 \eta + \frac{3}{4} \cdot 27,65 \approx 98,2$$

$$7,5 \eta \approx 77,5$$

$$\eta \approx 10,3.$$

III. Voor een definitieve waarde $\frac{B}{b} = 5$ geldt

$$l_1 = 1 \cdot 0,296 \cdot 7,32 \cdot 6 = 1,26 \text{ m.}$$

$$0,1 k \alpha_s l F_1 = 0,0396 \cdot 6,28 \cdot 6 \cdot 14,9 = 22,2 \text{ t.}$$

Derhalve

$$\eta \approx \frac{0,81 \cdot 14,9 (10,65 - 2,8 \cdot 1,26)}{7,5 + \frac{22,2}{\eta}}$$

$$7,5 \eta + 22,2 \approx 0,81 \cdot 14,9 \cdot 7,13 \approx 86,2$$

$$7,5 \eta \approx 64$$

$$\eta \approx 8,53.$$

Wijziging als bij II:

$$7,5 \eta + \frac{3}{5} \cdot 22,2 \approx 86,2$$

$$7,5 \eta \approx 72,9$$

$$\eta \approx 9,7.$$

IV. Voor een definitieve waarde $\frac{B}{b} = 6$ geldt

$$l_1 = 1 \cdot 0,0191 \cdot 14,14 \cdot 6 = 1,62 \text{ m.}$$

$$0,1 k \alpha_s l F_1 = 0,0331 \cdot 6,28 \cdot 6 \cdot 14,9 = 18,5 \text{ t.}$$

$$\eta \approx \frac{0,81 \cdot 14,9 (10,65 - 2,8 \cdot 1,62)}{7,5 + \frac{18,5}{\eta}}$$

$$7,5 \eta + 18,5 \approx 0,81 \cdot 14,9 \cdot 6,11 \approx 73,9$$

$$7,5 \eta \approx 55,4$$

$$\eta \approx 7,4.$$

Wijziging als bij II:

$$7,5 \eta + \frac{3}{6} \cdot 18,5 \approx 73,9$$

$$7,5 \eta \approx 64,65$$

$$\eta \approx 8,6.$$

Uit deze voorbeelden zien we, dat de benaderingsformule alleszins bevredigende uitkomsten zal geven,

mits de waarde $\frac{B}{b}$ niet al te zeer wordt vergroot.

Bij een sterke vergroting der waarde $\frac{B}{b}$ vindt men

voor de kniklengte der enkele staaf een betrekkelijk groote waarde; in de practijk zal men niet zoover willen gaan, doch deze waarde eenigszins beperken, zoodat tenslotte toch uit de formule een voldoende waarde voor den zekerheids-coëfficiënt zal volgen; deze waarde zal in werkelijkheid nog hoger zijn.

Bepaling der definitieve afmetingen van de kolom.

Gevonden werd een afmeting voor de enkele staven van $10,65 \times 14,9 \text{ cm}^2$, waarvoor we nemen $12 \times 16 \text{ cm}^2$. De verhouding $n = 1,4$ wordt dan wel niet gehandhaafd, doch dit is geen overwegend bezwaar.

Kniklengte der enkele staaf.

Voor $\frac{B}{b}$ vinden we nu $\frac{50}{12} = 4,17$; door interpolatie

vinden we voor de coëfficiënten C_2 en C_3 resp. 0,0436 en 3,42 en voor $k \cdot b$ de waarde 0,474.

Dan is dus

$l_1 = 0,0436 \cdot 3,42 \cdot 6 = 0,893 \text{ m}$, waarvoor we nemen 0,88 m, zoodat bij een boutafstand in de koppelingen van 12 cm de waarde van $l_1 = 1, — \text{ m}$ wordt.

Verder is $0,1 k \alpha_s l F_1 = 0,0474 \cdot 16 = 28,5 \text{ t.}$

(In feite is deze waarde kleiner).

Derhalve

$$\eta \approx \frac{0,81 \cdot 16 (12 - 2,8 \cdot 0,88)}{7,5 + \frac{28,5}{\eta}}$$

$$7,5 \eta + 28,5 = 0,81 \cdot 16 \cdot 9,54 \approx 124$$

$$7,5 \eta \approx 95,5.$$

Nu is het aantal velden, waarin de kolom verdeeld wordt door de koppelingen, even; verminderen we het met één, dan wordt

$$l_1 = \frac{1}{5} (6 - 5 \cdot 0,12) = \frac{1}{5} \cdot 5,40 = 1,08 \text{ m.}$$

Nu vinden we

$$7,5 + 28,5 \approx 0,81 \cdot 16 (12 - 2,8 \cdot 1,08) \approx 116.$$

$$7,5 \approx 87,5.$$

De knikzekerheid der enkele staaf is dus meer dan voldoende.

σ_k = spanning, welke de staaf doet knikken.
 V_d = vastheid tegen druk.
 $V'_d = V_d : w$
 σ_p = proportionaliteitsgrens der drukspanning.
 E_d = elasticiteitsmodulus (bij druk).
 $w = \frac{E}{10^5}$; waardeeringscoëfficiënt voor houtsoorten
 met het oog op druk.
 c } coëfficiënten in de knikformules voor Indische
 β } houtsoorten.

In de ontwerp-formules voor hout:

$$\xi = \frac{V'_d \sqrt{3}}{0,6 \beta} \cdot \frac{1}{l} \quad \chi = \frac{\eta P}{w} \cdot \frac{1}{n} \cdot \psi$$

$$\psi = \frac{\xi}{V'_d} \quad \zeta = \frac{\chi}{\xi}$$

INHOUDSOVERZICHT.

Voorwoord.	I. 162
Inleiding.	I. 162

EERSTE GEDEELTE.

Algemeene formules voor samengestelde doorsneden.	
Formule van <i>K r o h n</i>	I. 162
Nieuwe formule	I. 163
Kolommen uit meer dan twee staven	I. 167
Kolommen uit drie staven	I. 168
Kolommen uit vier staven	I. 168
Kniklengte van de enkele staaf.	I. 170
Ontwerp-formules.	I. 171
Enkelvoudige staven	I. 172
Kolommen uit twee staven	I. 172
Kolommen uit vier staven	I. 172
De koppelingen.	I. 172
Naschrift.	I. 174

TWEEDE GEDEELTE.

Knikformules voor Indische houtsoorten.	I. 190
Inleiding	I. 190
Grenzen van het niet-elastische gebied	I. 190
Te gebruiken waarden	I. 191
Eerste opzet van het onderzoek	I. 191
Definitieve opzet van het onderzoek	I. 191
Invoering der waarden in een formule van den vorm zooals <i>T e t m a j e r</i> die gaf	I. 194
Globaal karakter der gemiddelde waarden	I. 196
Toepassing	I. 196
Conclusie	I. 197
Aanhangsel	I. 197

DERDE GEDEELTE.

Formules voor controleeren en voor ontwerpen van enkelvoudige en samengestelde doorsneden bij toepassing van Indische houtsoorten.	
Contrôle-formules.	I. 197
Gedrongen staven	I. 197
Slanke staven	I. 197

Ontwerp-formules.	Blz. I. 198
Algemeen.	I. 197
Enkelvoudige staven	I. 198
De rekenplaat II.	I. 199-200
Samengestelde kolommen.	I. 201
a. Kolommen, waarvan één as der samenstellende deelen samenvalt met een as van het geheel	I. 201
Onderlinge afstand der staven.	
Bepaling van den traagheidsstraal van het samenstel.	
Kniklengte der enkele staaf.	
Kolommen, welke in één richting zijdelings gesteund worden.	
Berekening van de kolom.	
b. Kolommen uit vier staven, waarbij de twee hoofdassen van traagheid materiaal-vrij assen zijn	I. 202
Berekening bij vrij ontwerp.	
Berekening bij gegeven maten voor B en H.	
Beperking van het aantal koppelingen.	
Contrôle.	
De koppelingen	I. 235
Koppeling van twee staven	I. 236
1) Bepaling van den diameter der bouten bij belasting op afschuiving	I. 236
2) Bepaling van de grootte der bouten, wanneer uitsluitend gerekend wordt op de wrijving tusschen staven en klos	I. 237
Bepaling der grootte van het wrijvingsvlak	I. 238
Grootte der volgplaten onder boutkoppen en moeren	I. 239
Koppeling van meer staven met gemeenschappelijke as	I. 239
Koppeling bij een kolom uit vier staven	I. 239
Andere wijze van koppeling	I. 240
SLOT	I. 240

Staten en tabellen in den voorgaanden tekst:

I. Bepaling der waarden van $V'_d - \sigma'_k$ en van β' .	I. 166
II. Overzicht der formules met bijbehorende becijferingen.	I. 195
III. Grenzen, waarbinnen de formules voor de verschillende groepen geldig zijn.	I. 195
IV. Maximum-, minimum- en gemiddelde waarden voor djatihout.	I. 196

Bijlage, bevattende de berekening van eenige gedrukte staven met gebruikmaking van de ontwikkelde formules.	
Vergelijking van de nieuwe formules met die van <i>K r o h n</i> , en toetsing aan gegevens omtrent beproefde staven	I. 240
Voorbeelden van toepassing der nieuwe formules bij berekening van uit Indische houtsoorten samen te stellen constructies	I. 246

BIJLAGEN:

A. Uitkomsten van dr. L. G. den Berger's onderzoekingen van Indische houtsoorten, voor zoover deze bij knikberekeningen van noode zijn. Gegevens voor de berekening van gedrukte houten staven	I. 192-193
B. Gegevens en formules voor het ontwerpen en controleeren van gedrukte houten staven	na I. 203
C. Beteekenis van de gebezigde letters	I. 251

Nu volgt verder uit de figuur, dat

$$\frac{W}{V} = \frac{B_1 B}{AB}, \text{ zoodat}$$

$$\overline{B_1 B} = \frac{2H \cdot W}{g \cdot T}, \text{ waarna men tenslotte voor de}$$

grootte van de afwijking vindt:

$$\overline{BB_{11}} = W \cdot T - \frac{2H \cdot W}{g \cdot T} \text{ of:}$$

$$\overline{BB_{11}} = W \left(T - \frac{2H}{g \cdot T} \right),$$

waaruit de genoemde eigenschap volgt.

Literatuur.

- Cranz: Lehrbuch der Ballistik, 1925.
 Wimperis: The experimental determination of the Trajectory of Aircraft Bombs. Reports & Memoranda nr. 1121, 1928.
 Gebauer: Mémorial de l'Artillerie française, 1934.
 Otten: Ballistische gegevens van vliegtuigbommen, *De Ingenieur in Ned.-Indië*, No. 12 — 1936.
 Goote: Ballistische gegevens van vliegtuigbommen, *Luchtmacht*, 1937, nr. 2.
 Otten: Grafieken en tabellen voor bombanen, *Luchtmacht*, 1937, nr. 3.
 Goote: Ballistische gegevens van vliegtuigbommen, *Luchtmacht*, 1937, nr. 4.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Prijsvragen,

uitgeschreven door *Het Prijsvragenfonds der Technische Hoogeschool*, Stichting gevestigd te Bandoeng (Java, Ned.-Indië).

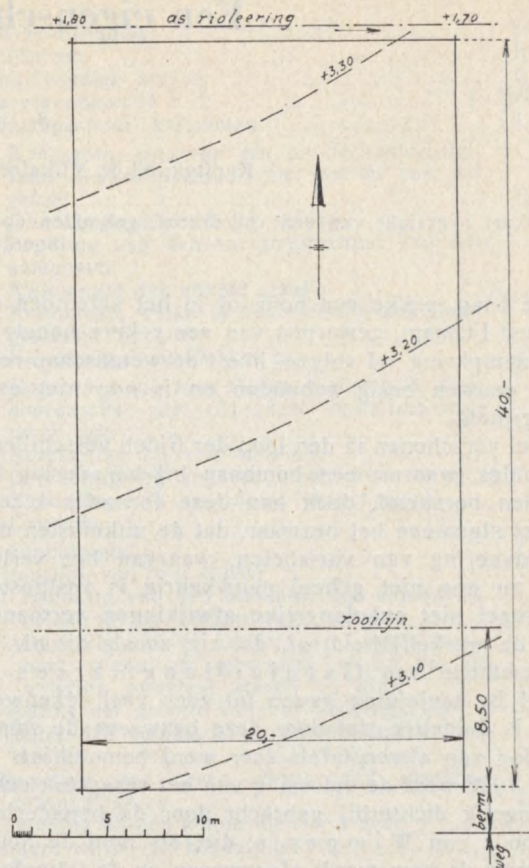
5e. Prijsvraag.

Gevraagd wordt een beschouwing:

op technisch-hygiënischen en economischen grondslag over bouwwijze, materiaalkeuze, ruimteschikking, inrichting en bescherming tegen warmteinstraling van woonhuizen voor een plaats met tropisch kustklimaat, ingericht voor regeling van het binnenhuisklimaat (airconditioning) der belangrijkste woon- en slaapruidten, door middel van mechanische luchtwisseling en luchtreiniging, en voorzien van dag- en kunstverlichting volgens de laatste normen.

Deze beschouwing moet vergezeld gaan van een ontwerp met een beschrijving van een verdiepingswoning van hoogstens 150 m² bebouwd oppervlak, (schaal 1 : 50), waarin wordt aangetoond hoe door den gegeven bouwtrant, indeeling en gebruik der ruimten het binnenhuis-klimaat economisch kan worden geregeld.

Het bouwterrein is op bijgaande tekening aangegeven.



Situatie.

In het ontwerp moet worden gestreefd naar beperking van volume, terwijl daarin moet worden opgenomen: de noodige sanitaire voorzieningen t.a.v. drink- en badwatertoevoer, zoowel warm- als koudwater, verwijdering van afvalwater en afvalstoffen, zoomede de bereiking en bewaring (koeling) van spijzen en dranken.

Met het oog op arbeidsbesparing en rationalisatie van de huishouding wordt prijs gesteld op voorzieningen voor een gemakkelijke bereiding en opdiening van maaltijden, mechanische behandeling der wasch en geringen omvang der bijgebouwen.

Bij het ontwerp en den daartoe-behoorenden tuinaanleg dient er rekening mede te worden gehouden, dat voor de bewoners gelegenheid bestaat buiten te verblijven.

In de plaats waarvoor het woonhuis is bedoeld, kan een aansluiting op het openbare electriciteitsnet worden verkregen.

Toelichting.

1. Voor de woning met tuin is een stuk grond volgens de maten van bijgaande tekening beschikbaar. De woning is bedoeld voor een gezin met twee kinderen (oudere zoon en dochter).
2. Op de tekening van het terrein zijn de hoogtelijnen aangegeven.
3. Aangenomen moet worden een hoogste grondwaterpeil van 1 m ÷ het maaiveld.

4. De heerschende windrichting in den natten moeson is NW — ZO.
5. Er moet voorzien worden in den afvoer van faecaliën en gebruikswater door middel van een gesloten rioolstelsel met afvoer naar de leiding, die gelegen is aan de Zuid-zijde, langs de erf-grens.
6. De in toepassing gebrachte bijzondere voorzieningen voor regeling van het binnenhuisklimaat moeten worden omschreven en de kosten daarvan vermeld.
7. Aangevoerd moet worden, dat de gesuggereerde bouwwijze en de daarbij opgenomen voorzieningen economisch aanvaardbaar zijn, zoowel door de bouw- en installatiekosten als door de maandelijks terugkerende kosten.
8. Voor de ventilatie en de regeling van het binnenhuisklimaat wordt in het bijzonder verwezen naar de artikels: G. Ferguson: „Centrale koeling voor huizen en kantoren in de tropen”. (*De Ingenieur* 1933, 2. 165) en C. P. Mom: „Luchtbehandeling in de tropen”. (*De Ingenieur in Ned.-Indië*, 1937, VI, 13).

6e. Prijsvraag.

Ofschoon het een bekend verschijnsel is, dat in beweging zijnd water het vermogen bezit om zinkstoffen (zand, grind, steenen, enz.) van den toestand van rust in een bewegingstoestand te brengen, in beweging te houden, dan wel van uit een bewegingstoestand in rust te brengen (bezinken), is het niet nauwkeurig bekend door welke wetten deze verschijnselen beheerscht worden, en hoe de verschillende bewegingen van deze stoffen zijn.

Gevraagd wordt een duidelijk overzicht te geven:

- a. van de bestaande opvattingen, begrippen of (en) theorieën omtrent den aard (oorzaken, vormen) van de bewegingen der zinkstoffen (eventueel tevens der zweefstoffen) bij verschillende bewegingstoestanden van het water; zooals bij laminaire beweging, bij stroomen, schieten, bij wervels (circulatie, rotatie), walsen, golven, (eb en vloed), enz.
- b. een duidelijke en zakelijke kritiek te geven omtrent de opvattingen, begrippen of (en) theorieën, bedoeld sub a.
- c. duidelijke omschrijvingen te geven van eventuele eigen inzichten ter zake, al of niet getoetst aan metingen of onderzoekingen, welke verricht zijn in natuurlijke of (en) in kunstmatige waterlopen (laboratorium-onderzoekingen).

In verband met de practische waarde van de beantwoording van de prijsvraag, zal in het bijzonder gelet worden op omschrijvingen van inzichten omtrent het ontstaan, in stand houden, en verdwijnen van geulen en banken (riffels) in rivieren en zeearmen; zoomede omtrent den invloed van waterbouwkundige werken (kribben, dammen, baggeren) op deze verschijnselen.

Voorwaarden van mededinging.

1. De mededinging staat voor ieder open.
2. Voor de beantwoording, indiening etc. van deze prijsvragen gelden de „Regelen”, gelijk die zijn vastgesteld door het Bestuur van „Het Prijsvragenfonds der T.H.”, ddo. 20 Augs. 1925, nader aangevuld en gewijzigd in Maart 1928 (Zie ook 2e. jaarboek der T.H., Juli 1928), welke op aanvraag gratis verkrijgbaar zijn bij den Secretaris der Technische Hoogeschool te Bandoeng.
3. Als prijzen voor bekroning der ontwerpen worden beschikbaar gesteld:

Voor de 5e prijsvraag:

- a. een eerste prijs van f 1 000,— òf een gouden medaille geslagen op den stempel der Technische Hoogeschool (naar keuze van den auteur der bekroonde inzending);
- b. een tweede prijs van f 500,—.

(Het Bestuur vermeldt hierbij met erkentelijkheid, dat het hiertoe in staat gesteld is door een belangrijke financieele bijdrage van de N.V. Algemeene Nederlandsch-Indische Electriciteits-Maatschappij).

Voor de 6e prijsvraag:

- c. één prijs van f 500.— òf een gouden medaille geslagen op den stempel der Technische Hoogeschool (naar keuze van den auteur der bekroonde inzending).
4. Antwoorden moeten worden ingezonden vóór 1 Januari 1940.
5. Eventueel gewenschte nadere inlichtingen uitsluitend te bekomen bij den Voorzitter der Faculteit van Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng.

Gepubliceerd door het Bestuur van „Het Prijsvragenfonds der T.H.” in September 1938.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 Augustus 1938 o.m. openbaar gemaakt. Onder de aandacht van belanghebbenden wordt gebracht, dat aan den Octrooiraad te 's-Gravenhage te richten bezwaarschriften tegen de verleening van octrooi, en verzoekschriften tot het verkrijgen van een recht als voorgebruiker of tot vermelding van een naam van den uitvinder in het octrooi, bij het Kantoor voor den Industrielen Eigendom (Dept. van Justitie) te Batavia-C. kunnen worden ingediend, onder aanteekening, dat tegen de verleende octrooien niet anders kan worden opgekomen dan door een vordering tot nietigverklaring of opeisching bij de gewone rechters in Nederland.

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

15 December 1938.

- No. 66020 Ned. kl. 23 b 7e. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, te 's-Gravenhage: Werkwijze voor het splitsen van koolwaterstofmengsels in hun componenten of componentengroepen.
- No. 75895 Ned. kl. 72 c 15. Société de Prospection Electrique „Procédés Schlumberger”, te Parijs: Inrichting voor het afschieten van projectielen binnen in een boorgat.
- No. 79466 Ned. kl. 23 b 7g. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, te 's-Gravenhage: Werkwijze voor de raffinage van koolwaterstoffen.
- No. 79912 Ned. kl. 55 b 1. De Vereeniging „Het Proefstation voor de Java-Suikerindustrie”, te Soerabaia: Werkwijze voor het behandelen van halfstof voor de papierfabricage, waarbij de vooraf ontsloten vezelmassa ter afscheiding van een deel van de kortere vezels aan een zeeffproces wordt onderworpen.
- No. 80409 Ned. kl. 23 b 7a. Standard Oil Development Company, te Linden, N. J., Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het verbeteren van kleur, fluorescentie en bestendigheid tegen oxydatie van olie.
- No. 82013 Ned. kl. 5 a 39. The Dow Chemical Company, te Midland, Michigan, Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het afdichten van waterhoudende lagen van olie- of gasputten.
- No. 82703 Ned. kl. 1a. Humboldt-Deutzmotoren A.G. te Keulen, Deutz.: Werkwijze en inrichting voor het toevoeren van het te scheiden materiaal aan luchttafels voor het verwerken van grove kool onder toevoeging van betrekkelijk fijne kool.
- No. 82811 Ned. kl. 1a. S. A. des Charbonnages de Beeringen, Coursel-lez-Beeringen, België: Toestel voor het afscheiden van stof uit vochtig korrelig materiaal, in het bijzonder uit kolengruis.
- No. 80612 Ned. kl. 5c. Hugh Wood, Engeland: Metalen mijngangondersteuning.
- No. 80704 Ned. kl. 20d. N. V. Werkspoor, Amsterdam: Draaistel voor een railvoertuig, voorzien van een stabiliseerinrichting voor het tegengaan van schommelingen van den wiegbalk om een horizontale lengteas.
- No. 78604 Ned. kl. 20i. Ver. Eisenbahn-Signalwerke Ges. Berlijn: Automatisch blokstelsel.
- No. 81127 Ned. kl. 61a. Degea A.G., Berlijn: Kap voor het beschermen van de uitademklep van een gasmasker of soortgelijk beschermingstoestel.
- No. 77183 Ned. kl. 62. R. R. Gobereau, Frankrijk: Luchtschroef met automatisch instelbaren invalshoek der bladen, waarbij de instelorganen worden beïnvloed door het motorkoppel, de centrifugaalkracht en de luchtkracht.
- No. 77277 Ned. kl. 63c. G. H. Schieferstein, Berlijn: Veerende ondersteuning voor voertuigen.
- No. 80416 Ned. kl. 72c. F. Krupp A.G., Essen: Loop voor terugloopgeschut.
- No. 78972 Ned. kl. 72d. H. A. Roberts, Engeland: Patroonhuls en werkwijze voor het vervaardigen dier huls uit mengsels, die een celluloseverbinding, een plasticermiddel en een vulstof bevatten.
- No. 76482 Ned. kl. 72h. I. J. Stäck, Stockholm: Inrichting voor het ontnemen van aandrijfgassen aan den loop van een door gas gedreven automatisch vuurwapen.
- No. 81508 Ned. kl. 72i. H. Junghans, Duitschland: Schokbuis, waarvan de slagpen door een centrifugaalschuif gegrendeld wordt, welke op haar beurt weer door een traagheidsorgaan gegrendeld wordt.
- No. 82299 Ned. kl. 72i. H. Junghans, Duitschland: Mechanische tijdschokbuis.
- No. 80428 Ned. kl. 80a. Ir. J. H. Timmer, Groningen: Inrichting voor het machinaal bewerken der einden van aarden buizen, in het bijzonder draineerbuisen, die in een strengpers gevormd zijn.
- No. 78475 Ned. kl. 80b. D. and A. Chemical Cy., North Cambridge, Massachusetts, Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het bereiden van betonmortel.

Handelingen Weensch sub-congres der World Power Conference 1938.

In het voorjaar van 1938 zullen vermoedelijk de volledige Handelingen van bovengenoemd te Weenen gehouden congres het licht zien. De omvang zal 8 deelen, met rond 4 000 pagina's tekst beslaan. Van de 193 verhandelingen valt het meerendeel onder de 5 rubrieken van het programma: energievoorziening van den landbouw, van bedrijven, van de huishouding, der openbare verlichting en der electrische spoorwegen. Met uitzondering van de laatstgenoemde, omvatten de overige rubrieken alle in aanmerking komende vormen van energie: vaste en vloeibare brandstoffen, gas, waterkracht, windkracht, stoom, electriciteit, menselijke en dierlijke drijfkracht.

Elk van de 5 afdeelingen zal door een algemeen rapport in 3 talen (Duitsch, Fransch en Engelsch) worden aangevuld, terwijl bovendien in een rubriek Q (Querschnittsberichte) mededeelingen uit diverse afdeelingen zullen worden opgenomen.

Een chronologisch overzicht en een register zullen het uitvoerige werk besluiten.

De uitgave wordt verzorgd door V.D.I.-Verlag, G.m.b.H., Berlin NW 7. Bij bestelling vóór het verschijnen zal de prijs van het geheele werk compleet $\pm$ R.M. 125,— bedragen, welke na het verschijnen verhoogd wordt tot $\pm$ R.M. 150,—.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

A. C. Davidson, M. Sc.:

The Constitution of the Alloys of Tin with Bismuth. Publicatie van The International Tin Research and Development Council, Serie A, No. 77.

Door den schrijver werd het evenwichtsdiagram van tin en bismuth opnieuw bepaald. Dit onderzoek is neergelegd in de bovengenoemde Publicatie A no. 77 van de International Tin Research and Development Council.

In het verslag is een lijst opgenomen van de verschillende waarden, welke door vroegere onderzoekers voor de eutectische temperatuur en samenstelling en voor de vaste oplosbaarheid van bismuth in tin werden gevonden.

De methode van onderzoek wordt uitvoerig beschreven, terwijl de slotsom luidt, dat de eutectische temperatuur 138,5°C bedraagt en de eutectische samenstelling 57% tin bevat. De oplosbaarheid van bismuth in tin loopt van meer dan 21% bij de eutectische temperatuur tot minder dan 1% bij kamertemperatuur.

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

Departement van Verkeer en Waterstaat:

Verslag Havenwezen, met inbegrip van 's Lands Baggerbedrijf en Groot Materieel, over de jaren 1936 en 1937.

In dit 205 bladzijden tellende (geroneografeerde) verslag worden na een algemeen overzicht, in opvolgende hoofdstukken de 6 Landshavenbedrijven (Tandjong Priok, Soerabaja, Semarang, Belawan, Makassar en Emmahaven) alsook de 18 kleine bedrijfshavens uitvoerig behandeld, de havenbedrijven naar de rubrieken: haventarieven, scheepsbezoek, goederenverkeer, bedrijfsuitgaven en -ontvangsten, en enkele gegevens betreffende den verkoop van water en electriciteit, c.q. betreffende de belangrijkste bedrijfsonderdelen, terwijl van de kleine bedrijfshavens onder de rubrieken: haventarieven, scheepsbezoek, goederenverkeer en financieele uitkomsten de tot de verslagjaren behorende gegevens worden vermeld.

Na een hoofdstuk gewijd aan Technische zaken (uitgevoerde werken, alsmede gedetailleerd overzicht van uitgaven daarvoor) bevatten de laatste 2 hoofdstukken het verslag over het Landsbaggerbedrijf (materieel, kapitaalrekening en bedrijfsresultaten '36 en '37, en verricht baggerwerk en opspuitingswerkzaamheden) en het Beheer van 's Lands materieel.

BOEKBESPREKING.

Ir. D. G. Romijn:

Meetsluizen ten behoeve van Irrigatiewerken.

Uitgave van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs Ned.-Indië. Prijs f 2,—

Nadat het Cipoletti-meetschot door P. Grinwis Plaat, in zijn bekende werk „Bevloeiingen in Noord-Italië en Spanje”, in Nederlandsch-Indië geïntroduceerd was, heeft gedurende ± 20 jaar deze wijze van watermeting de voorliefde van den Irrigatiedienst gehad, wanneer we althans de meer primitieve meting door drijvingen niet mederekenen.

Op den duur ontstond er toch behoefte aan andere meetmethoden, waarbij in bepaalde gevallen hinderlijke eigenschappen van het meetschot (o.a. groot verval) konden worden vermeden.

Zoo is het te verklaren dat in de laatste 12 jaren andere meetinrichtingen burgerrecht verkregen, en dat thans in Ned.-Indië een groote verscheidenheid van meetsluizen gebruikt wordt.

Het is van het grootste belang voor degenen, die de meetinrichtingen ontwerpen of exploiteeren, dat van de daarover ontstane literatuur een compilatie wordt gegeven, zoodat de voor- en nadeelen op evenwichtige wijze tegenover elkander worden uiteengezet. Mocht indertijd bij het publiceeren der typen eenig chauvinisme van den voorsteller in het spel zijn geweest, thans, nadat in de laatste 4 jaren geen nieuwe publicaties verschenen zijn en het laatste type, de overlaatmeetsluizen, door den schrijver van de handleiding zelf beproefd en gepubliceerd, in ruime mate wordt toegepast, is dit overzicht van zeer veel belang.

Achtereenvolgens behandelt de schrijver het Cipoletti-meetschot, Venturimeter-inlaten, meetsluizen van het type Crump-de Gruijter en de overlaatmeetsluizen. Het werkje eindigt met een hoofdstuk „Keuze van het type”.

Mooi is het theoretische verband, dat de schrijver tusschen de laatste 3 typen legt.

Ook kan ik mijn waardeering uitspreken over het overzicht van de verschillende differentiaal-peilschalen, welke in het 2de hoofdstuk uitvoerig worden besproken.

Misschien zal iemand zich afvragen of, nu het overlaat-type in den laatsten tijd zóó goed voldaan heeft, en andere typen vrijwel niet meer gebouwd worden, dit werkje niet min of meer overbodig is geworden. Dit overzicht blijft echter van belang, omdat in den loop der jaren zooveel van de vermelde typen gebouwd werden, en nog in exploitatie zijn, dat een handleiding daarover juist nu van zeer groot nut is.

De schrijver heeft zijn taak serieus en met toewijding aangevat. Het geheel geeft blijk, dat het vraagstuk van meetsluizen tot tegenwoordige inzichten is bijgewerkt, zoodat een woord van waardeering voor de zorgvuldigheid van bewerking en de kennis waarvan de schrijver in dit werkje blijk geeft, hier zeker op zijn plaats is.

Enkele opmerkingen mogen hier nog volgen.

Op pag. 7 wordt door den schrijver geadviseerd voor één gebied de Cipoletti-meetschotten bij voorkeur een gelijke overstorthoogte te geven en de breedte evenredig aan de in te laten debieten aan te nemen. Dit kan wel gelden voor de overlaatmeetsluizen, doch is voor het Cipolettimeetschot niet aanvaardbaar, omdat de mesbreedte bij goede meting $3 \times$ de overstorthoogte moet zijn, zooals o.a. ook door P. Grinwis Plaat is medegedeeld. De schrijver heeft dezen eisch ook niet vermeld.

Bij de Venturimeters miste ik de mogelijkheid tot verhooging van het meetbereik, door het aanbrengen van een klos tot halve keelhoogte, waarmede het meetbereik verdubbeld wordt. Deze methode werd met succes in het Pemaligebied toegepast.

Naar mijn meening had de behandeling van type IV van de differentiaalpeilschalen iets duidelijker kunnen zijn.

Schrijver noemt deze buisvlotters, maar schrijft dan, dat zij zwaarder zijn dan water. Onder een vlotter verstaat men toch een drijvend voorwerp. Jammer dat in fig. 7 de buizen geen gelijken diepgang hebben, waarmede de opmerkingen op pag. 31 niet in overeenstemming zijn.

Ten slotte nog een algemeene opmerking. Bij de dimensionering van de verschillende meetsluizen is de nauwkeurigste watermeting bij geringe debieten van het grootste belang.

Wanneer men over ruime debieten beschikt is een kleine meetfout van geen overwegende beteekenis.

De maximum debieten laat men bovendien slechts gedurende 2 à $2\frac{1}{2}$ maand van het jaar in.

Het is bij de dimensionering van meetsluizen gewenscht, dat men daarmede rekening houdt. Varieert in een gebied de in te laten hoeveelheid bv. tusschen 1,4 l/ha/sec en 0,5 l/ha/sec, dan kan het aanbeveling verdienen de dimensionering van de meetsluizen op

een basis van 1 l/ha/sec te ontwerpen bij 0,30 m overstorthoogte, waardoor bij meetoverlaten een smalere, dus goedkoopere sluis kan worden toegepast, die bij lagere debieten een betere aflezing en dus een zuiverder meting mogelijk maakt.

Dit geldt niet bij toepassing van venturimeters, doch is ook van belang bij meetschotten en Crump-de Gruyter-sluisen.

Ten slotte nog een woord van waardeering voor de zeer volledig uitgewerkte uitvoeringsvoorbeelden.

Dit werkje zal ook voor de middelbare krachten, die dagelijks met het meten van debieten te maken hebben, een goede raadgever zijn.

ir. W. S w a a n.

UIT INHOUD VAN TIJDSCHRIFTEN.

Der Bauingenieur, Jhrg. 19 Heft 27/28, 8 Juli 1938.

Die Boulder-Sperre, von Dipl. Ing. E. Bachus. — Der Einfluss des einfachen Versatzes auf die Querschnittsbemessung gedrückter Stäbe, von Dr. Ing. W. Peise. — Kurventafel zur Bestimmung der grössten Durchbiegungen für durchlaufende Träger unter Einzelasten, von Dipl. Ing. E. Reichdorf. — Rahmenberechnung nach Fukuhei Fakabeya, erweitert für die Berücksichtigung des Einflusses von Pilzköpfen, von Dipl. Ing. E. Kieseewetter. — *Kurze Technische Berichte*: Der gegenwärtige Stand und die augenblicklich in Angriff genommenen Arbeiten des Pariser Stadtbahnnetzes. — Schwerpunktastabstand beim verschränkten Trapez.

Der Bauingenieur, Jhrg. 19 Heft 29/30, 22 Juli 1938.

Ein neues Verfahren zur Schutzbehandlung hölzerner Dalben, von Dipl. Ing. H. Wedekind. — Geräte für Setzungsmessungen an Bauwerken und Dämmen, von Dr. Ing. A. Scheidig und Dipl. Ing. H. Leussink. — Die Einbeziehung der Peterskirche und ihres Zuganges in die städtebauliche Planung Roms, von Ing. G. Tian. — Zur Ableitung der Eulerschen Knicklast, Dr. Ing. A. Schleusner. — *Kurze Technische Berichte*: Hafenbautechnische Eindrücke aus Belgien und Holland. — Das neue Baudock an der Loire in St. Nazaire.

Der Bauingenieur, Jhrg. 19 31/32, 5 Augustus 1938.

Versuche mit Natursteinmauerwerk für die Neckarbrücke bei Beihingen im Zuge der Autobahn Stuttgart-Heilbronn, von Dr. Ing. K. Schaechterle. — Die Reichsautobahnbrücke über das Waschmühlthal bei Kaiserslautern, von Ernst. — Die lastverteilende Wirkung der Fahrbahn bei Eisenbetonplattenbrücken, von Dr. Ing. R. Ohlig. — *Kurze Technische Berichte*: Weitgespannte Bogenbrücke über den Biedano (Italien). — *Verschiedene Mitteilungen*: 17. Hauptversammlung der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt. — Tagung des „Wissenschaftlichen Vereins für Verkehrswesen e.V. im N BDT“ am 16 bis 19. Juni in Hamburg. — Reichswasserwirtschaftstagung 1938 in Aachen.

Die Bautechnik, Jhrg. 16 Heft 16, 15 April 1938. (*Nagekomen*.)

Die Arbeiten der Reichswasserstrassenverwaltung im Jahre 1937, von Dr. Ing. Gährs. (Fortsetzung aus Heft 12). — Sturm- und Wellenschutz bei der Einfahrtrinne zum Hafen von Malmö, von Ing. Rang. — Weiteres über Stahlbrücken mit Plattengurtungen, von Prof. Dr. Ing. O. Eiselin. — Einfluss der elastischen Formänderung von Stollenwand und -inhalt auf die Wasserschlosswirkung, von W. Wölle. — *Vermischtes*: Internationaler Ständiger Verband für Schifffahrtcongresse. — Neuerungen auf Stampfbohlen- und Hammerfertignern für Strassendecken. — *Zuschrift an die Schriftleitung*: Zur Berechnung des Wasserschlosses.

Die Bautechnik, Jhrg. 16 Heft 29, 8 Juli 1938.

Erddruck auf Stützmauern bei belastetem Gelände, von Prof. Dr. Ing. L. Mann. — Die Nordrampe der transiranischen Eisenbahn. Geologische Verhältnisse und Trassenführung, von Ing. L. v. Rabcewicz. — Steifendrucke und ihre Veränderungen mit dem Baufortschritt, von Dr. Ing. H. Presz.

Die Bautechnik, Jhrg. 16 Heft 30, 15 Juli 1938.

Neues Bauen bei den Reichsautobahnen, von Kratz. — Die Kanalisierung der Mittelweser, von Baurat Odenkirchen. — Hypothesen und Grundlagen für das Schwinden und Kriechen des Betons, von Dr. Ing. W. Gehler. — *Vermischtes*: Strassenhobel. — *Beilage*: *Der Stahlbau Jhrg. 11 Heft 14/15*. Das Verhalten längsbeanspruchter Schweissnähte und die Frage der Zusammenwirkung von Betriebs- und Schrumpfspannungen, von Prof. Dr. Ing. K. Klöppel. — Die Spannungsverteilung in geschweissten Stumpfstössen, von Dr. Ing. K. Jezek. — Beitrag zur Berechnung bogenförmig gekrümmter Hauptträger stählerner Eisenbahnbrücken, von Hailer. — Die Knickfestigkeit des Stockwerkrahmens II, von Dr. Ing. M. G. Pluwein.

Die Bautechnik, Jhrg. 16 Heft 31, 22 Juli 1938.

Lastkraftwagen für den Baubetrieb, von Fr. Riedig. — Hypothesen und Grundlagen für das Schwinden und Kriechen des Betons, von Dr. Ing. W. Gehler. (Schluss aus Heft 30). — Vereinfachtes ω -Verfahren, von Dr. Ing. F. Hasse. — *Vermischtes*: Fahrbare Mischmaschinen für bituminöse Strassenbaustoffe.

Die Bautechnik, Jhrg. 16 Heft 32, 29 Juli 1938.

Setzungen durch Grundwasserabsenkung, von Prof. Dr. Ing. F. Kögler und Dipl. Ing. H. Leussink. — Gleitwiderstand von Ankerblöcken für Hängebrücken, von Prof. Dr. Ing. K. Terzaghi. — Schaufelradbagger und ihre Verwendung von Dr. Ing. Krauth. — Über das Verhalten von Abdichtungen bei wechselnder Belastung und verschiedenen Temperaturen, von Dr. Seufert.

Beton und Eisen, Jhrg. 37 Heft 14, 20 Juli 1938.

Die Entwicklung des chemischen Bodenverfestigungsverfahrens nach Dr. Joosten in zehnjähriger Praxis. — Verbund zwischen vollwandigen Stahlträgern und darüberliegender Fahrbahnplatte aus Eisenbeton durch Bügel, von Dr. techn. J. Krebitz. — Die Messe der neuen Werkstoffe, von Ing. E. Probst (Schluss aus Heft 13). — Umbau der St. Eriksbrücke in Stockholm, von Major E. Nilsson. — *Vermischtes*: Amerikanische Versuche über das „Kriechen“ des Betons. — Ein Riesenbau in Beton.

Forschungen und Fortschritte, Jhrg. 14 Nr. 20/21, 10 en 20 Juli 1938.

Die Herkunft der alten peruanischen Kulturen, von Prof. Dr. M. Uhle. — Die Sicherheit Indiens, von Prof. Dr. H. Oncken. — Astronomische Inschriften in Palenque, von Prof. Dr. H. Ludendorff. — Neuere Ergebnisse der experimentellen Erforschung der Atomkerne, von Dr. R. Fleischmann. — Chemie und Motorisierung, von Prof. Dr. F. Fischer. — Die Seele der Pflanze, von Prof. Dr. A. Tschirch.

Forschungen und Fortschritte, Jhrg. 14 Nr. 22, 1 Augustus '38.

Ein unbekannter Pergamentplan der Münsterbauhütte Strassburg, von Dr. Ing. O. Kletzl. — Forschungen zur Wortgeographie in den Sudetenländern und in den Slowakeideutschen Volksinseln, von Dr. H. Weinelt. — Messung der Deformierbarkeit von Atomen, von Dr. H. Scheffers. — Die Chemotherapie der bakteriellen Infektionen, von Prof. Dr. G. Domagk.

Deutsche Wasserwirtschaft, Jhrg. 33 Heft 13/14, 15 Juli 1938.

Entwicklung und Bedeutung des wasserbaulichen Versuchswesens, von Ing. R. Ehrenberger. — Beitrag zur bewertfreien Berechnung von Druckrohrleitungen, von Dipl. Ing. H. Winkel. — Die Bestimmung des Jahresabflusses aus dem Niederschlag und der Temperatur, von Dr. W. Wundt. — Untersuchungen über Schleppkraft und Geschiebetrieb. — Zur Voraussage grösster Hochwässer. — Rundschau: Mischverluste bei plötzlichen Erweiterungen und ein neuer Energievernichter. — Die Energiewandlungsbetriebe in kostendynamischer Betrachtung. — Die Fertigstellung der Rhein-Main-Donau-Wasserstrasse bis 1945. — Die 1. Ausbaustufe (Glockner-Werksgruppe) der Tavern-Wasserkraft. — Kaimauergründung auf Eisenbetonschwimmkasten im Franzstädter Hafen in Budapest.

Engineering News Record, Volume 121 No. 1, 7 Juli 1938.

Highest multiple arch dam. — Closing sluiceways under head, by A. B. Mc. Millan. — How to process soil-cement roads, by T. Sheets and M. D. Catton. — Old and new building methods, by R. W. Abbett. — A new English development in activated sludge treatment. — Stabilizing earth fills with rock, by E. W. Vaughan. — For designers from an operator. — New Flood-control act extends federal authority, by R. B. Garbrant. — From Field and Office: Water service truck. — Simple form spacer. — Flask cleaning made easy. — Screed for placing measured windrows. — The Week's Events: P.W.A. Grants halted by Hetch-Hetchy. — Wages stabilized on housing jobs. — One bay ferry is suspended. — Flood control bill is signed. — Mellon institute to study steel mill pollution. — Contractor defeated in tunnel case. — Heavy rains flood South-Jersey. — Muskingum dams are completed. — Investigators attack road department.

Engineering News Record, Volume 121 No. 2, 14 Juli 1938.

Notable dual road completed, by N. L. Smith. — Double cone precipitators to be employed at Minneapolis. — Sulphur pipe and linings. — Safeguarding bridges by inspection, by E. G. Ricketts. — Precast concrete riprap for Kingsley Dam, by D. A. Buzzell. — New legislation aids contractors on former federal work, by J. W. Gaskins. — Seal coats as road roofs, by A. R. Legault. — Lateral resistance of buildings, by A. Floris. — Developments in engineering materials. — The Week's Events: P.W.A. restricts allotments for public power. — New prices on cement and steel pipe. — Employment claims are attacked. — Experts approve pontoon bridge.

Engineering News Record, Volume 121 No. 3, 21 Juli 1938.

Suspension bridge for waterpipe, by R. Sailer. — Novel welded framing in English factory. — For safer swimming pools. — First parkway for Los Angeles. — Soil on buried plates, by W. Z. Lidicker. — Parking meters win favor in Pennsylvania cities. — National conference on planning, by G. H. Herrold. — Store skewed in moving. — How to paint road signs cheaply, by P. T. Martin. — Sewer trenches sheeted with plywood panels, by C. H. Ashdown. — A cheap little cofferdam, by W. B. Kane. — From Field and Office: Test of filler to brick bond. — Wash control on cut slopes. — Measuring live-wire height. — Prespraying aids soil removal. — Listening rod locates leaks. — The Week's Events: Morgan answers of irresponsibility. — Queens tunnel fire still a mystery. — Boston-Washington highway likely. — Urge park development on Jamaica Bay. — Lock blowout kills worker on Memphis sewer tunnel.

Le Génie Civil, Tome CXIII No. 3, 16 Juli 1938.

Chemins de fer: Les nouvelles automotrices à gaz des forêts de la Société Nationale des Chemins de Fer français, par H. Martin. — Congrès: Le LXIe congrès

de l'industrie du gaz en France (Saint-Malo, 14-18 juin 1938), par G. Kimpflin. — *Hydraulique*: Détermination graphique de la capacité nécessaire à un barrage-réservoir, par V. Cherre. — *Métallurgie*: Les recherches du comité anglais d'études sur la corrosion. — *Variétés*: Les tensions internes et les déformations dans les constructions soudées. — Remorques-citernes et wagon plats, utilisés en Angleterre pour le transport des huiles combustibles. — Le XVIIe congrès de l'Association technique de Fonderie (Lyon, 9-11 juin 1938). — Les récents perfectionnements des machines à mandriner, d'après la pratique allemande.

Le Génie Civil, Tome CXIII No. 4, 23 Juli 1938.

Travaux publics: La construction du Port Edouard Herriot, à Lyon par la Compagnie nationale du Rhône, par J. Couteaud. — *Radioélectricité*: La transmission radioélectrique des journaux à domicile, par M. Adam. — *Physique industrielle*: Le chauffage par l'eau chaude sous pression en cycle fermé, par J. G. Chirol. — *Mines*: L'enrichissement des bauxites de qualité inférieure, par V. Charrin. — *Variétés*: Les répercussions des lois sociales sur les budgets de publicité. — Nouveaux procédés pour l'étude de la diffusion métallique. — La soudure à l'hydrogène atomique. — Le sondage des cours d'eau par magnétostriction.

Le Génie Civil, Tome CXIII No. 5, 30 Juli 1938.

Résistance des matériaux: Les nouveaux laboratoires de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. — Congrès: Le VIIIe Congrès International de la Route (La Haye — Scheveningue, 18 juin — 2 juillet 1938) par R. Philippe. — *Automobiles*: L'emploi du moteur comme frein modérateur sur les automobiles, par G. Delanghe. — *Variétés*: Le développement des grues à volée variable à bord des navires. — Réglementation légale d'une industrie et responsabilité de l'Etat. — Possibilité d'extraire la cassitérite dans l'exploitation de certains gisements de kaolin.

Le Génie Civil, Tome CXIII No. 6, 6 Augustus 1938.

Constructions Navales: Le nouveau paquebot „Nieuw Amsterdam” de la Holland-America Line. — Congrès: Le VIIIe Congrès International de la Route (La Haye — Scheveningue, 18 juin — 2 juillet 1938) (Suite et fin), par R. Philippe. — *Moteurs thermiques*: Les progrès récents du procédé Archauoloff pour l'injection directe du combustible dans les moteurs à huile lourde, par L. Keuleyan. — *Résistance des matériaux*: Le contrôle des appareils soudés au chalumeau d'après la réglementation belge. — *Variétés*: L'épuration des coquillages comestibles par stabulation dans l'eau de mer ozonisée. — Vibrographe-accélérographe, système Robert Bosch, pour l'étude détaillée du régime vibratoire des pièces mécaniques. — Contrats valables et contrats nuls, en temps de coursforcé.

Schweizerische Bauzeitung, Band 112 No. 4, 23 Juli 1938.

Die Verwirklichung des selbsttätigen Kupplungsbetriebs bei den Hauptbahnen Europas, von Dr. Ing. R. Zehnder. — Vom Goldbergbau in den Hohen Tauern. — Wettbewerb für eine Reformierte Kirche in Zürich-Seebach. — *Mitteilungen*: Kesselschäden und Speisewasseraufbereitung. — Zur Bahnverbindung Reusstal-Tavetsch.

Schweizerische Bauzeitung, Band 112 No. 5, 30 Juli 1938.

Neue Personenwagen auf dem schweizerischen Automarkt, von Ing. M. Troesch. (Schluss von Seite 29). — Nachtrag zum Wettbewerb für ein Passionsspielhaus in Selzach, von O. Dürr und R. Joss. — Das Bühnenfestspielhaus in Bayreuth. — Apparat zur Konstruktion von Fahrtdiagrammen. — Methode graphique générale de calcul des propagations d'ondes planes, von Dr. Ing. C. Jaeger. — Umbau oder Elektrifikation der Brünigbahn. — *Mitteilungen*: Ventilloser Aspin-

Motor. — Der Elektromotor in der Industrie. — Der XV. Kongres für Heizung und Lüftung. — Stabformen in Stromverdrängungsläufem.

Schweizerische Bauzeitung, Band 112 No. 6, 6 Augustus 1938.

Berechnung der Setzung von Bauwerken, von Prof. Dr. E. Meyer-Peter. — Aerodynamik und Automobil, von M. Troesch. — Entwicklung der automat. Klein-Kohlenfeuerungen, von A. Eigenmann. — Project-Wettbewerb für eine neue Brücke bei der „Krone“ in Töss-Winterthur. — *Mitteilungen*: Elektrische Einteilung von Flugzeugflügeln. — Kupferersatz im Fahrleitungsbau. — Die Turbinen des Doppelschrauben-Dampfers „Nieuw-Amsterdam“. — Das „Shasta-Dam“ Kraftwerk. — 2 Do 1 Lokomotiven mit Federtopftrieb für Neu-Seeland.

Schweizerische Bauzeitung, Band 112 No. 7, 13 Augustus 1938.

Die Erneuerung des Gesellschaftshauses „Zum Rüden“ in Zürich, von F. Escher. — Mechanische Staubabscheider System von Tongeren, von F. Hablützel. — Einsturz der geschweissten Stahlbrücke bei Hasselt, Belgien, von Dr. Ing. K. Hajnal Konyi. — *Mitteilungen*: Werkstoffprüfung nach dem Magnetspulverfahren. — Leichtmetall-Strassenbahnwagen für New York.

Travaux, 22e année No. 67, Juli 1938.

Le magasin de transit des tabacs à Strasbourg, par M. H. Guérin. — La participation française à l'Exposition de New York en 1939. — Sécurité à la rupture des poutres fléchies en béton armé. Capacité de résistance (Suite), par M. A. Paris. — Etude des ossatures de gratte-ciel composées de cadres rectangulaires et à joints rigides sous l'action du vent, par M. F. Takabeya. — La flexion déviée dans les poutres en béton armé par Chancénotte. — Les piscines de Metz. — Les services municipaux de la Haye, par Ir. J. F. van Hoytema. (Suite).

Z. d. V.D.I., Band 82 Nr. 29, 16 Juli 1938.

Grundlagen und Verfahren der neueren Korrosionsforschung, von Prof. Dr. Ing. F. Müller. — Karburierung von Koksofengas für Siemens-Martin-Öfen. — Normung, von Dr. Ing. F. Neuhäus. — Der Strömungsvorgang in der Brennkammer von Rostfeuerungen, von Dipl. Ing. L. Schiegler. — Verhüten von Schäden beim Bearbeiten von Magnesiumlegierungen, von Obering. E. Rauscher. — *Aus der Ingenieurarbeit*: Aufgaben der Heizungstechnik. — Eine deutsche selbsttätig arbeitende Nietmaschine für den Leichtmetallbau. — Umluft-Windsichter. — Wasserstoffherzeugung aus Methan. — Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau.

Z. d. V.D.I., Band 82 No. 30, 23 Juli 1938.

Deutsche Ingenieurarbeit und das Ausland, von O. Sack. — Die Unterdrückung der Pendelungen von Synchronmotoren. — Die Elektrisierung der ehemaligen Österreichischen Bundesbahnen, von Ing. P. Dittes. — Artillerie. — Sprenggranaten, von Dipl. Ing. R. Meyer. — Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1937. — Dauerhaltbarkeit von hohlen Kurbelwellenzapfen mit Innenverstärkung an der Ölbohrung, von H. Cornelius und F. Bollenrath. — *Aus der Ingenieurarbeit*: Der Mirower Kanal in Mecklenburg. — Der Hafner-Tragschrauber. — Messungen an neuartigen Lokomotiv-Triebstangen und Kolbenstangenbefestigungen. — Elektrische Haushalterde in Grossbritannien. — Gleichstrom-Umspanner. — Hochdruckkreispumpen mit hoher Drehzahl. — Verbundlagerschalen für Feldbahnwagen.

Z. d. V.D.I., Band 82 No. 31, 30 Juli 1938.

Die technische Entwicklung in der Zukunft, von C. Matschoss. — Neue Aufgaben bei der Eisenverhüttung und Verkokung, von H. Röchling. — Entwick-

lungsrichtungen und Zukunftsaussichten der Kältetechnik, von R. Plank. — Gedanken über die Möglichkeit einer Steuerung der wissenschaftlich-technischen Forschungstätigkeit, von A. Eucken. — Untersuchungen an Quersteuerungen von Flugzeugen. — Die Erzeugung von Ammoniumsulfat unter Nutzbarmachung des Gasschwefels von Dr. W. Klemp. — Versuche mit I-förmigen Holzbalken, von W. Stoy, K. Egner und W. Erdmann. — *Aus der Ingenieurforschung*: Schwebekörper in turbulenter Strömung. — Benutzung von Rohrkrümmern zur Durchflussmessung. — Wirtschaftliche Wahl der Stahl-Schraubenfedern für Maschinengründungen. — Neuere Entwicklungen auf dem Gebiete sparstoffarmer Schnellarbeitsstähle. — Die Eichung von Kugelfunkstrecken für Spannungsmessungen.

Z. d. V.D.I., Band 82 Nr. 32, 6 Augustus 1938.

Neuere Ergebnisse aus der Raum- und Bauakustik, von K. Schuster. — Dauerversuche an Isolatorporzellan. — Stahl-Rundfunkröhren, von Dr. C. Zickermann. — Rundfunkstörungsmessungen an Strassenbahnen. — Bodemlautsprecher, von Dr. Ing. G. Duvinéau. — Metallische Widerstands-Werkstoffe. — Der Stand des Übermikroskopes, von B. v. Borries und E. Ruska. — Drehbare Richtantenne für den holländischen Kurzwellen-Weltrundfunk. — Nachbeschleunigungs-Elektronenstrahl-Oszillograph.

Verkehrstechnik, Jhrg. 19 Heft 14, Juli 1938.

Die neue Strassenbahn-Tarifordnung, von A. Zweigert. — Der Güterfernverkehr mit Kraftfahrzeugen im 1. Halbjahr 1937, von A. von Neuhoff-von der Ley. — Der neue Verbindungsstollen der Zugspitzbahnen. — Verkehrszählungen auf Reichsautobahnen und Reichsstrassen. — Neue Zweiachs-Dieselomnibusse der Berliner Verkehrs-Betriebe. — Neue Fahrzeuge der Berliner Verkehrs-Betriebe. — Entwurf für einen Niederflur-Obus, von W. J. Bogus. — Eisenbahn und Kraftwagen in den Niederlanden. — Verkehrsangleichung im Lande Österreich.

Verkehrstechnik, Jhrg. 19 Heft 15, 5 Augustus 1938.

Der Personenverkehr der Strassenbahn i. J. 1937/38, von Dr. R. Weisflog. — Vom Bau der Münchener U. Bahn. — Ausbildung und Überwachung der Fahrer und Schaffner, von Dipl. Ing. F. Stichert. — Kurvenschmierwagen der Bremer Strassenbahn, von A. Uhrmacher. — Der Kraftomnibusverkehr in Nordamerika i. J. 1937, von Dipl. Ing. H. Fischbach. — Beförderungssteuer-Vergünstigungen im Arbeiterberufsverkehr, von Dr. jur. W. Weigelt. — Neuzeitliche Verkehrswege in Peru. — Der Holzgasomnibus der Städt. Werke Weimar. — Die Umstellung der Trierer Strassenbahn auf Obusbetrieb.

Werft Reederei Hafen, Jhrg. 19 Heft 14, 15 Juli 1938.

Leichtmetall im neuzeitlichen Schiffbau, von H. Buschmann. — Gesellschaft der Freunde und Förderer der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt: Formgestaltung, Konstruktion und Antrieb der Schiffe unter der Einwirkung gesteigerter Anforderungen, von Dr. Ing. E. Foerster. — Zweck Bedeutung und Durchführung der Sonderforschungsarbeiten der G. F. F., betreffend „Grosse Schnellschiffe“ und „Ummantelte Propeller“. — Zentral-Messzelle. — North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, von Ing. W. Hintherrhan. — Modellversuche an einem Einschrauber zwecks Bestimmung des günstigsten Propellerdurchmessers. Verdrehung und Drehschwingung an Flügeln. Einfluss von Wellenbockarmen auf die Kennwerte von Propellern. Schlepper- und Fischdampferpropeller. Propeller in Seegang. Das Verhalten eines Propellers im Freifahrtzustand und beim Arbeiten am Schiff. Propeller-Freifahrtversuche mit modernen Propellerformen. Tragflügel-schnitte an hochbelasteten Propellern. — *Wichtige Fachliteratur*; *Auszüge*: Festigkeitschweissung im Stahlbau.

Werft Reederei Hafen, Jhrg. 19 Heft 15, 1 Augustus 1938.

Rost-, Säure- und Zunderbeständiger Stahl im Schiffbau, von Dr. Ing. H. Hougardy. — Umschlag und Pflege von Getreide im Hafen, von Ing. H. Donner. — Klima-Anlagen auf Fahrgastschiffen, von Ing. A. Popp. — *Nachrichten über den Kriegsschiffbau: Probleme des Kreuzerbaues.* (Folge II).

PERSONALIA.

Prof. ir. P. P. Bijlaard, hoofdamt. van verlof uit Europa teruggekeerd, laatstelijk hoogleeraar bij de T. H. te Bandoeng, is benoemd tot hoogleeraar in den wegen- en bruggenbouw bij die hoogeschool.

Irs. V. F. van Katwijk en J. Sippel, hoofd-ingr. resp. ingr. bij het Ind. Centr. Aanschaffingskantoor, zijn tijd. belast met de waarn. van de betr. van Hoofd van het I.C.A., resp. hoofdingenieur bij het I.C.A.

Ir. A. R. H. Brouwer, ingr. bij 's Lands Wat. op het Dept. v. V. en W., is met rang en titel van hoofd-ingr. ter besch. gest. van den Dir. v. V. en W.

Ir. N. Guldenaar, ingr. bij 's Lands Wat., is benoemd tot hoofd-ingr., inspecteur bij 's Lands Wat. voor de buitengewesten te Bandjermasin.

Ing. J. J. Fialka, ambt. v. buitenl. verlof teruggekeerd, is benoemd tot ingr. bij 's Lands Wat. en gepl. bij het Dept. v. V. en W.

Ir. A. F. van Staalen, ingr. bij 's Lands Wat., is eervol onth. van zijn ter besch. stell. van de Prov. O.-Java, en gepl. bij het Dept. v. V. en W.

Ir. J. P. der Weduwen, ambt. op non-act., is benoemd tot ingr. bij 's Lands Wat. (Palembang).

Ir. L. G. van den Berg is herben. tot ingr. en gepl. op het Hoofdkant. van den Prov. Wat. dienst te Batavia.

Ir. A. P. F. Kist, ingr. b.d. Prov. Wat. dienst van W.-Java, is wegens langd. dienst 1 jaar verlof naar Europa verleend, ing. op een nader te bepalen datum in Juni 1939.

Ir. H. G. Poortman, ing. ter besch. v/d Prov. W.-Java, is overgepl. van Bandjarnegara naar Poerworedjo.

Ir. C. J. E. Kléncke, tijd. wd. ingr. 2de kl. bij 's Lands Wat., is benoemd tot ing. 2de kl. bij idem.

Ir. S. Bakker, particulier, is tijd. bel. m.d. waarn. der betr. van ingr. bij 's Lands Wat., en gepl. op de afd. Waterst. v. h. Dept. v. V. en W.

Ir. Loawan Kiong, ingr. 2de kl. bij 's Lands Wat. bij het Dept. van V. en W., is ter besch. gest. v. d. Prov. O.-Java (Bondowoso).

Ir. D. Dooremans, ingr. 2de kl. bij 's Lands Wat., is eervol onth. van zijn ter besch. stell. van de Prov. O.-Java, en gepl. bij het Dept. v. V. en W.

Ir. J. W. Stoll Timmerman Thijssen, wd. Chef Expl. W. L. der SS, is benoemd tot Chef Expl. W. L.

Ir. N. A. Bogtstra, ingr. b. d. SS te Bandoeng, is wegens 6-jar. dienst 8 mnd. verlof naar Europa verleend, ing. 17 Nov. 1938.

Ir. P. A. Jellerna, ambt. v. buitenl. verlof teruggekeerd, is herbenoemd tot ingr. bij de SS en gepl. b. d. Expl. O. L. (Soerabaja).

Ir. L. R. Oldeman, ing. 2de kl. op maandgeld b. d. SS, is tijd. bel. m.d. waarn. der betr. v. ingr. 2de kl. bij genoemden dienst.

Ir. L. J. C. van Rijn, ingr. van het Veiligheidstoezicht b. d. IIIde Insp. afd. te Batavia, is gepl. op het Hoofdbureau v. h. Veiligheidstoez. aldaar.

Irs. S. G. Trooster en B. de Blank, ingrs. bij de B.P.M., zijn overgepl. van Tjepoe naar Batavia-C. resp. Miri (Serawak).

Dr. ir. H. Anderegg en ir. J. W. Ernste, geoloog resp. ingr. b. d. B.P.M., zijn te Balikpapan uit Europa aangekomen.

Irs. J. J. van de Stadt en H. van Diermen, ingrs. bij de B.P.M., zijn van Balikpapan met verlof naar Europa vertrokken.

Ir. S. J. Veenstra, ingr. bij idem, is te Balikpapan van Pangk. Brandan aangekomen.

Irs. H. Pabbruwe en J. Heslinga, ingrs. bij idem, zijn overgepl. van Balikpapan naar Pangk. Brandan resp. Singapore.

Ing. E. H. Blumer, ing. bij de B.P.M., is van Tarakan met verlof naar Europa vertrokken.

Ir. J. C. Jonker, ing. 2de kl. bij de N.I.S., is overgepl. van Semarang naar Djokjakarta.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Nederlandsch-Indië.

BESTUURSMEEDEDELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

De in No. 8 van dezen jaargang voorgestelde nieuwe leden zijn aangenomen.

Thans worden voorgesteld als *gewoon lid*:

H. L. F. Rincker, Directeur Gasbedrijf, Semarang.

en als *juniorlid*:

J. H. van Schaik, cand. ci., Techn. Hoogeschool te Bandoeng.

Eventueel bezwaren tegen deze candidaatstelling worden vóór 30 November a.s. ingewacht bij den Secretaris, Bragaweg 38, Bandoeng.

Errata.

In het artikel van J. H. van Mechelen: Berekening van gedrukte staven (No. 8 — 1938, afd. I) gelieve men de volgende verbeteringen aan te brengen:

Pag.	Kol.	Nadere plaatsaanduiding	Er staat:	Men leze:
I.165	1	formule (B)	$(a^2 + i^2)$	$(a^2 + i_1^2)$
I.166	1	regel 9 v.b.	wordt	worden
I.166		Staat I, kolom toelichtingen; formules niet-elast. gebied	$\sigma'_k = V'_d - \beta' \lambda$	$\sigma'_k = V'_d - \beta \lambda$
I.167	2	regel 18 v.o.	$B_{k_1} = \frac{1}{2} P_k + k \propto l F_1$	$P_{k_1} = \frac{1}{2} P_k + k \propto l F_1$
I.168	2	„ 14 v.b.	$P_{k_1} = \frac{1}{3} P_{k_1} + k \propto' l F_1$	$P_{k_1} = \frac{1}{3} P_k + k \propto' l F_1$
I.168	2	In de becijfering van de traagheidsmomenten van ijzeren kolommen uit vier staven	$B - 2 e$	$B - 2 e_1$
I.170	2	voetnoot	$I_y = I_x + 10\%$	$I_y \approx I_x + 10\%$
I.171	1	regel 5 en 3 v.o. in de vormen tusschen haakjes	$\frac{i_x}{2 e_1 \cdot i_1}$	$\frac{i_x^2}{2 e_1 \cdot i_1}$
		regel 2 v.o. in den vorm tusschen haakjes	$\frac{i_x}{e_1 \cdot i_1}$	$\frac{i_x^2}{e_1 \cdot i_1}$
I.171	2	regel 5 v. b.	$a = B - 2 e_1$	$2 a = B - 2 e_1$
I.171	2	„ 10 v. b.	$\beta_s = \frac{l_1}{i_1}$	$\beta_1 = \frac{l_1}{i_1}$
I.171	2	„ 15 v. b.	drie Indische	drie groepen Indische
I.171	2	„ 5 v. o.	$\sigma_k = w (V'_d - \alpha \lambda)$	$\sigma_k = w (V'_d - \beta \lambda)$
I.172	1	„ 2 v. o. (boven het staatje)	de formule (M)	met formule (M)
I.173	1	„ 14 v. b.	(Q) en (Q')	(Q') en (Q'')



Veronderstel . . . dat deze vlieger eens niet zo verstandig was geweest om een parachute mee te nemen, die nu zijn leven zal redden . . . dan zoudt U hem kunnen vergelijken met den even onverstandigen architect, aannemer of huizeigenaar, die het leven van zijn huizen en materialen niet redt door die te beschermen met P.A.R.-verven.

Stuit een parachute de „val“, P.A.R.-verf stuit het „verval“!

P.A.R.-VERF — TROPENVERF!



P.A.R.EGNAULT'S

VERF-INKT EN BLIKFABRIEKEN
SOERABAIA - SE MARANG - BANDOENG - BATAVIA

N. V. MACHINEFABRIEK BRAAT SOERABAIA

Amsterdam

—

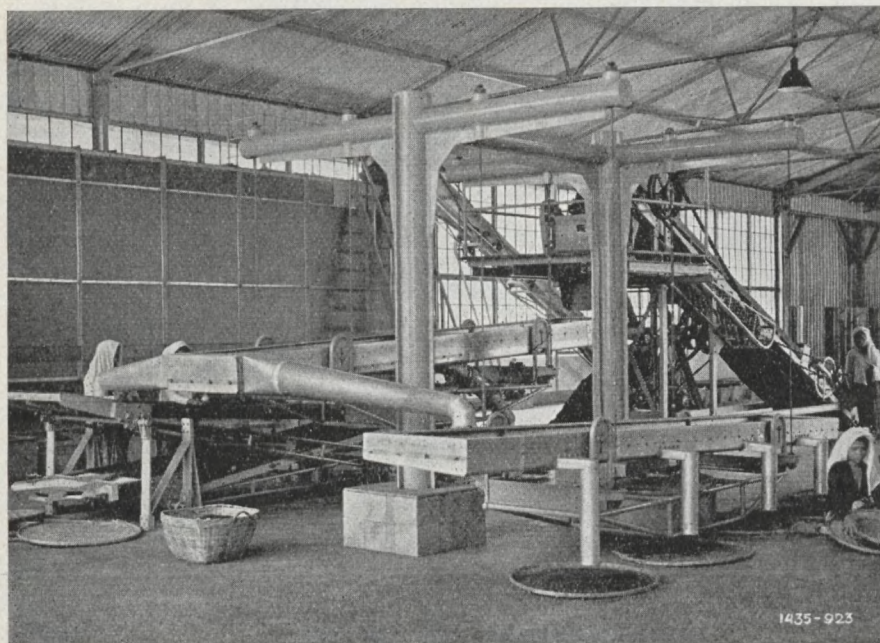
Djokja

—

Tegal

—

Soekaboemi



Braat
Sorteermachine
voor droge thee.



AEG

Verhoogt uwe productie
door het gebruik van
electrische werktuigen.

Wij zenden U op verzoek
gaarne onzen specialen
catalogus.

AEG ELECTRICITEITS MAATSCHAPPIJ
Ingenieursbureaux Batavia - Soerabaia

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Hoogwaardig beton, door ir. A. M. Haas.

Hoogwaardig beton

door

ir. A. M. HAAS,

Ingenieur-vertegenwoordiger van de Hollandsche Beton Mij. N. V. te Batavia.

(Voordracht gehouden voor Kring I resp. Kring II van het K.I.v.I. op 19 Mei te Batavia en 7 Juni 1938 te Bandoeng.)

In hoogwaardig beton kunnen grootere spanningen dan normaal voorgeschreven worden toegelaten. Wanneer de voorwaarden van dien aard zijn, dat hogere spanningen moeten worden toegepast, is hoogwaardig beton op zijn plaats.

Bij het streven om de overspanningen groter te maken, zoowel van liggers als van boogbruggen, blijkt dat er een grens gesteld wordt door de maximum toelaatbare materiaalspanning. Naarmate de spanwijdte groter wordt, zal het eigen gewicht van de constructie een steeds grootere rol gaan spelen, tot men bij een zekere overspanning niet meer verder kan. Men kan door uitsparingen, vermindering van het gewicht nog wel iets bereiken, maar er komt een punt, — dat vrij gemakkelijk theoretisch is te berekenen —, dat men zoowel voor balk- als boogbrug beperkt is door de toelaatbare spanningen, zooals in onze betonvoorschriften bepaald. Dit komt goed tot uiting bij boogbruggen, waar de materiaalspanning voornamelijk bepaald wordt door het eigen gewicht van den boog en waarbij grootere overspanningen werden bereikt door verhooging van de toelaatbare drukspanning in het beton. Als klassiek voorbeeld kan hier genoemd worden het pionierswerk, dat verricht is door den Franschman Freyssinet, die in zijn boogbrug over de Elorn bij Plougastel een voorbeeld gaf van wat bereikt kan worden met hoogwaardig beton.

Beperking van constructiehoogte en materiaaldikte is een andere voorwaarde voor toepassing van dit beton. Als voorbeeld kunnen genoemd worden balconliggers in bioscopen, de kolommen in de begane grondruimte van hoogbouw (meer-verdiepingsbouw), waarbij immers de kolommen naar beneden toe steeds zwaarder van afmetingen worden en daardoor in de onderste verdiepingen groote beperkingen worden voor het gezicht en het verkeer.

Dikwijls is het een primaire eisch om het eigen gewicht van beton te verminderen, opdat toepassing van het materiaal mogelijk zij. Het gaat er dan om, dat dezelfde krachten en momenten kunnen worden opgenomen met belangrijk minder materiaal. Van ons vermogen om ook het gewicht te verminderen, hangt het af of beton op plaatsen kan worden toegepast,

waar het tot nog toe geen burgerrecht verkregen had. Deze eisch treedt naar voren voor palen, masten, platen en is een kwestie van gewicht, dat moet worden beperkt, om het vervoer mogelijk te doen zijn. Dit is ook het gebied van de „Betonwaren”: kozijnen, lateien, balken, feitelijk alle mogelijke eenheden van beton, die door hun gering gewicht en de groote sterkte vervoerd kunnen worden en ter plaatse gesteld of aan elkaar verbonden (zie fig. 10 en 10a).

Voor het bereiken van grootere dichtheid, bijv. waterdichtheid, luchtdichtheid, grooteren weerstand tegen agressieve vloeistoffen, wordt eveneens dit beton toegepast.

Hoogwaardigheid van beton kan in het algemeen op twee manieren worden bereikt:

- a) door de kwaliteit van de samenstellende deelen te verbeteren;
- b) door de relatie tusschen de samenstellende deelen te vervolmaken.

Het zal duidelijk zijn, dat deze twee opgaven nooit geheel kunnen worden gescheiden en dat in de praktijk beide elkaar overlappen.

Voor Indië is de opgave genoemd onder a) van belang, omdat de toeslagmaterialen minderwaardig zijn vergeleken bij de algemeen gebruikelijke in Nederland. Zand en grint vallen beneden de norm, die wij in Nederland gewoon zijn. Hoewel er in Indië vindplaatsen zijn van heel goed zand, is het in het algemeen minderwaardig, wat betreft drukvastheid, scherpte en soms ook gradeering, terwijl het grint soms poreus is en dikwijls zachte en poreuze deelen bevat.

In dit artikel zal nader op de opgave gesteld onder b) worden ingegaan. Wanneer wij teruggaan tot de GBV vinden we, dat beton wordt gedefinieerd als een oordeelkundige samenvoeging van cement, zand, grint of steenslag, en water; en nu komt hier direct de oordeelkundigheid, beter nog de deskundigheid van den vervaardiger naar voren. Gegeven behoorlijke kwaliteiten van cement, zand en grint, is het van groot belang kennis te hebben aangaande de hoeveelheid water die moet worden aangewend. Het is in vakkringen bekend, dat binnen de grenzen der

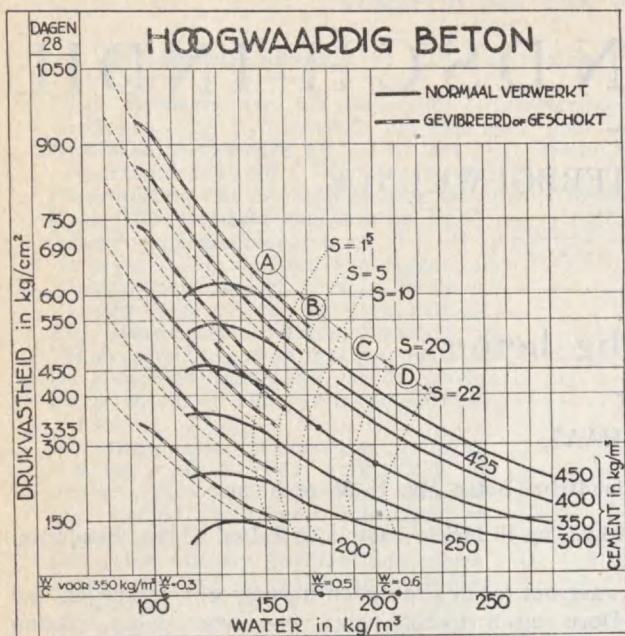


Fig. 1.

verwerkbaarheid beton sterker is, naarmate de hoeveelheid water t.o.v. de hoeveelheid Portland cement geringer is. Wij drukken dit uit door middel van den *water-cement factor*, die geeft de verhouding tusschen W en C , water en cement, en naarmate dit quotiënt kleiner is, zal de drukvastheid in het algemeen groter zijn. Het is dus zaak om de hoeveelheid water zooveel mogelijk te beperken, en de oude opvatting, dat, als beton maar gemakkelijk vloeit en dus gereedelijk in de bekistingen loopt, aan de eischen van goed werk is voldaan, dekt niet meer onze huidige kennis betreffende goed beton. Wij zien uit de grafiek (fig. 1), dat bij dezelfde hoeveelheid cement de drukvastheid van het beton hoger wordt naarmate de hoeveelheid water vermindert. Voor beton van verschillend P.C.-gehalte is bij oplopenden water-cement factor (aangeduid met kg water per m^3), de uit proefnemingen verkregen drukvastheid uitgezet. Geteekend zijn de lijnen voor het verloop van de drukvastheid voor beton met 200, 250, 300, 350, 400 en 450 kg per m^3 . Uit de grafiek blijkt duidelijk, dat bij een gegeven mengverhouding de drukvastheid kan worden verhoogd door meer Portland cement toe te voegen of door de hoeveelheid water te verminderen. Het eerste kost geld (P. cement), het tweede niet. Dit alles geldt binnen de grenzen der verwerkbaarheid. Een beton met een water-cement factor van 0,57 en 350 kg cement per m^3 (circa beton 1 : 2 : 3) heeft een drukvastheid van circa 260 kg per cm^2 . Wordt de water-cement factor vermindert tot 0,5, dan vermeerderd de drukvastheid tot 335 kg/ cm^2 . De vermindering in waterhoeveelheid bedraagt $(0,57 - 0,50) \times 350 =$ rond 25 liter per m^3 beton. Toevoeging van cement met gelijkblijvende hoeveelheid water betekent eveneens verhooging van drukvastheid. Voor 400 kg cement per m^3 beton bedraagt de drukvastheid bij 200 liter water 345 kg/ cm^2 ; 392½ kg cement per m^3 geeft een drukcijfer van circa 335 kg/ cm^2 . Derhalve bereikt men dezelfde drukvastheid door 25 l water

minder te gebruiken of 42½ kg Portland cement (1 zak) toe te voegen! Hieruit volgt dus, dat te veel water aan beton toegevoegd, geld kost. Het is een voortdurende strijd tusschen de uitvoering en deze nieuwe inzichten. Beton met veel mengwater laat zich veel gemakkelijker verwerken, doch is van mindere kwaliteit. Beton met weinig water geeft kans op grintnesten en onvolledig volloopen van de kist.

De drukvastheid hangt dus af van den water-cement factor. Geformuleerd luidt deze:

$$D = \frac{1000}{8^x},$$

waarin $x = \frac{W}{C}$ in gewichtsdeelen.

Dit is de klassieke formule van het Lewis-Instituut te Chicago. Feitelijk moet geschreven worden $D_{28} =$ drukvastheid na 28 dagen. Het cijfer 8 in den noemer kan ook 7½ of 8½ zijn. De Amerikanen geven 7; uit een serie van Hollandsche proeven komt ik tot 8.

Graf geeft de formule $V_k = \frac{V}{8x^2}$, waarin V de cementvastheid is en x wederom W/C .

Om kwalitatief goed beton te verkrijgen, zou men dus voorschriften moeten geven hoeveel liter water per zak cement moet worden gebruikt. Maar wie van de bouwpraktijk op de hoogte is, weet dat hier weinig van terecht zou komen. Bovendien zal de uitvoerder geneigd zijn wat meer water toe te passen, omdat het beton dan gemakkelijker is te verwerken en de loonen per m^3 lager zullen zijn. Voorts zijn alleen de grootere machinale betonmolens met watertanks uitgerust. Tenslotte komt er nog een ander belangrijk punt bij, n.l. de vochtigheidsgraad van het te verwerken zand en grint. In zand voornamelijk kan vrij veel water voorkomen, dat bij de totaal voorgeschreven hoeveelheid in rekening moet worden gebracht om te voldoen aan den water-cement factor. Bij variërenden aanvoer van droog en nat materiaal is het voor een normaal werk niet te controleeren, zonder er een klein laboratorium aan toe te voegen. Gelukkig heeft men een practische oplossing van het vraagstuk gevonden in het meten van de „slump”.

Deze slump of zetmaat wordt gemeten door een weinig van het te verwerken beton in een ijzeren kegelmantel te stampen, daarna dezen kegelmantel te lossen en te meten hoeveel het beton t.o.v. den bovenkant van den oorspronkelijken kegel is gezet. Er zijn dan nog voorschriften betreffende het aantal malen stampen en de dikte van de lagen, opdat uniform worde onderzocht. Deze methode van onderzoek is eenvoudig, kan op het werk worden toegepast en aan de resultaten kan de water-cement factor worden beoordeeld. Op de grafiek (fig. 1) zijn de lijnen voor slump van 1½, 5, 10, 20 en 22 cm ingeteekend. Gietbeton heeft een slump tusschen 18 en 22 cm, normaal beton tusschen 10 en 18 cm, terwijl hoogwaardig beton een slump heeft, die ligt onder de 5 cm. Ten overvloede vermeld ik hier nog, dat de consistentie (verwerkbaarheid) niet alleen bepaald wordt door de hoeveelheid water, doch dat blijkt dat

de gradeering van de toeslagmaterialen, het gebruikte P.C. en de toeslag zooals tras, mede invloed hebben. In het meten van de zetmaat vinden wij dus een eenvoudig middel om den water-cement factor te benaderen en dus te kunnen concludeeren tot de kwaliteit van beton.

De hoeveelheid water, die noodig is om de chemische binding van het cement teweeg te brengen, bedraagt ongeveer 0,3 van het cementgewicht. Voor een beton 1 : 2 : 3 derhalve $0,3 \times 340 = 102$ kg. Dit is onverwerkbaar beton. Wanneer dit beton, of in het algemeen beton met een lagen water-cement factor (0,3 tot 0,5), dat dus normaal onverwerkbaar is, met mechanische middelen wordt bewerkt, zoodat het beton plastisch wordt en in de bekisting vloeit, krijgt men een hoogwaardig product met een grotere drukvastheid, vide de *grafiek*.

De definitie van beton is feitelijk onvolledig. Eigenlijk dient ze te luiden: een oordeelkundige menging van cement, zand, grint, water en lucht. Dit lijkt een grapje, maar toch is de lucht, tezamen met het teveel aan water, de grootste vijand van het beton, en komt het er voor hoogwaardig beton geheel op neer, het teveel aan water (dat, wat niet voor de chemische binding noodig is) en lucht uit het beton te verwijderen en zijn alle middelen er op gericht om deze beide te verdrijven.

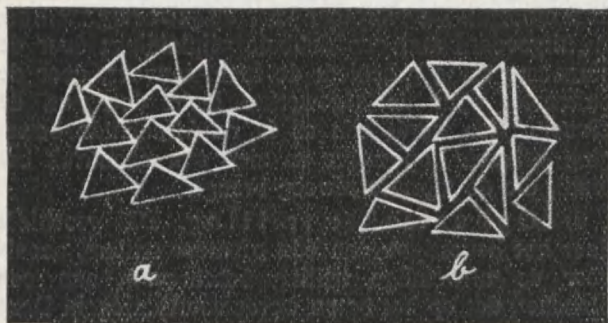


Fig. 2. Schemavoorstelling van de toeslagdeeltjes vóór (a) en na (b) het trillen volgens Freyssinet.

In beton komen holle ruimten (poriën) voor, die gevuld zijn met lucht of water. Dit is reeds met het bloote oog te constateeren, en het komt er op neer om de samenstellende deelen zoo in elkaar te passen, dat de holle ruimten verdwijnen. Het ideaal zal zijn elk deeltje van het toeslagmateriaal te omhullen met een cementhuidje, en daarna te trachten de materialen zoo stijf mogelijk in elkaar te passen. Een foto uit het boek van Freyssinet illustreert dit (zie fig. 2). Het gaat er om met mechanische middelen de deeltjes zoo te ordenen, dat zij zooveel mogelijk in elkaar passen. Hieruit volgt onmiddellijk, dat hoogwaardig beton groter dichtheid zal hebben en daaruit volgt weer dat het s.g. hoger ligt. Gegeven bepaalde toeslagmaterialen en een water-cement factor 0,3 is het mogelijk beton te produceeren met een s.g., dat om en bij $2\frac{1}{2}$ ligt. Dit is dus het s.g. van ongewapend beton van hoogwaardige kwaliteit. Wanneer onze proefkuben dus geschikt of getrild, slechts 2,4 wegen, dan weten wij onmiddellijk, dat de voorgeschreven graad van dichtheid (0% holle ruimte) nog niet is bereikt en is dit inderdaad een middel om

het beton op zijn hoogwaardigheid te beoordeelen: wegen van proefkuben om het s.g. te leeren kennen. Het s.g. is dus een aanduiding van de dichtheid en ook van de drukvastheid van het beton. Hoogwaardig beton is dus dichter en heeft hogere vastheidscijfers, zoowel voor trek als voor druk. Dit is aan de hand van de *grafiek* te verklaren. Beton 1 : 2 : 3 met een water-cement factor van 0,3 heeft een drukvastheid van 680 kg/cm^2 ; met een factor van 0,6 van 240 kg/cm^2 . Het eerste is normaal onverwerkbaar; geschikt of intensief getrild wordt dit hoogwaardig beton. Het tweede is normaal plastisch beton. De drukvastheden verhouden zich als $680 : 240$ of $2,8 : 1$.

Beton met een lagen water-cement factor is te verwerken door toepassing van mechanische middelen. Blijkens de *grafiek* beschikt men dan over hoge drukvastheden. Dat echter nog een verschuiving plaats vindt naar een hogere drukvastheid is niet te verklaren uit de formule, die het verband aangeeft tusschen drukvastheid en water-cement factor, en moet een gevolg zijn van het beter in elkaar passend maken van de toeslagmaterialen.

Verdrrijving van het overtollige water en de lucht kan op verschillende wijzen geschieden. Daartoe behooren: vacuumbehandeling, trillen, schokken. Eigenlijk dien ik eerst te noemen de middelen, die aangewend kunnen worden om de hoeveelheid water en lucht te beperken. Dit zijn de verbeterde mengmolens en de betonpomp. De meeste mengmolens hebben horizontale assen; om het materiaal goed te mengen, wordt het door schoepen enz. gewenteld, geroerd en omhoog geworpen. Mengen beteekent hier tevens vermengen met lucht. Toepassing van mengmolens met verticale as, oordeelkundige plaatsing van de schoepen en onderlossing zooals bij de Eirich-betonmolen, geeft minder toevoeging van lucht en blijkens proeven, beton met grootere vastheid. De betonpomp is geconstrueerd voor het transport van beton op de bouwplaats. Door het pompen wordt het beton reeds verdicht en is er minder plaats voor water en lucht.

Bij vacuumbeton wordt de lucht, die het beton omgeeft, verdund. Hierdoor wordt het water uit het beton gezogen. Tegelijkertijd wordt het beton onder druk gezet, zoodat het dicht wordt en de holle ruimten, die ontstaan door het ontwijken van water en lucht, worden gesloten. Deze methode, door Billner uitgevonden, is ideaal, doch practisch moeilijk uitvoerbaar en kostbaar. Ik vermeld ze slechts als ideale methode.

Practisch uitvoerbaar zijn de tril- en schokmethoden. De tril- of vibratiemethode is feitelijk een voortbouwen op de primitieve middelen, waarmee getracht wordt de bekisting goed vol en zat te krijgen. Dit geschiedt door kloppen er tegenaan, roeren en prikken in het beton. In Indië genoemd „rotjokken”.

Door middel van de vibratie komt het beton in trilling; de grintdeelen geraken in suspensie in de mortelbrij, zij schikken zich en de deeltjes voegen zich naar elkaar. Vibratie kan geschieden electrisch of pneumatisch. De methode met luchtdruk beviel ons verreweg het beste; dit stemt overeen met wat thans door de vakliteratuur wordt vermeld. Vibratie



Fig. 3. Vervaardiging van een trilbeton-mast in ijzeren bekisting en met uitwendige trilling.

geschiedt met groote frequentie en kleine amplitude: minstens 4 000 trillingen/min en een amplitude van den vibrateur van enkele cm. Men kent verschillende werkwijzen:

1) *Uitwendige trilling.* Dit geschiedt door het bevestigen van de trillers tegen de bekisting aan (zie fig. 3). Deze vorm is het meest algemeen van toepassing, doch is tenslotte het minst effectief. De energie-afgifte wordt gedempt door het medium der bekisting. Nabij den triller is de intensiteit der vibratie groot; zij neemt daarna af naarmate de afstand grooter wordt. De verdeeling van de triller-energie is derhalve niet uniform. In het begin der triltechniek had men veel last van grintnesten nabij de plaats der trillers. Hieraan is tegemoet te komen door den afstand der trillers kleiner te maken en de intensiteit per triller grooter te doen zijn, waardoor de energie-afname tusschen twee trillers minder markant wordt.

2) *Inwendige trilling.* Deze geschiedt door middel van vibrateurs, die in het beton gaan (zie fig.

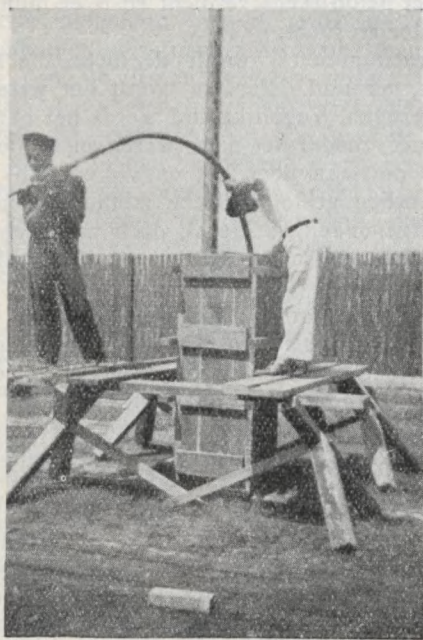


Fig. 4. Vervaardiging van een kolom met inwendige vibratie.

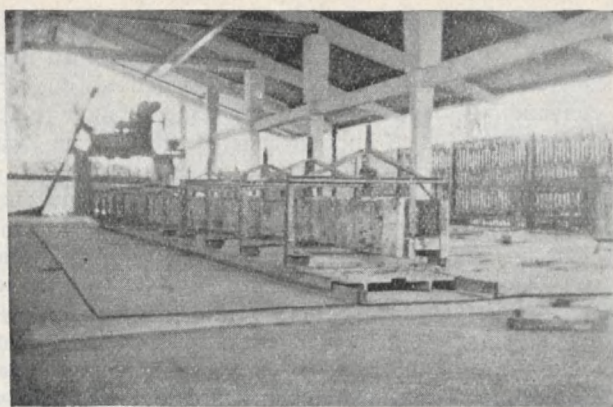


Fig. 5. Schoktafel met houten paalkist.

4). Ze hebben een torpedo-achtigen vorm en worden in het beton langzaam op en neer bewogen. Ze zijn zeer effectief en gemakkelijk verplaatsbaar. Uiteraard is men gebonden aan bepaalde afmetingen en is het moeilijk ze toe te passen voor dun werk of dichte wapening. Goede resultaten werden bereikt met een fabrikaat van Ingersoll Rand: luchtverbruik van $0,9 \text{ m}^3/\text{min}$, aantal slagen 6 000 per min. Voor beide trillers geldt hetzelfde beginsel. Bij den kist-vibrateur brengt de luchtdruk een piston in snelle beweging, waardoor vibratie van het beklopte onderdeel ontstaat. De vibrateur voor de inwendige trilling is uitgevoerd met een dubbele pipleiding; door de binnenste slang geschiedt de lucht-aanvoer, door de buitenste, waar de afgewerkte lucht doorgaat, de afvoer. Hier wordt een as in ronddraaiende beweging gebracht, op welke as zich een exentriek bevindt, die de vibratie teweeg brengt.

3) *Oppervlakte trilling.* Dit geschiedt door het bevestigen van één of meer trillers, zooals voor de uitwendige trilling beschreven, aan een planchet, dat op het beton wordt voortbewogen. Deze methode is goed bruikbaar voor vloeren en betonwegen. Voorzoover mij bekend is, wordt zij in Frankrijk en in Amerika toegepast.

Bij de schokmethode wordt voor de verkrijging van het innig verband van de deeltjes gebruik gemaakt van de zwaartekracht als richtende kracht. Het geheele voorwerp wordt opgeheven en ondervindt dan een plotseligen vrijen val over geringe hoogte. Dit geschiedt door het geheele werkstuk deze beweging te doen maken. De voortdurende herhaling hiervan heeft ongeveer dezelfde gevolgen als vibratie.

Er treedt weer een ordening en in-elkaar-passen der deeltjes op. Als valhoogte wordt genomen 8 tot 25 mm, het aantal klappen van de schoktafel, die te Batavia wordt gebezigd, bedraagt bij een valhoogte van 8 mm circa 180 per minuut (zie fig. 5). Het voordeel van schokken is de uniforme behandeling, die elk deeltje ondervindt: hetzelfde gewicht en dezelfde vrije val. De schoktechniek is nationaal; zij wordt door een Nederlandsch patent beschermd. In Zwijndrecht bevindt zich een schokindustrie, die reeds tal van betonnen voorwerpen aflevert. Het zal duidelijk zijn, dat schokken ideaal is voor het fabriceren van betonartikelen.

Wat zijn nu de verschijnselen, die zich voordoen bij schokken of trillen? Ik wees er reeds op, dat het er om gaat lucht en water te verwijderen, en dit kan men zien plaatsvinden. Wanneer het beton, dat „erdfeucht” moet worden toegepast, dus stug en weinig plastisch is, wordt getrild (en dit geldt voor schokken evenzeer), ziet men het veranderen. Het zakt in elkaar, vloeit uit, de lucht ziet men in kleine belletjes ontwijken. Daarna komt het overtollige water aan de oppervlakte. Dit water vormt met wat cement een vloeistoflaagje op het behandelde beton. Het beginsel is dus, dat het overtollige water de lucht voor zich uitdrijft. In de praktijk geschiedt dit natuurlijk gelijktijdig en men neemt dan ook waar, dat bij voortgezet trillen of schokken nog steeds lucht door het reeds vochtig geworden oppervlak naar boven stijgt en aan het beton ontsnapt. Hieruit volgt weer de goede regel om lagen van niet te groote hoogte te trillen, omdat een te groote materiaaldikte het aan de lucht en aan het water te moeilijk maakt om te ontsnappen, waardoor dit onvolledig geschiedt en holle ruimten achterblijven. Of dat er onregelmatigheden plaats vinden, n.l. in dien zin, dat lucht- en waterdeeltjes zich tezamen voegen en kanaaltjes gevormd worden in het beton langs het zij-oppervlak. Schokbetonartikelen van hooge kwaliteit worden in lagen van 5 cm dikte gestort. Dat het oppervlak van het beton nat wordt, is een teeken dat het doel is bereikt en met het schokken of trillen van de desbetreffende laag kan worden geëindigd. Uit deze uiteenzetting blijkt dus, dat „erdfeucht” beton, beton met een lagen water-cement factor, vloeibaar wordt en aan het einde van de behandeling er uit ziet als normaal plastisch beton. Het zal duidelijk zijn, dat beton met een normalen water-cement factor niet mag worden gebruikt, want dat zal door de behandeling veel te nat worden en verliezen aan vastheid. Hierin ligt ook de verklaring van de grintnesten, die kunnen ontstaan in de nabijheid van trillers, omdat ter plaatse de trilling zoo intensief is, dat een overwaterrijke beton ontstaat door water-onttrekking aan haar omgeving. Het cementwater ontwijkt naar het oppervlak, terwijl de grintkorrels achterblijven.

In het algemeen zal de bekisting voor tril- en schokbeton steviger moeten worden gemaakt, de naden moeten dichter zijn. Het water, dat uitgedreven wordt, wil ontsnappen. De praktijk leert, dat schokbeton een zware en stijve bekisting eischt; immers bij dit proces wordt het geheele voorwerp opgetild en ondergaat eveneens, bij voortdurend, de schok. De kist moet dus vormvast zijn, de kistnaden mogen niet opengaan, waardoor de mogelijkheid geboden wordt, dat lucht, die naar boven wordt uitgedreven, onder weer wordt aangevuld. Voor de werkelijk superieure producten, die door de schoktechniek worden vervaardigd, ging men er dan ook toe over de kist binnen met papier te beplakken.

Trillen daarentegen vraagt een dunne, niet-stugge kist voor het algemeen geval, dat uitwendige trilling wordt toegepast. Hoe minder de trilling door het materiaal van de kist zelve wordt gedempt, des te beter. Immers dit is verlies. Men kan zelfs verder gaan en in de bekisting een middel zien om de trilling voort te planten en dan is een ijzeren kist, die

deze vibratie overneemt, meer op haar plaats en verdient het aanbeveling voor die bekistingen, welke bij herhaling worden gebruikt, een ijzeren kist toe te passen.

Schokbeton is gebonden aan een werkplaats, waar het vervaardigd wordt. De schoktafel eischt een zware fundeering om den stoot tot stand te kunnen brengen. De tafel zelf, waarop het te schokken voorwerp met klemmen moet worden vastgemaakt, rust door middel van rollen op een aantal keepprolen, die door een langs-as met wormwiel-overbrenging worden bediend. Zoodoende wordt bereikt, dat de tafel op alle punten tegelijk wordt opgeheven en wanneer het hoogste punt van de keepprol is gepasseerd, valt, totdat de rails aan den onderkant van de tafel de rails van de fundeering bereiken. De centrale vervaardiging heeft voor- en nadeelen. Zij heeft het groote voordeel van de zorg, die besteed kan worden aan het product: wegen, meten en zeefanalyses, dit alles kan worden georganiseerd en kan geregeld plaats vinden. Het bezwaar is de gebondenheid aan één plaats en dus de beperking van het rayon van levering door de vrachtkosten en vervoerbaarheid van het product. Derhalve is de schokindustrie voornamelijk beperkt tot betonartikelen in den meest uitgebreiden zin des woords. Dit omvat dan ook betonmasten en -palen.

Trilbeton is niet aan één plaats gebonden en komt naar het werk toe. Het is daarom in het algemeen op zijn plaats voor het vervaardigen van beton met hoogwaardige eigenschappen op de bouwplaats. Waar een betonmolen kan komen, kan ook een compressor worden gebracht en de geheele uitrusting van een trilinstallatie bestaat uit een compressor, een aantal trillers en een gelijk aantal rubberslangen.

De eerste poging om hoogwaardig beton te vervaardigen, geschiedde door de H. B. M. in 1936. De ANIEM zocht voor de vervanging van hare ijzeren Mannesmann-masten een ander en duurzaam materiaal. Reeds had men het geprobeerd met hout, doch voor de meer belangrijke lijnen wenschte men een paal, die ongeveer evenveel kostte en geen onderhoud vraagt. Eerst werd een proeforder uitgevoerd voor het stadsnet te Semarang van 50 stuks palen, lang 9 m, een bescheiden mast (zie fig. 6). Daarna kwam de ANIEM met verhoogde belastingseischen en met den wensch de palen 10, later 11 m lang te maken, opdat ze geschikt zouden zijn voor secundaire hoogspanningsleidingen, zooals die door de nieuwe Midden-Java concessie waren ontstaan. Er kwam hierbij nog een ander punt naar voren. De ANIEM wenschte een paal, die weinig zwaarder was dan een Mannesmann-mast, en dit hield in toepassing van hoogwaardig beton. Een Mannesmann-paal van hetzelfde kaliber als onze proeforder weegt ongeveer 180 kg, en hoewel er niet aan te denken viel met eenzelfde gewicht aan te komen, mochten ze toch ook niet te zwaar worden, te meer omdat de stelploegen van de ANIEM gewend zijn aan een zeker gewicht van masten. Door toepassing van trilbeton was het ons mogelijk een mast te construeeren, zooals afgebeeld in fig. 7, die bij een lengte van 9 m een doorsnede heeft van $20 \times 20 \text{ cm}^2$ onder, en $14 \times 14 \text{ cm}^2$ boven. Voor de hoogspanningsleidingen van de

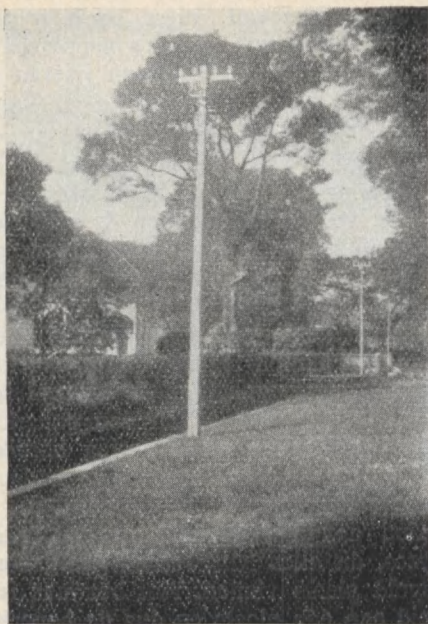


Fig. 6. Masten van hoogwaardig beton in het stadsnet te Semarang.

ANIEM zijn masten geconstrueerd met een paalgewicht van 700 à 800 kg, die getransporteerd konden worden en die voldoen moesten aan de belastingseisen van Verkeer en Waterstaat, zooals die gelden voor de Mannesmann-palen en die een toptrekkkracht kunnen opnemen van max. 140 kg, met een meervoudige zekerheid. Daarbij zijn betonspanningen van 80 kg/cm^2 toegepast. De paal van 10 m lengte is beneden $20 \times 20 \text{ cm}^2$ en boven $13 \times 13 \text{ cm}^2$; de mast van 11 m lengte is achthoekig, met een inwendigen diameter van 0,24 m onder en 0,14 m boven. Voor dergelijke dunne masten en bij toepassing van

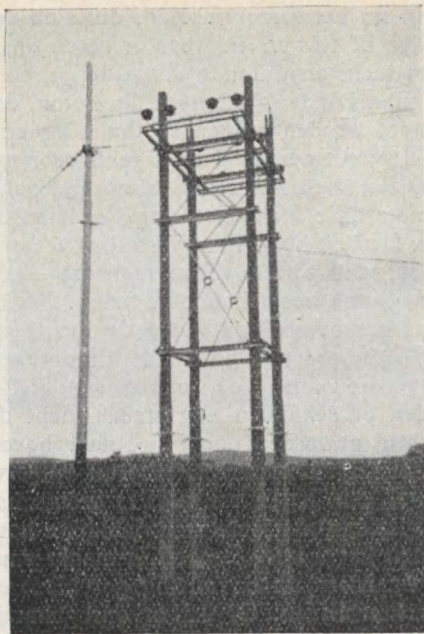


Fig. 7a. Afspanmasten in de hoogspanningslijn Magelang-Parakan bij Setjang.

hoogwaardig beton dringt zich de vraag op in hoeverre de normale (klassieke) betonberekening nog mag worden gevolgd. Voor hoogwaardig beton en normaal betonijzer zal een andere waarde van n (verhouding tusschen de elasticiteitsmoduli) dan de gebruikelijke 15 gelden. Voorts wordt door de maximaal optredende betontrekspanningen een grens gesteld. De verhooging van toelaatbare spanning ten gevolge van de hoogwaardigheid van het beton geldt zoowel voor de druk- als voor de trekspanning, zoodat deze limiet evenredig hooger kan worden gesteld. Een en ander was aanleiding om niet af te

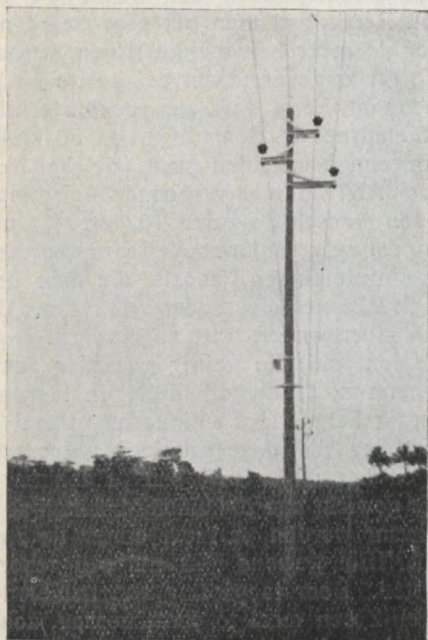


Fig. 7. Masten van hoogwaardig beton in de hoogspanningslijn Magelang-Parakan.

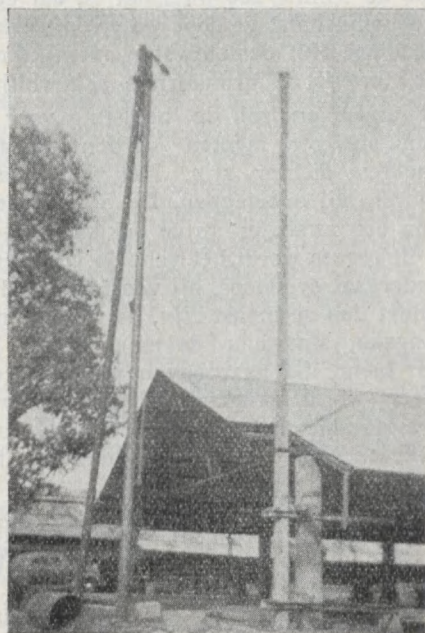


Fig. 8. Beproeving van een mast van hoogwaardig beton.

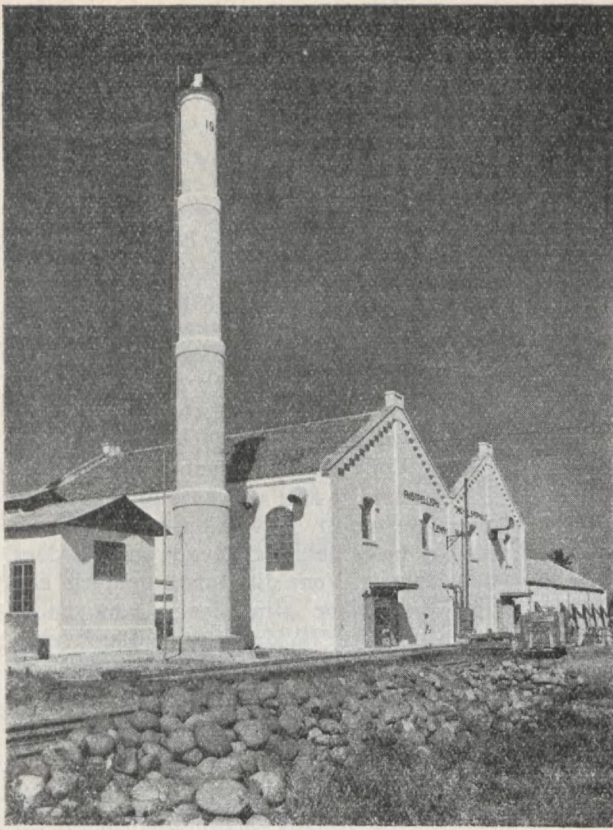


Fig. 9. Schoorsteen eener rijstpellerij, opgebouwd uit eenheden van schokbeton.

gaan op de berekening alleen, wel de kwaliteit van het beton te onderzoeken door middel van proefbalkjes, doch daarnaast proefpalen te maken en deze, verticaal opgesteld, te onderzoeken op toptrekkracht tot het breukstadium toe. Uit de beproevingen bleek, dat de toptrekkracht bij breuk bedroeg 450 — 550 kg,

een zekerheidscoëfficiënt latende van 3,2 tot 3,9 voor de langste palen. Aangezien normaal betonijzer werd toegepast, lag de conclusie voor de hand, dat de masten braken op de bovenste vloiegrens van het betonijzer; de betonbreukspanning werd nooit bereikt. De hoeveelheid ijzer in de doorsnede was reeds van dien aard (max. $3\frac{1}{2}\%$), dat verdere opvoering hiervan geen zin had en bovendien de mast onnoodig duur zou maken. Bij de beproevingen (zie fig. 8) werd de mast eerst belast tot haar elasticiteitsgrens, die lag bij een toptrekkracht van ± 180 kg en ± 20 cm uitbuiging. Wanneer daarna de belasting tot nul werd teruggebracht, bleek de blijvende uitwijking slechts enkele mm te zijn. Een verrassend blijk van elasticiteit.

De voor de ANIEM vervaardigde palen werden deels getrild, deels geschokt. De palen voor het stadsnet te Semarang werden getrild, de palen voor de hoogspanningslijn Magelang-Parakan werden grootendeels geschokt; die voor de lijn Siman-Djombang worden getrild. Een ander voorbeeld uit de praktijk is het met getrild beton herstellen van een gebroken paal, dat zich heeft voorgedaan op het eerste heiwerk van den bouw van de Nederlandsch-Indische Handelsbank te Batavia. Een heipaal brak tijdens het oppikken in twee stukken en is, nadat een gedeelte van het beton was weggekapt, netjes aan elkaar getrild, zoodat weer één geheel werd verkregen. De paal is daarna onder toezicht der directie ingeheid en vertoonde geen enkel mankement. Dit is dus een voorbeeld van reparatie van oud beton door middel van trillen. Een schoorsteen voor een rijstpellerij te Lemah-Abang nabij Krawang is opgebouwd uit kleine eenheden, welke door middel van de schokmethode werden vervaardigd, naar Lemah-Abang vervoerd en daar in elkaar gezet (zie fig. 9).

Wij bevinden ons midden in een proces van ontwikkeling van het beton tot meer hoogwaardig materiaal. De toepassing van ons gewapend beton moge



Fig. 10. Diverse voorbeelden van betonmasten.

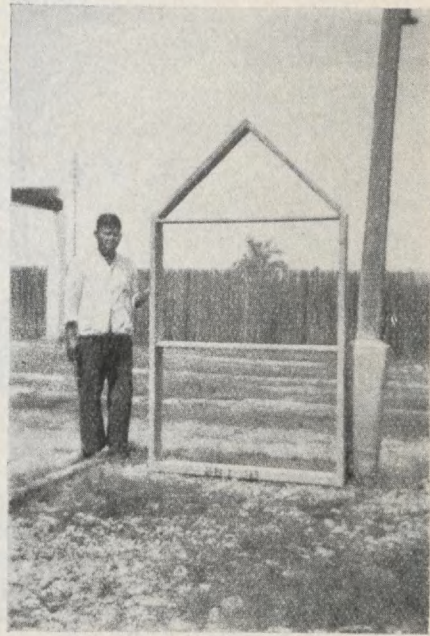


Fig. 10a. Kozijn van hoogwaardig beton.

blijven wat zij is, onze oogen zijn geopend voor het vervaardigen van hoogwaardig materiaal, dat dicht en hard zal zijn als natuursteen en sterk naarmate de wapening effectief is aangebracht. Wie zich in het probleem heeft ingewerkt, weet hoe veelomvattend en omvangrijk het is en beseft tevens meer en meer, dat de berekening van beton slechts een deel van het werk is, dat verricht moet worden om tot goed beton te komen. Men kan zelfs zeggen, dat een slecht berekend beton, goed uitgevoerd, nog heel wat kan presteeren en omgekeerd geldt zeker, dat goed berekend beton, slecht uitgevoerd, prulwerk is. Bij dit alles mag niet worden vergeten, dat de ketting steeds breekt op de plaats van de zwakste schakel. Wanneer slecht zand wordt gebruikt, zullen alle pogingen om het beton hoogwaardig te maken, nooit beter beton kunnen doen verkrijgen dan door de geringe drukvastheid van het zand wordt bepaald. In den beginne is er zelfs aan gedacht om voor hoogwaardig beton alleen prima materiaal te gebruiken, kwartszand en eerste klas steenslag of grint. Principieel is dit natuurlijk juist, maar met de gegeven materialen is er nog zooveel te bereiken, dat wij daarmee voorloopig tevreden kunnen zijn en in elk geval stellen ze voorloopig nog geen grens aan ons kunnen. Ook de gradeering, het door middel van zeefanalyses vast-

stellen van de goede verhouding tusschen zand en grint, en de korrelgrootte van de materialen, is een punt dat de aandacht moet vragen, wanneer wij ons tot opgave hebben gesteld goed beton te produceeren. Een ander punt, dat nú reeds een oplossing vraagt, is de toepassing van hoogwaardig ijzer. Zooals eerder werd opgemerkt, wezen de beproevingen uit, dat het wapeningsijzer de zwakste schakel in de betonmasten was en publicaties in de vakliteratuur vermelden deze toepassing reeds. Momenteel worden proeven genomen door betonpalen, die getrild of geschokt worden, te wapenen met Isteg-staal. De toelaatbare spanning van dit hoogwaardige ijzer bedraagt 1800 kg/cm^2 , de rek is verminderd van 32 op 10%. Tenslotte dient de zekerheidscoëfficiënt, zooals die normaal wordt aangenomen, voor hoogwaardig beton te worden herzien. Voor beton, waar zooveel zorg aan wordt besteed wat betreft zijn vervaardiging, behoeft niet meer dezelfde norm te worden aangelegd als voor het eerste het beste beton, dat tegenwoordig door een ieder wordt gestort. Voor dit laatste beton is een veiligheidsfactor van 5 op zijn plaats; voor hoogwaardig beton kan deze factor zeker minder zijn. Zulks is in de practijk reeds gebeurd; de GBVNI 1935 geven hiertoe op grond van artikel 2 de noodige vrijheid.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE. „DE MIJNINGENIEUR”

INHOUD: Boetoniet, een bijzonder gesteente van het eiland Boeton (Z.O.-Celebes), door dr. ir. W. H. Hetzel. — Over het voorkomen van *Halysites wallichii* Reed op Nieuw-Guinea, door dr. K. A. F. R. Musper. — Zur Lage des Vulkans Calayo auf Mindanao (Philippinen), door dr. K. A. F. R. Musper. — Economische mededelingen. — Personalia.

Boetoniet, een bijzonder gesteente van het eiland Boeton (Z.O.-Celebes)

door

dr. ir. W. H. HETZEL, *)

Ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, Bandoeng.

(Met plaat I.)

Korte inhoud.

Beschreven wordt het geologisch voorkomen, de petrografische en chemische samenstelling van een op het eiland Boeton gevonden merkwaardig gesteente; voor de ontstaanswijze ervan wordt een verklaring gegeven.

Inleiding.

Bij het mijnbouwkundig-geologisch onderzoek van het eiland Boeton vanwege den Dienst van den Mijnbouw werd op verscheidene plaatsen een merkwaardig gesteente gevonden, dat met geen ander gesteente kon worden vergeleken en daarom tijdens de geologische opname met den naam boetoniet werd aangeduid.

Deze vondsten zijn het eerst in het Jaarboek van het Mijnwezen¹⁾ vermeld; het geologisch voorkomen is daar in het kort en uiteraard voorloopig beschreven. Over het petrografisch en chemisch karakter van dit gesteente was toen echter nog niets bekend. Twee jaren later werd een scheikundige analyse gepubliceerd²⁾.

Enkele woorden zijn voorts aan de boetoniet gewijd in de korte geologische beschrijving van Boeton, voorkomende in het „Verslag van het onderzoek naar het voorkomen van asfaltgesteenten op het eiland Boeton”³⁾. Daar in deze publicatie voor het geologisch gedeelte slechts een beperkte plaatsruimte beschikbaar was gesteld, kon de boetoniet daarin niet uitvoerig behandeld worden.

Het betreffende gesteente is hard, glasachtig en zeer donker tot zwart van kleur; een breccieuze textuur werd meermalen waargenomen. Megascopisch zijn veelal uiterst kleine korrels van zwart erts in groote hoeveelheid te zien, daarnaast komen soms ook veel grootere ertsfragmenten voor. De donkere hoofdmassa wordt in de meeste monsters doorsneden met melkwitte adertjes en onregelmatige partijen, waarin dikwijls ook kleine verspreide ertskorreltjes zijn waar te nemen. Aan de oppervlakte treedt in het terrein veelal een limonitische verweering op, die zoover kan voortschrijden, dat van het oorspronkelijke gesteente nog slechts enkele onveranderde fragmenten bewaard zijn gebleven. Een andere vorm van verandering trad op bij monsters, die langen tijd in het laboratorium werden bewaard; er vormden zich n.l. ijzervitrioolachtige producten, waarbij het gesteente in brokstukjes uiteen viel. Deze vorm van verandering vond ook plaats op de polijstvlakken van praeparaten, waardoor deze onbruikbaar werden.

Geologisch voorkomen der boetonieten.

De meeste boetonieten werden in Zuid-Boeton gevonden, en wel voornamelijk aan de westzijde van het Kapantoreh-gebergte, een ± 28 km lange bergrug van ultrabasische stollingsgesteenten, die zich op ± 10 km afstand van Straat Boeton in de lengterichting van het eiland uitstrekt⁴⁾. In deze terreinstrook zijn de boetonieten hoofdzakelijk beperkt tot twee gebieden; het zuidelijke terrein ligt ± 15 km ten Noordoosten van de hoofdplaats Baeobaen en

*) Uitwerking van een voordracht, gehouden voor het 8ste Ned.-Ind. Natuurw. Congres te Soerabaja 1938.

1) Jaarboek van het Mijnwezen. 1928. Algem. gedeelte p. 64.

2) Jaarboek van het Mijnwezen. 1930. Algem. gedeelte p. 253.

3) W. H. Hetzel. Verslag van het onderzoek naar het voorkomen van asfaltgesteenten op het eiland Boeton. Verslagen en Mededelingen betreffende Indische delfstoffen en hare toepassingen, no. 26, 1936, p. 21.

4) Zie plaat I, behorende bij het Verslag van het onderzoek naar het voorkomen van asfaltgesteenten op het eiland Boeton.

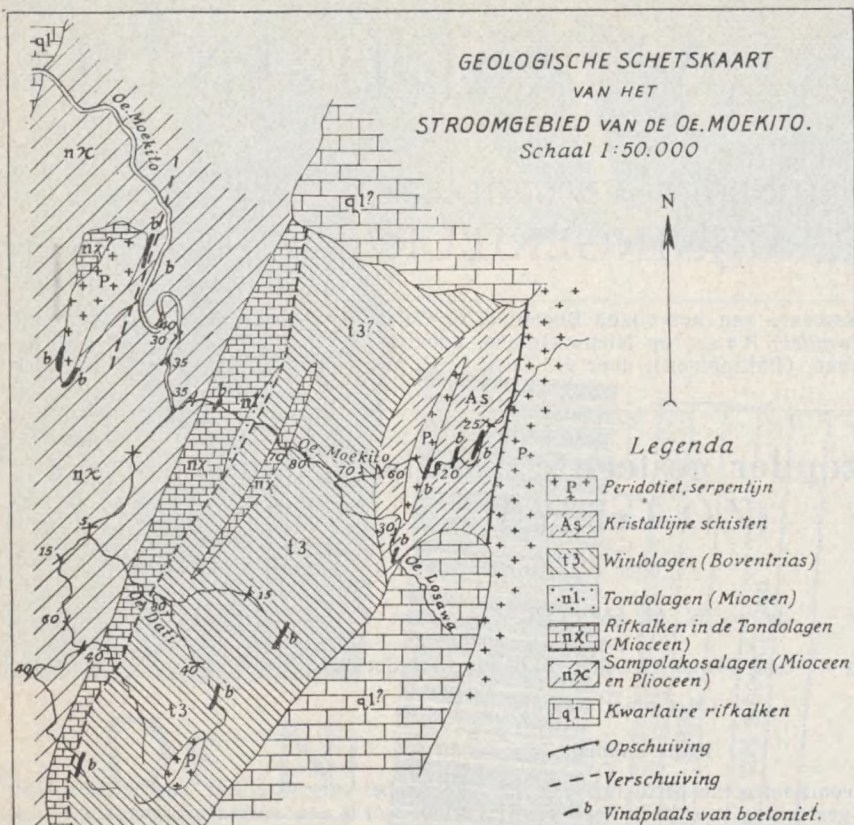


Fig. A

behoort tot het stroomgebied van de Oe.⁵⁾ Moekito (fig. A); het noordelijke terrein ligt niet ver ten Zuiden van het plaatsje Kapantoreh. Beide terreinen zijn gekarakteriseerd door een zeer gecompliceerden bouw, die noch in stratigrafisch, noch in tektonisch opzicht bevredigend kon worden opgelost. De voorstelling der geologie van het Moekito-gebied op fig. A kan daarom geen aanspraak maken op een juiste weergave der werkelijkheid; deze zal, vooral in tektonisch opzicht, waarschijnlijk te eenvoudig zijn voorgesteld.

In deze verhandeling zullen in hoofdzaak de boetonieten uit het stroomgebied van de Oe. Moekito worden besproken. Een deel der boetonieten van dit terrein staat in nauw verband met het geïsoleerde peridotiet-serpentijnmassief aan de westzijde van de Moekito-rivier. Hun ligging is daar niet geheel duidelijk geworden, blijkbaar komen zij langs de randen van dit massief voor als partijen van onregelmatigen vorm.

Langs den oostelijken rand van den serpentijn, die in de kristallijne schisten optreedt, is een boetoniet ontsloten, die doorsneden is met adertjes van chrysotiel en als een duidelijk kenbare gang is ontwikkeld.

De overige boetonieten uit het Moekito-gebied staan kennelijk niet in direct verband met ultrabasische stollingsgesteenten. Zij komen voor in de kristallijne schisten, de boventriassische Wintolagen, de mioceene kalksteenen der Tondolagen en in de mio-

plioceene Sampolakosa-lagen. In deze formaties treedt de boetoniet dikwijls in gangen op en is dan scherp van het nevengeesteente gescheiden. De richting dezer gangen wisselt van N 10° O tot N 30° O; zij zijn steeds ongeveer verticaal en bereiken een dikte tot 10 m en soms zelfs meer. Een gang in de zachtere mergelige globigerinenkalksteen der Sampolakosa-lagen is door de werking der erosie als een hogere rug uitgeteerd; aan de oppervlakte is deze gang tot een limonitisch erts verweerd („ijzeren hoed“) ⁶⁾.

In een der gangen in de Wintolagen komt de boetoniet voor als ondergeschikt bestanddeel van een groengekleurd carbonaatrijk ganggesteente met een enkel stukje kopererts (chalcopryiet?).

De boetonieten in het terrein ten Zuiden van Kapantoreh staan slechts in enkele gevallen in direct verband met peridotieten en serpentijnen. Zij treden daar veelal gangvormig op in de Boventrias en in het Neogeen; in tegenstelling met het Moeki-

to-gebied bestaan deze gangen meestal slechts ten deele uit boetoniet en overigens uit carbonaat. Er zijn echter ook enkele gangen, die geheel met boetoniet zijn gevuld.

Microscopische beschrijving.

De meeste boetonieten van het Moekito-gebied blijken onder het microscoop in hoofdzaak te bestaan uit een opaalmasa (brekingsindex lager dan die van de canadabalsem, bij gekruiste nicols donker), die als regel zeer lichtbruin getint is. In de opaal zijn zeer kleine ertskorrels verspreid in uiteenlopende hoeveelheid; het erts is dikwijls geconcentreerd tot donkere partijen en vlekken en soms in adertjes, die de overige opaalmasa doorsnijden. In de opaal komen meestal ook partijen voor, die vrij zijn van erts; dikwijls zijn het gangetjes of snoertjes, die de ertsrijke opaalmasa doorsnijden en dus wat later werden gevormd. Behalve de kleine ertskorreltjes werden in de meeste dunne doorsneden ook enkele grotere ertsfragmenten aangetroffen. De opaal is dikwijls „slierig“, terwijl meermalen ook een nier-vormige structuur werd waargenomen.

In vele dunne doorsneden zijn fraaie ontglazingsverschijnselen van den ertsarmen tot ertsrijken opaal te zien; in het bijzonder op holten en spleten als radiaalvezelige aggregaten van chalcedoon (rechte uitdooving, $c = a$), die tevens een concentrische structuur vertoonen. De chalcedoon is kleurloos, in tegenstelling met de meestal zwak lichtbruine tint van de opaal. In overeenstemming met de radiaalveze-

5) Oe. = Oemala = rivier.

6) Deze gang ligt ten Zuiden van Fig. A.

lige structuur vertoonen de chalcedoonaggregaten tusschen gekruiste nicols een fraai kruis. In enkele praeparaten werden ook holten gevonden, waarin geen of slechts zeer weinig chalcedoon is afgezet. De hierboven beschreven boetonieten worden geïllustreerd door de figuren 1-3 (Plaat I).

Op fig. 1 is de zeer ertsrijke opaalmasa met „slierige” en niervormige structuur te zien; langs de randen van de groote holte zijn de fraaie chalcedoonaggregaten afgezet, terwijl een kleine holte daarmede geheel is gevuld. De nicols zijn (evenals bij de fig. 2-4) niet geheel gekruist, daar anders de opaal zwart zou worden en het erts dus niet te zien zou zijn.

Op fig. 2 is een gedeelte der chalcedoonaggregaten van fig. 1 bij een sterkere vergroting afgebeeld. Bij nog sterkere ($\pm 500\times$) vergroting is langs de opaalmasa, waar deze aan de chalcedoonaggregaten grenst, een smal randje waarneembaar, dat zwak dubbelbrekend is en loodrecht op den rand een vezelige structuur vertoont volgens ny ; de brekingsindex komt overeen met opaal ($\pm 1.4 - 1.5$). Waarschijnlijk is het een vezelige, optisch anomale opaal, die bij de stolling van het kiezelzuurgel is ontstaan.

Op fig. 3 wordt de ertsrijke opaalmasa doorsneden met smalle spleten en met een grootere wigvormige holte, die geheel met opaal en chalcedoon is opgevuld. Waar de opaalrand met niervormige structuur aan de chalcedoon grenst, is ook hier bij groote vergroting een smal randje van optisch anomale opaal waarneembaar.

De boetonieten van fig. 1-3 zijn afkomstig van den rand van het peridotiet-serpentin voorkomen aan de westzijde van de Oe. Moekito; fig. 4 geeft een afbeelding van de met chrysotieladers doorzette boetoniet uit den gang, die op de grens van serpentin en kristallijne schisten verder stroomopwaarts in de Oe. Moekito is aangetroffen. De chrysotiel heeft zich uit de serpentin gevormd en is secundair op een spleet in de ertsrijke opaalmasa afgezet. De chrysotielader is door een microverschuiving gesneden, die later geheel met fijnkorrelig erts werd opgevuld.

Fig. 5 toont een boetoniet, die langs den oever van de Oe. Moekito in een kleine ontsluiting onder mioceene kalksteen der Tondolagen werd aangetroffen. In dit gesteente komt behalve de ertsrijke opaal ook veel ertsarme tot ertsvrije opaal voor, die waarschijnlijk oorspronkelijk olivijn is geweest. Verder is er een fragment te zien, waarin de mazenstructuur van serpentin nog te herkennen is.

Fig. 6 is een afbeelding van een boetoniet uit een gang van het Kapantoreh-terrein. Het ganggesteente bestaat uit carbonaatrijke, ongeveer evenwijdige banden van witte en donkergrijze kleur; in de donkere banden liggen stukken van boetoniet verspreid. Deze boetoniet is behalve uit ertsrijke opaal ook uit paragenetische carbonaat samengesteld. Een gangetje van carbonaat en opaal is door een microverschuiving gesneden, op deze verschuiving werd later weer carbonaat afgezet. Het fijnkorrelige erts kan in deze carbonaathoudende boetonieten ook in

de carbonaatsubstantie voorkomen; carbonaatsnoeren met weinig of geen erts, zooals op fig. 6, zijn echter ook algemeen.

Een carbonaatgangetje werd op het Laboratorium voor Delfstoffen Onderzoek van den Dienst van den Mijnbouw onderzocht en bleek geheel te bestaan uit magnesiet.

Mineragrafisch onderzoek en chemische analyse.

Ir. W. C. Benschop Koolhoven heeft twee monsters van de zwarte boetoniet mineragrafisch onderzocht. Deze monsters zijn afkomstig van den rand van het peridotietlichaam bij de Oe. Moekito en van het voorkomen tusschen de mioceene kalksteen der Tondo-lagen (bij deze monsters behooren de figuren 1 en 5). Door dit onderzoek is aangetoond, dat het fijnkorrelige erts marcasië is, terwijl de grootere ertsfragmenten hetzij chromiet, hetzij marcasië zijn. Uit het desbetreffende rapport van Koolhoven zij hier het volgende overgenomen:

„Onder het microscoop blijken in beide monsters de ertsmineralen marcasië en chromiet aanwezig te zijn. Chromiet komt in beide monsters voor als sterk gecorrodeerde en dooraderde korrels ter grootte van $0.05 - 1$ mm. Kristalvlakken zijn soms nog te herkennen. Het mineraal wordt zoowel door opaal als door marcasië aangetast, doch blijkt tegen die aantasting veel resistenter te zijn dan de rest van het gesteente, dat geheel en tot onherkenbaar toe vervangen is. De chromiet moet opgevat worden als de laatste resistente resten van het oorspronkelijke gesteente. Marcasië, dat mineragrafisch duidelijk van pyriet te onderscheiden is door de fraaie polarisatiekleuren onder gekruiste nicols, komt in een der monsters voor als grootere korrels, die bijna steeds grillig begrensd zijn t.o.v. de opaal; een enkele maal met een kristalbegrenzing die op het rhombische systeem duidt, doch zeker niet regulair is. Voor het overgrote deel is het mineraal in beide monsters als microscopisch kleine korrels van 0.01 mm tot minder dan 0.001 mm overal in de opaal aanwezig, doch in verschillende concentratie. De grootste opeenhooping heeft plaats gehad in een der monsters als adertjes, die de overige opaalmasa doorsnijden en dus jonger zijn. Voorts komt de concentratie ook voor bij de randen van geopaliseerde gesteentebrokjes, die de breccieuze tectuur van de opaal veroorzaakt hebben. Soms werden adertjes ter dikte van 0.02 tot 0.005 mm, geheel uit marcasië bestaande, geconstateerd. Dit laatste duidt op een iets later ontstaan van de marcasië t.o.v. de opaal. Het algemeene beeld der uiterst kleine korreltjes in opaal doet echter denken aan een gelijktijdig ontstaan van de marcasië met de vastwording der opaalgelmasa”.

Van de boetoniet bij het peridotietlichaam nabij de Oe. Moekito werd door dr. ir. H. W. V. Willems een gesteenteanalyse gemaakt met het navolgend resultaat:

SiO ₂	36.9
Al ₂ O ₃	geen (?)
Ac ₂ O ₃	2.40 *)
MgO	0.18
CaO	0.05
Na ₂ O	0.38
K ₂ O	0.05
H ₂ O +	} gloei- {
H ₂ O -	
CO ₂	geen
TiO ₂	sp.
P ₂ O ₅	sp.
MnO	0.02
Cr ₂ O ₃	1.11
NiO	0.12
100.26	

*) FeO hierin begrepen, berekend als Fe₂O₃.

**) Met geringe hoeveelheden organisch materiaal en zwavel.

Opmerking. In de boetoniet is chromiet aanwezig, bovendien organisch materiaal en zwavel. Een dergelijke combinatie maakt, dat FeO niet kan worden bepaald, dus ook niet het juiste gehalte aan Fe₂O₃ en aan Al₂O₃. Ook het gehalte aan H₂O kan onder dergelijke omstandigheden niet meer bepaald worden.

Tevens werd door Willems de dicht bij deze boetoniet voorkomende geserpentiniseerde peridotiet geanalyseerd. Dit gesteente bestaat ongeveer geheel uit serpentijn; van de oorspronkelijke bestanddeelen zijn nog resten over n.l. enstatiet, diopsiedische augiet en picotiet. De analyse luidt als volgt:

SiO ₂	40.35
Al ₂ O ₃	2.43
Fe ₂ O ₃	6.49
FeO	1.67
MgO	32.78
CaO	1.75
Na ₂ O	0.12
K ₂ O	0.03
H ₂ O +	11.14
H ₂ O -	2.51
CO ₂	0.33
TiO	0.04
P ₂ O ₅	geen
MnO	0.15
Cr ₂ O ₃	0.36
NiO	0.10
SO ₃	geen
S	geen
100.25	

De geanalyseerde boetoniet is zeer waarschijnlijk door omzetting uit de geserpentiniseerde peridotiet ontstaan. Daar het uiteraard niet bekend is in hoeverre de peridotiet reeds geserpentiniseerd was, toen de omzetting in boetoniet plaats vond, zijn deze beide analyses niet wel vergelijkbaar. Duidelijk blijkt echter wel de groote toename van SiO₂ bij de omzetting. Verder is van belang, dat in den boetoniet organisch materiaal en zwavel (uit de marcasiet) aanwezig is.

De ijzervitrioolachtige producten, die bij de omzetting van de zwarte boetoniet ontstaan, werden op het Laboratorium voor Delfstoffen Onderzoek van den Dienst van den Mijnbouw onderzocht. Het desbetreffende rapport van Ing. A. F. W. Freusberg luidt als volgt:

„Het monster werd grondig met water afgespoeld, waarna de verkregen oplossing snel gefiltreerd werd. Ze reageerde zwak zuur. De analyse der oplossing leidde tot de volgende resultaten:

Droogrest bij 105° (van 50 cc)	312.8 mg
Gloeirest (Fe ₂ O ₃ en overige oxyden) (van 50 cc)	139.2 mg
FeO 110.3 mg, omgerekend tot FeSO ₄	232.85 mg
	(= 122.55 mg SO ₃)
Fe ₂ O ₃ 13.6 mg, omgerekend tot Fe. OH. SO ₄	28.74 mg
	(= 13.60 mg SO ₃)
MnO	0.4
SO ₃	150.2
Al ₂ O ₃	sporen
Ca, Mg, alkaliën	{ niet bepaald

Opmerking. Bij het afspoelen gingen behalve de witte en zwak groen getinte uitgekristalliseerde ontledingsproducten ook bruine en zeer kleine gele kristallen, in zeer kleine hoeveelheid aanwezig, in oplossing. Volgens R. Scharitzer (Z. Krist. 30, 1899) is de samenstelling der witte substantie 5(FeSO₄ · 4 aq) + 7(FeSO₄ · 1 aq); de groengetinte is vermoedelijk FeSO₄ met 1 tot 4 mol. kristalwater. De bruine kristallen wijzen op de aanwezigheid van basisch ferrisulfaat FeOH·SO₄ en de gele op normaal ferrisulfaat Fe₂(SO₄)₃.

Uit dit onderzoek blijkt, dat de ijzervitrioolachtige producten ontstaan zijn door omzetting van de marcasiet.

Vermoedelijke ontstaanswijze der boetonieten.

Het ligt voor de hand, dat de boetonieten, die langs de randen der peridotiet- en serpentijnvoorkomens optreden uit deze ultrabasische gesteenten zijn ontstaan. Daarop wijst ook de aanwezigheid in de boetoniet van chromiet, dat ook door de chemische analyse in de geserpentiniseerde peridotiet bij de Oe. Moekito is aangetoond.

Het is bekend, dat bij de verweering van ultrabasische eruptiva opaal, chalcedoon, kwarts, ijzerertsen (haematiet, magnetiet, limoniet) en carbonaten kunnen ontstaan en dat deze omzetting zoover kan voortschrijden, dat het oorspronkelijk gesteente volledig daarin wordt omgezet. Een soortgelijke ontstaanswijze wordt bijv. aangenomen voor birbiriet, een bruinachtig kwartsgesteente, dat van Abessynië en Servië beschreven is ⁷⁾ en dat door verweering van duniet (Abessynië) of serpentijn (Servië) is ontstaan. De Abessynische birbiriet is samengesteld uit dicht opeen liggende limonietkorrels, waarin de tusschenruimten opgevuld zijn met chalcedoonvezels en kwartskorrels. Van Bosse ⁸⁾ heeft gewezen op de overeenkomst in chemische samenstelling tusschen deze birbiriet en boetoniet; voor birbiriet is deze n.l.:

7) L. Duparc, E. Molly & A. Borloz. Sur la Birbirite, une roche nouvelle. Compt. Rend. Soc. Phys. Genève. 44, no. 3, p. 137, 1927.

L. Duparc & E. Molly. Les gisements platinifères du Birbir (Abyssinie). Schweiz. miner. u. petrogr. Mitt. 8, H. 1, p. 240, 1928.

J. Kuntz. Eine geologisch-bergmännische Expedition durch Abyssinien. Ber. Freib. Geol. Ges. 13, p. 74, 1931.

8) P. M. van Bosse. Boetoniet. De Mijningenieur, 1932, no. 8, p. 143.



Afb. 1. *Halysites wallichii* Reed.
Vergr. $2\frac{1}{2} \times$.
Dunne doorsnede in hoofd-
zaak dwars op de pijpen.
Rolstuk uit de Penanggi,
een rechter zijtak van de
Oesak, rechter boventak van
de Noord- of Lorentzrivier,
Nederlandsch Nieuw-Guinea.
Waarschijnlijk Siluur. Onder
No. 1/76 bewaard in het
Geologisch Museum van
den Dienst van den Mijn-
bouw.



Afb. 2. *Halysites wallichii* Reed.
Verg. $2\frac{1}{2} \times$.
Dunne doorsnede min of
meer scheef op de pijpen.
Rolstuk uit de Noordoost-
rivier, Nederlandsch Nieuw-
Guinea. Waarschijnlijk Siluur.
Onder No. 1/123 bewaard
in het Geologisch Museum
van den Dienst van den
Mijnbouw.



Fig. 1.

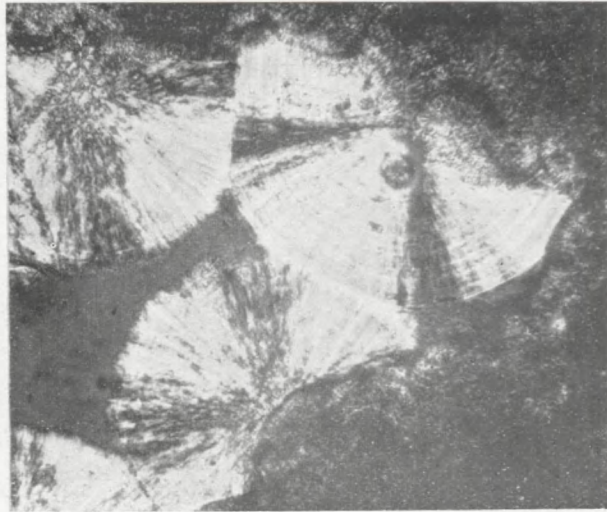


Fig. 2.

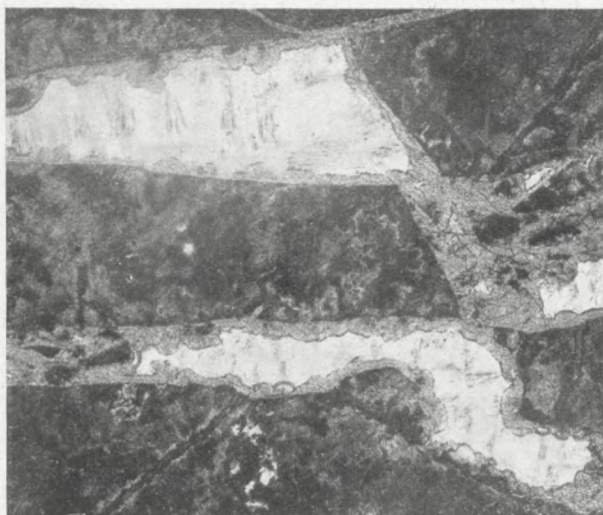


Fig. 3.



Fig. 4.

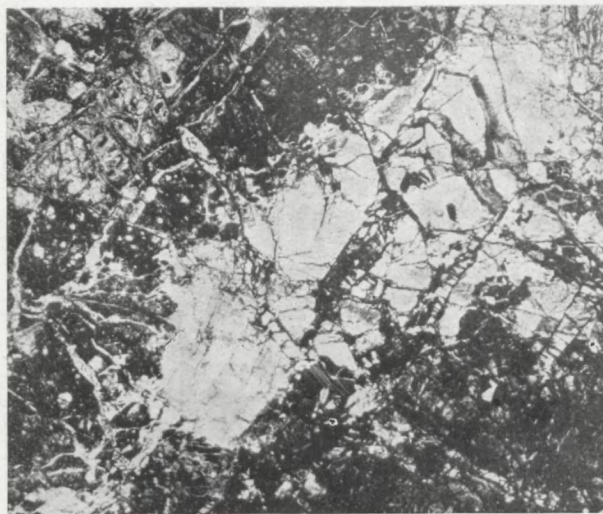


Fig. 5.

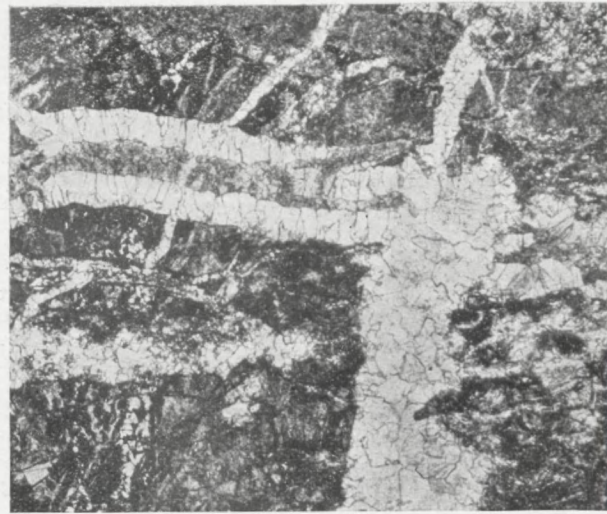


Fig. 6.

SiO ₂	88.20
Al ₂ O ₃	sp.
Fe ₂ O ₃	9.01
Cr ₂ O ₃	0.86
FeO	0.28
CaO	0.24
MgO	0.30
gloeiverlies	1.50

100.39%

Vergelijken wij echter de petrografische samenstelling van boetoniet met die van birbiriet, dan blijkt dat er tusschen deze beide gesteenten groote verschillen bestaan en boetoniet een ander gesteente is.

Als een ander voorbeeld kunnen vermeld worden sommige gesteenten, die door Rittmann uit de omgeving van Kg. Hoelana (op het eiland Manipa) als omzettingsproducten van serpentijnen zijn beschreven⁹⁾ en volgens die beschrijving overeenkomst met de boetoniet bezitten. Een dezer monsters toont nl. onder het microscoop een bijna geheel vervaagde brecciestructuur; de fragmenten bestaan uit opaal met een netwerk van stof-achtige magnetiet, terwijl het bindmiddel uit opaal met limoniet en magnetiet is samengesteld. Rittmann veronderstelt, dat dergelijke gesteenten supergeen zijn ontstaan door infiltratie van colloïdaal kiezelzuur, dat bij de verweering der serpentijnen gevormd werd.

Een dergelijke ontstaanswijze wordt nu door schrijver dezes voor de boetonieten niet waarschijnlijk geacht. Door het scheikundig onderzoek toch is aangetoond, dat de boetoniet zwavel (van de marcasiet) en organisch materiaal bevat en dat deze bestanddeelen niet voorkomen in de nabij gelegen geserpentiniseerde peridotiet. Zij zouden dus ook niet in de verweeringsproducten daarvan mogen voorkomen. De aanwezigheid van zwavel en van organisch materiaal kan beter verklaard worden, indien wij aannemen, dat de boetoniet hydrothermaal werd gevormd. Deze opvatting wordt o.a. ook gesteund door de veelvuldig waargenomen niervormige structuur van de opaal en door de gelaagde textuur van enkele boetonieethoudende carbonaatrijke gangen.

De hydrothermale vorming van boetoniet kan evenwel alleen bij een betrekkelijk lage temperatuur hebben plaats gehad; aangezien anders pyriet inplaats van marcasiet gevormd zou zijn.

Over het materiaal, waaruit de in gangen optredende en niet in contact met ultrabasische gesteenten voorkomende boetonieten zijn ontstaan, kunnen slechts enkele veronderstellingen worden geuit. In verscheidene monsters werd chromiet aangetroffen, hetgeen een aanwijzing is, dat peridotiet of serpentijn daarin aanwezig moet zijn geweest. Het is echter niet waarschijnlijk, dat het oorspronkelijke gangmateriaal geheel daaruit bestaat. Bij het geologisch onderzoek van Boeton kon de juiste ouderdom der ultrabasische eruptiva weliswaar niet worden vastgesteld, doch wel is daarbij aangetoond, dat zij ouder

zijn dan het Neogeen. Het moet dus uitgesloten worden geacht, dat de boetonietgangen in het Neogeen ontstaan zijn uit ultrabasische intrusies. Het is echter wél mogelijk, dat deze gangen oorspronkelijk verschuivingen zijn geweest, waarlangs ultrabasische gesteenten uit dieper gelegen niveau's naar boven konden worden gebracht. In dat geval moet de verschuivingsbreccie echter ook materiaal hebben bevat van het nevengeesteente.

In verband met het bovenstaande is schrijver dezes geneigd aan te nemen, dat de in gangen optredende boetonieten ontstaan zijn door hydrothermale verkiezeling (c.q. met carbonatisering) langs verschuivingspleten, waardoor het opvullingsmateriaal geheel werd omgezet. De boetonieten, die aan peridotieten en serpentijnen zijn gebonden, kunnen dan op soortgelijke wijze zijn ontstaan, waarbij het oorspronkelijk materiaal uiteraard grootendeels tot deze gesteenten moet hebben behoord. De verschuivingen moeten dan in verband gebracht worden met de bovenneogene tektoniek, daar de in gangen voorkomende boetonieten niet alleen in de kristallijne schisten en de Boventrias, doch ook in het Neogeen voorkomen.

Het organisch materiaal en eventueel ook de zwavel van de marcasiet kunnen wellicht afkomstig zijn van bitumina, die zoowel in de Boventrias als in de jongere formaties van Boeton zijn aangetroffen. In dit verband moge nog vermeld worden, dat in de Boventrias van het Moekito-gebied oliehoudende gesteenten voorkomen en dat in het terrein ten Zuiden van Kapantoreh een oliebron is aangetroffen.

Verklaring der figuren.

1. Vergroting 45 ×. Bijna × nicols.
Opaal met veel fijn verdeeld erts (marcasiet), dat plaatselijk tot vlekken en slieren geconcentreerd is. Ontglazing van opaal tot radiaalvezelige chalcedoon met concentrische structuur.
Vindplaats: langs den rand van het peridotietvoorkomen bij de Oe. Moekito (Zuid-Boeton).
2. Vergroting 134 ×. Bijna × nicols.
Een gedeelte der chalcedoonaggregaten van fig. 1.
3. Vergroting 134 ×. Bijna × nicols.
Ertsrijke opaalmasa met spleten en een wigvormige holte, die met chalcedoon en opaal zijn opgevuld. De wigvormige holte is door een microverschuiving afgesneden.
Vindplaats: langs den rand van het peridotietvoorkomen bij de Oe. Moekito (Zuid-Boeton).
4. Vergroting 60 ×. Bijna × nicols.
Ertsrijke opaalmasa met chrysotiel, die secundair in een spleet is afgezet. De chrysotiel snoer wordt door een microverschuiving gesneden, die daarna met marcasiet werd opgevuld.
Vindplaats: op de grens van peridotiet en kristallijne schisten in den bovenloop van de Oe. Moekito (Zuid-Boeton).
5. Vergroting 17 ×. Gewoon licht.
Ertsrijke opaal met groote fragmenten van ertsarme geopaliseerde olivijn. Geopaliseerde serpentijn of duniet.
Vindplaats: Tusschen mioceene kalksteen in de Oe. Moekito (Zuid-Boeton).
6. Vergroting 22 ×. Gewoon licht.
Ertsrijke opaalmasa met adertjes en snoeren van carbonaat, waarin soms weer opaal is afgezet. Een microverschuiving, waarop carbonaat werd afgezet, toont aan dat het gesteente nog na de opalising en carbonatisering verbroken werd.
Vindplaats: Oe. Pobaä (Zuid van Kapantoreh; Zuid-Boeton).

9) A. Rittmann. Gesteine von Kellang und Manipa. In: Geol., Petrogr. and Palaeont. Results of Explor. etc. Ceram door L. Rutten en W. Hotz. 1e serie, Petrografie No. 2, p. 18, 1931.

Over het voorkomen van *Halysites wallichii* Reed op Nieuw-Guinea*)

door

Dr. K. A. F. R. MUSPER,

Geoloog bij den Dienst van den Mijnbouw, Bandoeng.

(Met 2 afbeeldingen.)

De tabulate kettingkoraal *Halysites wallichii* Reed is van Nieuw-Guinea reeds bekend uit een door C. Teichert beschreven rolsteen, gevonden door J. W. van Nieuhuys (vgl. 1910 [a]) in de Noordoostrivier op de zuidhelling van het Sneeuwgebergte in Nederlandsch Nieuw-Guinea. Deze rivier wordt op de schetskaart, behorende bij Bulletin No. 68 (5de bulletin der Derde Zuid-Nieuw-Guinea-expeditie), door van Nieuhuys (1910 [a], blz. 17), alsmede op de door hem (1910 [b]) gepubliceerde en door Teichert (fig. 1, vgl. ook tekst blz. 72 en 75) in iets gewijzigden vorm overgenomen schetskaart, abusievelijk Noordwestrivier genoemd. Ten rechte is dit de naam van een verder westelijk stroomende rivier, waarin de Noordoostrivier als linker zijtak uitmondt, zooals uit andere kaarten af te lezen valt (zie o.a. Feuilletau de Bruyn, kaart No. IV en Zwierzycki, pl. XIV). Door Krijnen (blz. 510 en bijbehorende kaart) wordt als vindplaats het stroomgebied van de Noord- of Lorentzrivier opgegeven. In 1937 werd door Ir. H. Terpstra een tweede rolstuk met *Halysites* (No. I/76) gevonden in de Penangih (een rechter zijtak van de Oesak, rechter zijtak van de Noord- of Lorentzrivier), een oostwaarts stroomende rivier welke haar bronnen heeft op den noordkant van het Hellwiggebergte en den zuidkant van het Treubgebergte. Een derde, iets grooter ($4\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{2} \times 7$ cm) rolstuk (No. I/123) werd door Ir. Gouwentak medegebracht, weer afkomstig uit de Noordoostrivier, op een plaats gelegen ongeveer 15 km ten Westen van den G. Resi.

In tegenstelling met blijkbaar alle overige, door de verschillende expedities uit het onderhavige gebied medegebrachte gesteentemonsters, bestaan de beide nieuwe rolstenen uit gedeelten van koraalstukken van *Halysites*, waarvan de vulling tusschen het, zelf een weinig gerekristalliseerde, netwerk door een bijna niet gerekristalliseerde¹⁾, zeer fijn korrelige, troebele (mergelige) calciemassa (met niet te determineeren rondachtige tot langwerpige doorsneden van andere organismen, mogelijk foraminiferen) wordt gevormd, die aan den rand der rolstukken over enkele millimeters dikte een groenige verweeringskleur en daarbinnen een lichtere, meer blauwgroene kleur vertoont. Deze karakteristieke tint heeft ook Teichert bij de beschrijving van zijn exemplaar aangeduid. Het is daarom waarschijnlijk dat de drie

bekend geworden exemplaren uit één en dezelfde kalksteenlaag afkomstig zijn, die als vast gesteente helaas nog niet ontdekt is kunnen worden. Uit den habitus en de verspreiding der losse stukken mag men echter wel afleiden, dat ergens in het hooggebergte een kalksteenbank met *Halysites* moet voorkomen, welke zich in W-O richting over minstens ongeveer 18 km uitstrekt.

Betreffende de determinatie der beide nieuwe exemplaren (vgl. afb. 1 en 2, tegenover pag. IV. 155) kan gezegd worden, dat er geen twijfel bestaat over de overeenkomst met de door F. R. Cowper Reed (blz. 129-130, pl. XVIII fig. 8-10) uit den Himalaya beschreven *Halysites wallichii*, waarmede reeds Teichert (blz. 75-76, fig. 2a-c) terecht het eerste stuk uit Nieuw-Guinea heeft geïdentificeerd. Het meest karakteristiek voor deze soort is de onderlinge begrenzing der cellen door breede vlakken en de slechts geringe insnoering bij deze grensvlakken; ook bij de nieuwe exemplaren is de concave vorm der lamellen binnen enkele cellen reeds onder de loupe duidelijk te herkennen.

Ten opzichte van den ouderdom kan het volgende worden opgemerkt. Umbgrove (1935, blz. 122) heeft gemeend de ouderdomsbepaling van Teichert (blz. 75), die het voorkomen van *Halysites wallichii* op Nieuw-Guinea met groote waarschijnlijkheid in het Gothlandien heeft geplaatst, en de opvatting van Krijnen (blz. 510), die het zonder voorbehoud in het Siluur plaatst, te moeten betwijfelen omdat andere vondsten van dezelfde vindplaats op Devoon wijzen. Later (1938, blz. 5) noemde Umbgrove onder opgave van dezelfde reden den ouderdom mogelijk silurisch. Daarentegen is al onmiddellijk in te brengen dat geenszins vast staat dat *Halysites*, die immers slechts in rolstukken gevonden werd, met de devonische fossielen op één en dezelfde vindplaats voorkomt. Bovendien wijken deze lithologisch af van de gesteenten met fossielen uit het Devoon. Voorts is het geslacht *Halysites* — al komt het, althans in Noord-Amerika, blijkbaar alleen bij wijze van uitzondering ook nog in het diepste Devoon voor — in het geheel beschouwd een typisch fossiel voor het Siluur en de exemplaren van Nieuw-Guinea in het bijzonder, komen volstrekt overeen met de door Reed beschreven en om goede redenen met groote waarschijnlijkheid in het Gothlandien geplaatste soort uit het Spiti-gebied van den Himalaya. Aan den anderen kant lijken de devonische resten van het in aanmerking komende gebied ook daarom voor de beoordeeling van de rolstenen met *Halysites* van geen belang te zijn, omdat immers daarnaast ook permocarbonische fossielen optreden, zonder dat daarom de aanwezigheid van Devoon bestreden zou kunnen worden. Integendeel bevinden zich onder het als devonisch beschouwde materiaal van Nieuw-

*) Deze publicatie vormt een onderdeel van een verslag over de geologie van een gebied in den bovenloop van de Lorentz- en de Noordoost-Rivier, Ned. Nieuw-Guinea, van de hand Ir. H. Terpstra. Dit verslag zal in één der afleveringen van dit Tijdschrift worden afgedrukt.

1) Dit feit lijkt van veel belang voor de beoordeeling van den relatieven ouderdom der regionaal-metamorfe kristallijne schisten, althans op Nieuw-Guinea.

Guinea enkele fossielen, die eventueel ook silurisch zouden kunnen zijn, een vraagstuk waarop echter hier niet verder zal worden ingegaan. Overigens is, zooals Reed (blz. 168) heeft aangegeven, in den centralen Himalaya de horizon 6, waarin *Halysites wallichi* gevonden werd, in geen geval jonger dan silurisch. Wadia (blz. 98) plaatste hem dan ook in het Boven Siluur.

De door Umbgrove geuite twijfel aan den silurischen ouderdom van *Halysites wallichi* Reed is op grond dezer overwegingen dan ook weinig gerechtvaardigd. Wij mogen veeleer veronderstellen dat reeds in silurischen tijd deelen van Nieuw-Guinea bedekt zijn geweest door een zee, welke zich van dit gebied uit heeft uitgestrekt tot in Australië, waar silurische sedimenten een groote verspreiding bezitten. Elders in Nederlandsch-Indië werd nog geen fossielrest gevonden, die evenzeer voor Siluur zou kunnen pleiten, zoodat de uitgestrektheid van deze zee in onzen Archipel volkomen duister is. In ieder geval mogen echter de stukken met *Halysites* op Nieuw-Guinea met de meeste waarschijnlijkheid als de oudste documenten uit de geologische geschiedenis van den Nederlandsch-Indischen Archipel worden beschouwd, die tot dusver gevonden zijn.

Geciteerde geschriften.

Cowper Reed, F. R. — Ordovician and Silurian fossils from the Central Himalayas. Mem. Geol. Surv. India. Pal. Ind. Ser. 15. Vol. 7. Mem. No. 2. Calcutta 1912. 1-168.

Feuilletau de Bruyn, W. K. H. — Contribution à la Géologie de la Nouvelle-Guinée. Diss. Lausanne 1921.

Krijnen, W. F. — Annotations to the map of the more important fossil localities in the Netherlands East Indies. Leidsche Geol. Meded. 5. Leiden 1931. 509-551.

van Nieuhuys, J. W. — Geografisch verslag van 3-29 Januari 1910. — Mij. t. bevord. v. h. Natuurk. Onderz. d. Nederl. Kol., 5de Bull. d. Zuid-Nieuw-Guinea-Exp. 1909-1910. Bull. No. 63. 1910 [a] 13-22.

———, [Toelichting bij de] Overzichtskaart 1:200.000 der Expeditie naar Centraal Nieuw-Guinea 1907 en 1909/10 onder leiding van Mr. H. A. Lorentz. Mij. t. bevord. v. h. Natuurk. Onderz. d. Nederl. Kol., 6de Bull. d. Zuid-Nieuw-Guinea-Exp. 1909-1910. Bull. No. 64. 1910 [b].

Teichert, C. — Nachweis paläozoischer Schichten von Südwest-Neu-Guinea. Nova Guinea 6. Geol. Livr. 3. Leiden 1928. 71-92.

Umbgrove, J. H. F. — De pretertiaire historie van den Indischen Archipel. Leidsche Geol. Meded. 7. Leiden 1935. 119-155.

———, Geological history of the East Indies. — Bull. Amer. Petr. Geol. 22. Tulsa 1938. 1-70.

5de Bulletin der 3de Zuid-Nieuw-Guinea-expeditie. Mij. t. bevord. v. h. Natuurk. Onderzoek. der Nederl. Kol., Bull. No. 68. 1913.

Wadia, D. N. — Geology of India. London 1926.

Zwierzycki, J. — Geologische overzichtskaart van den Nederlandsch-Indischen Archipel. Toelichting bij de bladen XIV en XXI (Noord- en Zuid-Nieuw-Guinea). Jaarb. Mijnw. Ned.-Indië 56. 1927. Verh. I. Weltevreden 1928. 1-63.

Zur Lage des Vulkans Calayo auf Mindanao (Philippinen)

von

• Dr. K. A. F. R. MUSPER,

Geologe beim „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng.

In „Neue Übersicht der tätigen Vulkane und Solfatarenfelder in den Philippinen“¹⁾ (S. 69 u. 80-81) haben Musper & Neumann van Padang auf die unvollständige Kenntnis vom Vulkane „Calayo“ auf Mindanao und die über ihn im Schrifttum bestehenden Widersprüche aufmerksam gemacht. Diese Unsicherheit herrschte sowohl hinsichtlich der genauen Lage als des Stadiums, in dem sich der Vulkan befindet, wenn er auch vorläufig in die tätigen (mit bekannten Ausbrüchen) eingereiht wurde. Zu letzterer Frage haben sich seither keine neuen Gesichtspunkte ergeben. Dagegen können nunmehr wenigstens über die Lage des Vulkans befriedigende Angaben gemacht werden.

Der Calayo ist nämlich nach Qu. A. Abadilla²⁾ gelegen in annähernd 7° 54' nördlicher Breite und 124° 50' östlicher Länge, also etwa 29 km west-nordwestlich von der in genannter Arbeit (S. 80)

zuletzt, nachdem vier andere Ortsangaben nach Koordinaten auszuschneiden hatten, für wahrscheinlich gehaltenen Stelle. Der Ort fällt damit fast zusammen mit dem 2286 m hohen Hauptgipfel des auf der Karte „Philippine Islands, Scale 1:1 000 000“ (Coast and Geodetic Survey, Manila P.I., 1933) eingetragenen Komplexes der „Kalatungan Mountains“ in der Mitte des Westteils der Provinz Bukidnon. Man findet die Erhebung unter dem gleichen Namen auch angedeutet in der Kartenskizze von H. M. Ickis bei W. D. Smith, „Geology and mineral resources of the Philippine Islands“ (Manila 1924), Abb. 13, S. 209, hier aber viel zu weit östlich. Für den Leser, der nur über Karten eines kleineren Maszstabes als des vorgenannten verfügt, sei zur Orientierung noch bemerkt, dass jener Gipfel, also der Calayo, 60 km genau östlich vom Mittelpunkt des Lanao-Sees und 67 km südsüdöstlich von der zur Provinz Or. Misamis gehörigen Küstenstadt Cagayan gelegen ist.

Nach dem Vorstehenden bildet der Calayo zusammen mit dem 37 km südwestlich davon entfernten,

1) Diese Zeitschrift 4, IV. 1937, S. 67-85.

2) Briefliche Mitteilung vom 17. September 1938. Herrn Qu. A. Abadilla in Manila sei hier für sein Entgegenkommen gedankt.

tätigen Vulkane Ragang (vgl. Musper & Neumann van Padang, S. 80) die jüngste Vulkanzone im Mittelteil eines grösseren jungvulkanischen Gebietes, dem auch im Nordosten der nach Smith (S. 209) erloschene, 2379 m hohe Vulkan Katanglad (von Smith, ebendort, Katunlud genannt) und im Südwesten der von Musper & Neumann van Padang (S. 79) als erloschen bezeichnete Makaturing angehören. Die Gipfelge-

biete dieser vier Vulkanberge sind auf einem Kreisbogen von etwa 90 km Länge angeordnet, dessen Inneres von dem vornehmlich aus Basalten bestehenden, schildförmigen Hochlande (vgl. Smith, S. 210-211) mit der zentralen, 700 m ü.d.M. gelegenen, umfangreichen Einsenkung des Lanao-Sees eingenommen wird, in der einige Forscher einen Krater haben erblicken wollen.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1938		1937	
	Augustus	t/m Aug.	Augustus	t/m Aug.
Java en Ma-				
doera.....	70 386,6	659 646,8	90 278,1	606 451,8
Noord-Suma-				
tra.....	66 479,9	585 029,7	71 851,3	525 956,6
Palembang...	237 505,2	1 806 840,-	236 513,4	1 850 505,-
Djambi.....	85 453,5	638 547,5	77 636,2	576 339,1
Oost-Borneo..	69 665,8	646 090,4	83 913,4	667 640,1
Tarakan.....	60 628,-	483 421,9	61 549,5	487 675,7
Boenjoë.....	—	—	—	262,1
Ceram.....	7 000,- ¹⁾	55 466,6	6 725,9	44 969,3
Nederlandsch-				
Indië.....	597 119,-	4 875 042,9	628 467,8	4 759 799,7

1) geschat.

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1938		1937	
	Augustus	t/m Aug.	Augustus	t/m Aug.
Gouverne-				
mentsbedrijven	79 420	645 991	75 591	555 087
Steenkolen Mij.				
„Parapattan”	23 400	189 700	25 600	190 775
Oost-Borneo				
Maatschappij	11 453	82 310	6 134	51 728
Loa-Boekit				
kolenmijnen..	2 805	19 558	3 250	19 553
Loa-Teboe				
kolenmijnen..	1 500 ¹⁾	7 172	2 003	15 611
Toeajan.....	500 ¹⁾	3 961	119	119

1) geschat.

Mijnbouw Maatschappij Moeara Sipongi.

Gedurende de maand Augustus 1938 werden:

3 119 tons erts vermalen van { 7,3 g goud per ton.
gemiddeld { 6,— g zilver „ „

Geëxtraheerd werden ca. 20 039 g goud en ca. 8 379 g zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 38 000,—.

De bedrijfskosten over Augustus bedroegen f 32 000,—, terwijl voor geologische onderzoeken werd uitgegeven ± f 3 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Augustus 1938 werden:

7 464 tons erts vermalen van 9,07 dwts goud per ton.
gemiddeld 108,7 dwts zilver „ „

2 725 „ sands,

4 552 „ slimes en

271 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 349 ozs. goud en ca. 38 963 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 235 000,—.

De bedrijfskosten over Augustus bedroegen ± f 108 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± f 1 000,— en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen ± f 2 000,—.

PERSONALIA.

Ir. W. Holleman, Hoofd van den Dienst van den Mijnbouw, is wegens negenjarigen dienst elf maanden verlof naar Europa verleend, met ingang van 2 November 1938.

Ir. C. S. van Haeften, Hoofdingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, is wegens zesjarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend, met ingang van 18 Maart 1939.

Dr. Ch. E. A. Harloff, Geoloog bij den Dienst van den Mijnbouw, is wegens ziekte een jaar verlof naar Europa verleend, met ingang van 1 September 1938.