

IN NEDERLANDSCH-INDIË

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

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

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

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. P. P. Bijlaard;
Leden: ir. G. Meesters,
dr. ir. Tan Sin Hok.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

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

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

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

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: De methode der doorbuigingsfactoren voor niet-prismatische staven, door H. Johannes. — *Berichten van allerlei aard.* — *Ontvangen geschriften.* — *Personalia.* — *Koninklijk Instituut van Ingenieurs: Bestuursmededeelingen.*

De methode der doorbuigingsfactoren voor niet-prismatische staven

door

H. JOHANNES,

Technisch student, Bandoeng.

Korte inhoud.

De voor- en nadeelen bij de toepassing van niet-prismatische staven voor constructies in gewapend beton worden nagegaan.

De staven worden onderverdeeld in soorten en groepen.

Nagegaan wordt welke grootheden als staaf- en belastingsconstanten bij de verschillende methoden worden gebruikt.

Formules worden afgeleid, waarmee de constanten, noodig bij de toepassing van de methode der doorbuigingsfactoren, kunnen worden bepaald.

Primaire momenten in zoowel prismatische als niet-prismatische staven worden met behulp van de methode der doorbuigingsfactoren berekend, waarbij blijkt, dat men daarmee sneller tot het doel komt dan met de andere methoden.

Inleiding.

Niet-prismatische staven, vooral bij constructies in gewapend beton, hebben — in het buitenland meer dan in Indië — veelvuldige toepassing gevonden, vanwege de belangrijke voordeelen, die deze bieden.

Door betere aanpassing van het materiaal aan de momenten en de dwarskrachten wordt er bij de niet-prismatische staaf aan beton en wapeningsijzer bespaard. Hierdoor wordt het eigen gewicht en het moment door eigen gewicht kleiner, waardoor nog meer aan materiaal wordt bezuinigd. In dubbel opzicht heeft men dus besparing ten opzichte van de

prismatische staaf. Bij toepassing van niet-prismatische staven (bijv. liggers met vouwen) heeft men bij de knooppunten minder plotselinge overgangen, zodat men daar ter plaatse een minder ongunstig verloop der spanningstrajectoriën krijgt.

Een ander niet onbelangrijk voordeel bij de toepassing van niet-prismatische staven ligt in het meer aesthetisch aanzien van het bouwwerk.

Hiertegenover staan als nadeelen de meerdere kosten voor de bekisting en de moeilijker berekening, doch deze nadeelen hebben slechts weinig te betekenen. Nog overwegender voor Indië is het voordeel

van materiaalbesparing vanwege de hoge materiaalprijzen en goedkope arbeidskrachten hier te lande.

Indeeling der staven.

Constructiestaven kunnen zijn:

1. gebogen (staafas gebogen);
2. recht (staafas recht).

Deze kunnen zijn:

1. prismatisch (traagheidsmoment I over de geheele staaf lengte constant);
2. niet-prismatisch (I veranderlijk over de staaf lengte).

Niet-prismatische staven kunnen zijn:

1. enkelvoudig;
2. samengesteld;
3. willekeurig.

Enkelvoudige staven zijn staven, waarvan het traagheidsmoment I over de geheele lengte continu verloopt volgens een bepaalde functie. Prismatische staven ($I_x = I_0 = \text{constant}$) zijn alle enkelvoudig. Aan de niet-prismatische staven kan men theoretisch alle mogelijke continue functies ten grondslag leggen; voor de praktijk echter kan men volstaan met de twee volgende algemeene functies:

$$H_I: I_x = I_0 (1 + cx^n)^3 \text{ en}$$

$$H_{II}: I_x = \frac{I_0}{1 - (1 - \nu) \left(\frac{x}{a}\right)^n}.$$

Met deze functies kunnen practisch alle in de praktijk toegepaste enkelvoudige staven worden beschreven, ze daarbij onderverdeelt in een hoofdgroep H_I en een hoofdgroep H_{II} .

Voor de staven van hoofdgroep H_I is:

$I_x = I_0 (1 + cx^n)^3$ en indien de doorsneden rechthoekig zijn:

$$b_x^{\frac{1}{3}} h_x = b_0^{\frac{1}{3}} h_0 (1 + cx^n) \quad (1)$$

b_0 , h_0 en I_0 zijn respectievelijk de breedte, de hoogte en het traagheidsmoment der staaf bij den oorsprong O .

n = een vormexponent.

c = een vormparameter.

Voor bepaalde waarden van c en n zijn de functies $b_x = f_1(x)$ en $h_x = f_2(x)$ te vinden, waarbij aan vergelijking (1) wordt voldaan.

Is bijv. $c = -c_1^2$ en $n = 2$ dan kan de breedte variëren volgens:

$$b_x = b_0 (1 + c_1 x)^3 \text{ en de hoogte volgens:}$$

$$h_x = h_0 (1 - c_1 x);$$

of wel de breedte volgens:

$$b_x = b_0 (1 - c_1 x)^3 \text{ en de hoogte volgens:}$$

$$h_x = h_0 (1 + c_1 x).$$

Van meer beteekenis bij deze hoofdgroep zijn de staven met constante breedte $b_x = b_0$ en waarvan de dikte dus verloopt volgens:

$$h_x = h_0 (1 + cx^n) \quad (2)$$

dat is volgens een algemeene parabool. Voor $n = 1$ is deze algemeene parabool een rechte lijn en voor $n = 2$ een tweedegraadsparabool. Voor $c = 0$ is de staaf prismatisch.

Rechthoekige en parabolische enkelvoudige staven van den tweeden graad worden in de praktijk het meest toegepast. De functievorm H_I is dan ook in verband hiermede gekozen. Daarentegen is de functievorm H_{II} gekozen (voor het eerst door Ritter) in verband met de gemakkelijke integreerbaarheid der integralen bij de functie:

$$I_x = \frac{I_0}{1 - (1 - \nu) \left(\frac{x}{a}\right)^n}.$$

Bij zoowel variabele breedte als hoogte heeft men bij deze tweede hoofdgroep:

$$b_x^{\frac{1}{3}} h_x = \frac{b_0^{\frac{1}{3}} h_0}{\sqrt[3]{1 - (1 - \nu) \left(\frac{x}{a}\right)^n}}.$$

Bij constante breedte verloopt de dikte volgens:

$$h_x = \frac{h_0}{\sqrt[3]{1 - (1 - \nu) \left(\frac{x}{a}\right)^n}} \quad (3)$$

Niet-prismatische *samengestelde* staven bestaan uit een aaneenschakeling van enkelvoudige staafgedeelten.

Willekeurige niet-prismatische staven hebben een onregelmatig verloop van I_x c.q. van h_x . Analytische behandeling is mogelijk, indien de I_x -lijn (eventueel bij gedeelten) benaderd kan worden door de functies H_I of H_{II} . Functie H_{II} is daarvoor het meest geschikt, omdat ze eenvoudiger integraties geeft. Heeft men een staaf met een willekeurig kromlijinig dikteverloop, dan wordt daaraan voor de berekening functie H_{II} ten grondslag gelegd. De vormexponent n wordt opgelost uit (lit. 3, blz. 74):

$$n \log \frac{x}{a} = \log \frac{I_x - I_0}{(1 - \nu) I_x} \quad (4)$$

Niet-prismatische staven kunnen verder zijn:

1. symmetrisch.
2. onsymmetrisch.

Staaf- en belastingsconstanten.

In fig. 1a is een balk geteekend, die aan beide enden van voûten is voorzien. De staaf is niet-prismatisch, samengesteld en onsymmetrisch. Voor deze staaf willen we nagaan hoe de staafconstanten en de belastingsconstanten bij geconcentreerde lasten en gelijkmatige volbelasting kunnen worden bepaald.

Bij alle berekeningswijzen van statisch onbepaalde constructies krijgt men te maken met zes constanten, grootheden, die zich bij de verschillende methoden in verschillende vorm voordoen, en die den grondslag vormen voor de berekeningen. Criterium voor zoo'n constante is, dat ze niet met behulp van de methode zelf kan worden bepaald. Vier van de zes

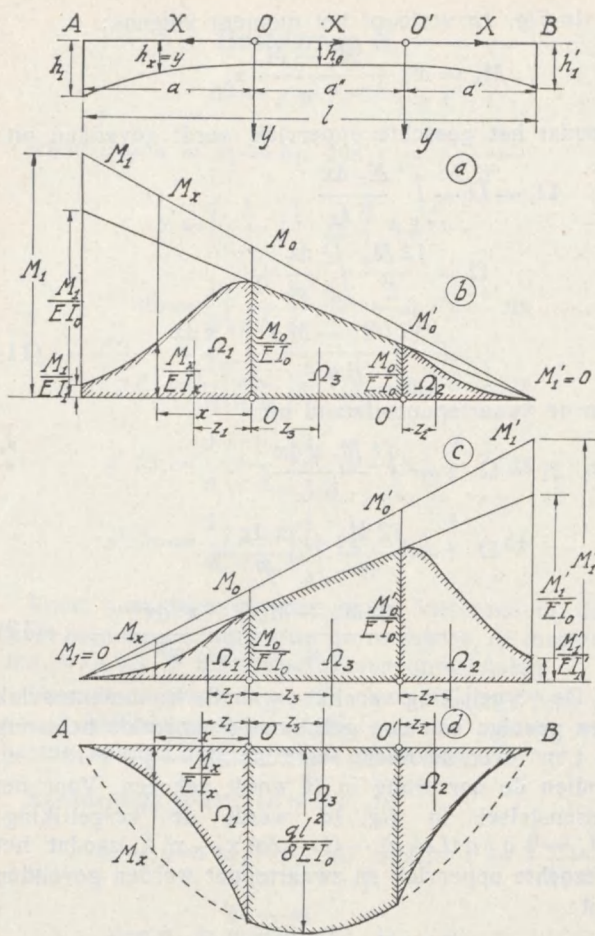


Fig. 1.

constanten zijn *staafconstanten*, die alleen afhangen van den vorm der staaf; de twee andere zijn *belastingsconstanten*, die afhankelijk zijn zoowel van den vorm der staaf, als van de belasting. Van de vier staafconstanten zijn slechts drie onafhankelijk onbekend, de vierde is uit de drie andere te berekenen. Blijkbaar is dus bij elke berekeningsmethode de kennis van vijf onafhankelijke constanten noodig en voldoende.

De staafconstanten bij de *methode der vormveranderingsvergelijkingen* zijn de doorbuigingshoeken φ_{aa} en φ_{ba} tengevolge van een moment $M_a = 1$ in A en de doorbuigingshoeken φ_{bb} en φ_{ab} tengevolge van een moment $M_b = 1$ in B . Noemt men de gereduceerde momentenvlakken ten gevolge van $M_a = 1$ en $M_b = 1$ resp. O_{a1} en O_{b1} , dan zijn φ_{aa} en φ_{ba} de oplegreacties in A en B ten gevolge van O_{a1} en φ_{bb} en φ_{ab} de oplegreacties in B en A ten gevolge van O_{b1} .

Deze hoeken φ zijn niet anders dan de invloeds-grootheden van Maxwell. Slechts drie van de staafconstanten zijn onafhankelijk onbekend, want volgens de wederkeerigheidswet van Maxwell is $\varphi_{ab} = \varphi_{ba}$.

De belastingsconstanten zijn hier de doorbuigingshoeken α_{ap} en α_{bp} ten gevolge van de belasting op den statisch bepaalden balk = oplegreacties A' en B' ten gevolge van het gereduceerde momentenvlak O_p .

Bij een symmetrische staaf wordt het aantal onbekende staafconstanten gereduceerd tot twee: $\varphi_{aa} = \varphi_{bb}$ en $\varphi_{ab} = \varphi_{ba}$. Is ook nog de belasting symmetrisch, dan wordt het aantal onbekende belastingsconstanten gereduceerd tot een: $\alpha_{ap} = \alpha_{bp}$. Zoo

is bij een prismatische staaf: $\varphi_{aa} = \varphi_{bb} = \frac{l}{3EI}$ en

$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{l}{6EI}$ en bij een gelijkmatig verdeelde

belasting q over de heele staaf: $\alpha_{ap} = \alpha_{bp} = \frac{ql^3}{24EI}$.

Met behulp van de zes constanten worden de vormveranderingsvergelijkingen opgesteld.

Bij de *methode der vaste punten* worden dezelfde staafconstanten gebruikt als bij de methode der vormveranderingsvergelijkingen. De belastingsconstanten treden hier op als de door de kruislijnen van de eindverticalen afgesneden stukken, dan wel als andere analoge waarden.

De staafconstanten bij de *methode Cross* zijn de stijfheden m_{ab} en m_{ba} en de overdrachtscoëfficiënten C_{ab} en C_{ba} . In dit tijdschrift No. 12 — 1939 vindt men de volgende formules afgeleid voor deze constanten, uitgedrukt in de invloeds-grootheden φ :

$$m_{ab} = \frac{\varphi_{bb}}{\varphi_{aa} \cdot \varphi_{bb} - \varphi_{ab}^2};$$

$$m_{ba} = \frac{\varphi_{aa}}{\varphi_{aa} \cdot \varphi_{bb} - \varphi_{ab}^2};$$

$$C_{ab} = \frac{\varphi_{ab}}{\varphi_{bb}};$$

$$C_{ba} = \frac{\varphi_{ab}}{\varphi_{aa}}.$$

De afhankelijkheid van een der constanten blijkt uit:

$$\frac{m_{ab}}{m_{ba}} = \frac{C_{ba}}{C_{ab}} \dots \dots \dots (5)$$

De belastingsconstanten zijn de primaire momenten M_a en M_b . Om deze te bepalen moet de methode Cross van een andere methode gebruik maken.

De staafconstanten bij de *methode der doorbuigingsfactoren* zijn de stijfheden k_{ab} en k_{ba} en de zwaartepuntsafstanden z_{aa} van O_{a1} tot A en z_{bb} van O_{b1} tot B . De stijfheid wordt bij deze methode gedefinieerd als:

$$k = \frac{M}{O} = \frac{1}{O_1}.$$

M = een overgangsmoment

O = oppervlak van het gereduceerde driehoekige momentenvlak ten gevolge van M .

O_1 = idem ten gevolge van $M = 1$.

Zoo is dus:

$$k_{ab} = \frac{M_a}{O_a} = \frac{1}{O_{a1}} \dots \dots \dots (6)$$

$$k_{ba} = \frac{M_b}{O_b} = \frac{1}{O_{b1}} \dots \dots \dots (7)$$

Daar $O_{a1} = \varphi_{aa} + \varphi_{ba}$ en $O_{b1} = \varphi_{bb} + \varphi_{ab}$ worden de staafconstanten, in de invloedsgrootheden uitgedrukt:

$$k_{ab} = \frac{1}{\varphi_{aa} + \varphi_{ba}} \quad \dots\dots\dots (8a)$$

$$k_{ba} = \frac{1}{\varphi_{bb} + \varphi_{ab}} \quad \dots\dots\dots (8b)$$

$$z_{aa} = \frac{\varphi_{ba}}{\varphi_{aa} + \varphi_{ba}} l \quad \dots\dots\dots (9a)$$

$$z_{bb} = \frac{\varphi_{ab}}{\varphi_{bb} + \varphi_{ab}} l \quad \dots\dots\dots (9a)$$

De afhankelijkheid van een der constanten wordt uitgedrukt door de formule:

$$\frac{z_{aa}}{z_{bb}} = \frac{k_{ab}}{k_{ba}} = \frac{O_{b1}}{O_{a1}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

welke een controle oplevert bij de berekening van de stijfheden en zwaartepuntsafstanden.

Bij een symmetrische staaf is: $k_{ab} = k_{ba}$ en $z_{aa} = z_{bb}$. Is de staaf prismatisch, dan is:

$$k_{ab} = k_{ba} = \frac{M}{Ml} = \frac{2EI}{l} = k$$

$$z_{aa} = z_{bb} = \frac{1}{3} l.$$

De belastingsconstanten zijn bij deze methode het gereduceerde momentenvlak O_p en de zwaartepuntsafstand z_{ap} van O_p tot A .

Afleiding van formules voor de bepaling van de oppervlakken O_{a1} , O_{b1} en O_p en hun zwaartepuntsafstanden.

Vergelijkt men de bij de verschillende methoden gebruikte staaf- en belastingsconstanten, dan blijken die bij de methode der doorbuigingsfactoren te behoren tot de eenvoudigst gedefinieerde en eenvoudigst te berekenen constanten. Terwijl bij deze methode de zwaartepuntsafstanden en de oppervlakken (c.q. hun reciproke waarden) der gereduceerde momentenvlakken als constanten worden gebruikt, moeten de constanten bij de andere methoden min of meer uit deze grootheden worden afgeleid. Hebben we voor een staaf de oppervlakken O_{a1} , O_{b1} en O_p en hun zwaartepuntsafstanden bepaald, dan kunnen daaruit de constanten van alle andere methoden worden berekend.

Om genoemde grootheden te bepalen, verdeelt men de staaf (fig. 1a) in drie enkelvoudige staafgedeelten en bepaalt de zwaartepunten en de oppervlakken van de gereduceerde enkelvoudige momentenvlakken Ω . We beschouwen de linksche voude en de daarbij behorende oppervlakken Ω in fig. 1b en 1d, teneinde algemeene formules af te leiden, toepasselijk voor alle soortgelijke gevallen.

In fig. 1b verloopt het moment volgens:

$$M_x = M_o + \frac{M_1 - M_o}{a} x,$$

zoodat het gezochte oppervlak wordt gevonden uit:

$$\begin{aligned} \Omega_1 = \Omega &= \int_0^a \frac{M_x dx}{E I_x} \\ \Omega &= \frac{12 M_o}{E} \int_0^a \frac{dx}{y^3} + \\ &+ \frac{12 (M_1 - M_o)}{E a} \int_0^a \frac{x dx}{y^3} \quad \dots\dots\dots (11) \end{aligned}$$

en de zwaartepuntsafstand uit:

$$\begin{aligned} \Omega_1 \cdot z_1 = \Omega \cdot z &= \int_0^a \frac{M_x x dx}{E I_x} \\ \Omega \cdot z &= \frac{12 M_o}{E} \int_0^a \frac{x dx}{y^3} + \\ &+ \frac{12 (M_1 - M_o)}{E a} \int_0^a \frac{x^2 dx}{y^3} \quad \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

De vergelijking van het parabolisch momentenvlak ten gevolge van een gelijkmatig verdeelde belasting q t/m' over de heele staaf is: $M_x = \frac{1}{2} q x (l - x)$, indien de oorsprong in B wordt gekozen. Voor het assenstelsel in fig. 1d wordt de vergelijking: $M_x = \frac{1}{2} q \{ a (l - a) - (l - 2a) x - x^2 \}$, zoodat het gezochte oppervlak en zwaartepunt worden gevonden uit:

$$\begin{aligned} \Omega_{1p} = \Omega_p &= \frac{6 q a (l - a)}{E} \int_0^a \frac{dx}{y^3} - \\ &- \frac{6 q (l - 2a)}{E} \int_0^a \frac{x dx}{y^3} - \frac{6 q}{E} \int_0^a \frac{x^2 dx}{y^3} \quad \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Omega_{1p} \cdot z_{1p} = \Omega_p \cdot z_p &= \frac{6 p a (l - a)}{E} \int_0^a \frac{x dx}{y^3} - \\ &- \frac{6 q (l - 2a)}{E} \int_0^a \frac{x^2 dx}{y^3} - \\ &- \frac{6 q}{E} \int_0^a \frac{x^3 dx}{y^3} \quad \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

We zien uit de formules, dat men bij rechtlijnige en parabolische momentenvlakken onafhankelijk van den staafvorm gevoerd wordt tot de vier integralen:

$$\begin{aligned} i_1 &= \int_0^a \frac{dx}{y^3} \\ i_2 &= \int_0^a \frac{x dx}{y^3} \\ i_3 &= \int_0^a \frac{x^2 dx}{y^3} \\ i_4 &= \int_0^a \frac{x^3 dx}{y^3} \end{aligned}$$

We zullen thans nagaan hoe de integraties bij de verschillende gevallen worden.

Hoofdgroep H₁.

$$h_x = y = h_0 (1 + c x^n)$$

Voor $x = a$ is $h_x = h_1$, dus $c = \frac{h_1 - h_0}{h_0 a^n}$

$$x = \left(\frac{1}{c h_0} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot (y - h_0)^{\frac{1}{n}}$$

$$dx = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{c h_0} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot (y - h_0)^{\frac{1}{n}-1} dy$$

$$x dx = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{c h_0} \right)^{\frac{2}{n}} \cdot (y - h_0)^{\frac{2}{n}-1} dy$$

$$x^2 dx = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{c h_0} \right)^{\frac{3}{n}} \cdot (y - h_0)^{\frac{3}{n}-1} dy$$

$$x^3 dx = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{c h_0} \right)^{\frac{4}{n}} \cdot (y - h_0)^{\frac{4}{n}-1} dy$$

Voert men deze waarden in de i -waarden in, dan moet men om de integraties uit te voeren, de machten van $(y - h_0)$ in binomiaalreeksen ontwikkelen.

Voor de bijzondere gevallen $n=1$ (rechte lijn) en $n=2$ (tweedegraadspaarabol), voor de praktijk van belang, worden de integraties eenvoudiger.

Rechtlijnige vouwte: ($n=1$)

$$h_x = y = h_0 (1 + c x), \text{ waarin } c = \frac{h_1 - h_0}{h_0 a}$$

$$y = h_0 + \frac{h_1 - h_0}{a} x$$

$$i_1 = \int_0^a \frac{dx}{y^3} = \frac{a}{h_1 - h_0} \int_{h_0}^{h_1} \frac{dy}{y^3} = \frac{a(h_0 + h_1)}{2 h_0^2 h_1^2}$$

$$i_2 = \int_0^a \frac{x dx}{y^3} = \frac{a^2}{(h_1 - h_0)^2} \int_{h_0}^{h_1} \frac{(y - h_0) dy}{y^3} = \frac{a^2}{2 h_0 h_1^2}$$

$$i_3 = \int_0^a \frac{x^2 dx}{y^3} = \frac{a^3}{(h_1 - h_0)^3} \int_{h_0}^{h_1} \frac{(y^2 - 2 h_0 y + h_0^2) dy}{y^3} = \frac{a^2}{(h_1 - h_0)^3} \left\{ \ln \frac{h_1}{h_0} - 1\frac{1}{2} + 2 \frac{h_0}{h_1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 \right\}$$

$$i_4 = \int_0^a \frac{x^3 dx}{y^3} = \frac{a^4}{(h_1 - h_0)^4} \int_{h_0}^{h_1} \frac{(y - h_0)^3}{y^3} dy = \frac{a^4}{(h_1 - h_0)^3} \left\{ 1 - 3 \frac{h_0}{h_1 - h_0} \ln \frac{h_1}{h_0} + 2\frac{1}{2} \frac{h_0}{h_1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 \right\}$$

Substitutie van deze i -waarden in de vergelijkingen (11) en (12) geeft:

$$\Omega = \frac{6 a (M_0 h_1 + M_1 h_0)}{E h_0^2 h_1^2} = \frac{a h_0 (M_0 h_1 + M_1 h_0)}{2 E I_0 h_1^2} \dots\dots\dots (A_1)$$

$$\Omega \cdot z = \frac{6 M_0 a^2}{E h_0 h_1^2} + \frac{12 (M_1 - M_0) a^2}{E (h_1 - h_0)^3} \left\{ \ln \frac{h_1}{h_0} - 1\frac{1}{2} + 2 \frac{h_0}{h_1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (A_2)$$

$$z = \frac{M_0 a h_0}{M_0 h_1 + M_1 h_0} + \frac{2 (M_1 - M_0) a h_1^2}{(M_0 h_1 + M_1 h_0) h_0} R_1 \dots\dots\dots (A'_2)$$

$$\text{waarin } R_1 = \frac{h_0^3}{(h_1 - h_0)^3} \left\{ \ln \frac{h_1}{h_0} - 1\frac{1}{2} + 2 \frac{h_0}{h_1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 \right\}.$$

Formules (A₁) en (A₂) zijn algemeene formules, toepasselijk voor alle staafgedeelten, waar zoowel de dikte als het moment rechtlijnig verlopen. Voor de berekening van momentenvlakken ten gevolge van zettingen of geconcentreerde lasten en van invloedslinjen bij constructies, waarbij de staafdikten willekeurig rechtlijnig varieeren, is de kennis van deze twee formules voldoende, omdat daarmee de zes constanten van alle staven zijn te bepalen.

Bij substitutie van de i -waarden in de vergelijkingen (13) en (14) krijgt men:

$$\Omega_p = \frac{q a^2}{4 E I_0} \left[(l - a) \frac{h_0}{h_1} + a \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 - 2 a R_1 \right] \dots\dots\dots (A_3)$$

$$\Omega_p \cdot z_p = \frac{q a^3}{2 E I_0} \left[\frac{1}{2} (l - a) \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 - (l - 2 a) R_1 - a R_2 \right] \dots\dots\dots (A_4)$$

$$\text{waarin } R_2 = \frac{h_0^3}{(h_1 - h_0)^3} \left\{ 1 - 3 \frac{h_0}{h_1 - h_0} \ln \frac{h_1}{h_0} + 2\frac{1}{2} \frac{h_0}{h_1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 \right\}.$$

Deze formules worden algemeener, indien geïntegreerd wordt van 0 tot een willekeurige waarde a' . In de i -waarden heeft men dan slechts a te vervangen door a' , waarna de substitutie in (13) en (14) geeft:

$$\Omega_p' = \frac{q}{4 E I_0} \left[a a' (l - a) \frac{h_0}{h_1^2} (h_0 + h_1) - a'^2 (l - 2 a) \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 - 2 a' R_1 \right] \dots\dots\dots (A'_3)$$

$$\Omega_p' \cdot z_p' = \frac{q}{2 E I_0} \left[\frac{1}{2} a a'^2 (l - a) \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 - a'^3 (l - 2 a) R_1 - a'^4 R_2 \right] \dots\dots\dots (A'_4)$$

Met behulp van de algemeene formules (A) zijn alle oppervlakken Ω in fig. 1 benevens hun zwaartepunten te vinden.

Toepassing op het prismatisch middenstuk echter, geeft onbepaalde waarden van den vorm $\frac{0}{0}$, die met den regel van de l'Hospital moeten worden

opgelost. Veel eenvoudiger is het echter de formules voor dit geval rechtstreeks af te leiden. Men krijgt:

$$\Omega = \frac{a(M_0 + M_0')}{2 E I_0} \dots \dots \dots (B_1)$$

$$z = \frac{a(M_0 + 2 M_0')}{3(M_0 + M_0')} \dots \dots \dots (B_2)$$

Kiest men verder den oorsprong van het assenstelsel in A , dan is de vergelijking van het parabolisch momentenvlak, met $a + a' = d$:

$$M_x = \frac{1}{2} q x (l - x), \text{ zoodat:}$$

$$\Omega_p = \frac{q}{2 E I_0} \int_a^d x (l - x) dx \text{ en}$$

$$\Omega_p \cdot z_p = \frac{q}{2 E I_0} \int_a^d x^2 (l - x) dx$$

$$\Omega_p = \frac{q}{4 E I_0} l (d^2 - a^2) - \frac{q}{6 E I_0} (d^3 - a^3) \dots (B_3)$$

$$\Omega_p \cdot z_p = \frac{q}{6 E I_0} l (d^3 - a^3) - \frac{q}{8 E I_0} (d^4 - a^4) \dots (B_4)$$

Parabolische vouwte ($n = 2$):

$$h_x = y = h_0 (1 + c x^2), \text{ waarin } c = \frac{h_1 - h_0}{h_0 a^2}$$

$$i_1 = \int_0^a \frac{dx}{y^3} = \frac{1}{h_0^3} \int_0^a \frac{dx}{(1 + c x^2)^3}.$$

We krijgen een integraal op te lossen van den vorm:

$$i = \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^m}$$

Nu is $dx = \{ (1 + c x^2) - c x^2 \} dx$, dus

$$i = \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^m} = \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^{m-1}} - \int \frac{c x^2}{(1 + c x^2)^m} dx.$$

De laatste integraal wordt partieel geïntegreerd:

$$\int u dv = uv - \int v du$$

$$u = \frac{1}{2} x, \text{ dus } du = \frac{1}{2} dx$$

$$dv = \frac{2 c x dx}{(1 + c x^2)^m}, \text{ dus } v = \frac{-1}{(m-1)(1 + c x^2)^{m-1}};$$

$$\int \frac{c x^2}{(1 + c x^2)^m} dx = \frac{-x}{2(m-1)(1 + c x^2)^{m-1}} + \frac{1}{2(m-1)} \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^{m-1}} \dots \dots \dots (15)$$

zoodat (zie ook lit. 3, blz. 76):

$$i = \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^m} = \frac{x}{2(m-1)(1 + c x^2)^{m-1}} + \frac{2m-3}{2(m-1)} \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^{m-1}} \dots \dots \dots (16)$$

Met $m = 3$ krijgt men:

$$i = \frac{x}{4(1 + c x^2)^2} + \frac{3}{4} \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^2} \text{ en de formule nogmaals toegepast:}$$

$$i = \frac{x}{4(1 + c x^2)^2} + \frac{3x}{8(1 + c x^2)} + \frac{3}{8} \int \frac{dx}{1 + c x^2}.$$

$$\text{Bekend is dat } \int \frac{dx}{1 + c x^2} = \frac{1}{\sqrt{c}} \text{ bg tg } x \sqrt{c},$$

dus wordt uiteindelijk:

$$i = \frac{x(5 + 3 c x^2)}{8(1 + c x^2)^2} + \frac{3}{8 \sqrt{c}} \text{ bg tg } x \sqrt{c}.$$

$$i_1 = \frac{1}{h_0^3} \int_0^a \frac{dx}{(1 + c x^2)^3} = \frac{1}{h_0^3} \left\{ \frac{a(5 + 3 c a^2)}{8(1 + c a^2)^2} + \frac{3}{8 \sqrt{c}} \text{ bg tg } a \sqrt{c} \right\} =$$

$$= \frac{1}{h_0^3} \left\{ \frac{a h_0 (2 h_0 + 3 h_1)}{8 h_1^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{3}{8} a \sqrt{\frac{h_0}{h_1 - h_0}} \text{ bg tg } \sqrt{\frac{h_1 - h_0}{h_0}} \right\};$$

$$i_2 = \int_0^a \frac{x dx}{y^3} = \frac{a^2}{2(h_1 - h_0)} \int_{h_0}^{h_1} \frac{dy}{y^3} = \frac{(h_1 + h_0) a^2}{4 h_1^2 h_0^2};$$

$$i_3 = \int_0^a \frac{x^2 dx}{y^3} = \frac{1}{c h_0^3} \int_0^a \frac{c x^2 dx}{(1 + c x^2)^3}.$$

Bij toepassing van formules (15) en (16) vindt men:

$$i = \int \frac{c x^2 dx}{(1 + c x^2)^3} = \frac{-x}{4(1 + c x^2)^2} +$$

$$+ \frac{1}{4} \int \frac{dx}{(1 + c x^2)^2} = \frac{-x}{4(1 + c x^2)^2} +$$

$$+ \frac{x}{8(1 + c x^2)} + \frac{1}{8} \int \frac{dx}{1 + c x^2} = \frac{x(c x^2 - 1)}{8(1 + c x^2)^2} +$$

$$+ \frac{1}{8 \sqrt{c}} \text{ bg tg } x \sqrt{c}, \text{ zoodat:}$$

$$i_3 = \frac{1}{c h_0^3} \left\{ \frac{a(c a^2 - 1)}{8(1 + c a^2)^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{8 \sqrt{c}} \text{ bg tg } \sqrt{\frac{h_1 - h_0}{h_0}} \right\} =$$

$$= \frac{a^3 h_0^2 (h_1 - 2 h_0)}{8 h_0^3 h_1^2 (h_1 - h_0)} +$$

$$+ \frac{a^3}{8 h_0^3} \left(\frac{h_0}{h_1 - h_0} \right)^{\frac{3}{2}} \text{ bg tg } \sqrt{\frac{h_1 - h_0}{h_0}};$$

$$i_4 = \int_0^a \frac{x^3 dx}{y^3} = \frac{a^4}{2(h_1 - h_0)^2} \int_{h_0}^{h_1} \frac{y - h_0}{y^3} dy =$$

$$= \frac{a^4}{4 h_0 h_1^2}.$$

Substitutie dezer i -waarden in de formules (11) t/m (14) geeft:

$$\Omega = \frac{M_0 a}{8 E I_0} \left\{ \frac{h_0}{h_1} + 3 \sqrt{\frac{h_0}{h_1 - h_0}} \operatorname{bg} \operatorname{tg} \sqrt{\frac{h_1 - h_0}{h_0}} \right\} + \frac{M_1 a}{4 E I_0} \cdot \frac{h_0 (h_1 + h_0)}{h_1^2} \dots \dots \dots (C_1)$$

$$\Omega \cdot z = \frac{M_0 a^2}{4 E I_0} \frac{h_0 (h_1 + h_0)}{h_1^2} + \frac{(M_1 - M_0) a^2}{8 E I_0} S_1 \dots \dots \dots (C_2)$$

waarin

$$S_1 = \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 \frac{h_1 - 2 h_0}{h_1 - h_0} + \left(\frac{h_0}{h_1 - h_0} \right)^{\frac{3}{2}} \operatorname{bg} \operatorname{tg} \sqrt{\frac{h_1 - h_0}{h_0}}.$$

$$\Omega_p = \frac{q a^2}{16 E I_0} \left\{ 2 a \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 + (l + a) \frac{h_0}{h_1} + 3 (l - a) \sqrt{\frac{h_0}{h_1 - h_0}} \operatorname{bg} \operatorname{tg} \sqrt{\frac{h_1 - h_0}{h_0}} - a S_1 \right\} \dots \dots \dots (C_3)$$

$$\Omega_p \cdot z_p = \frac{q a^3}{8 E I_0} \left\{ (l - a) \frac{h_0}{h_1} + (l - 2 a) \left(\frac{h_0}{h_1} \right)^2 - \frac{1}{2} (l - 2 a) S_1 \right\} \dots \dots \dots (C_4)$$

Hoofdgroep H_{II}.

$$I_x = \frac{I_0}{1 - (1 - \nu) \left(\frac{x}{a} \right)^n};$$

$$\Omega = \frac{M_0}{E I_0} i_1 + \frac{M_1 - M_0}{a E I_0} i_2;$$

$$\Omega \cdot z = \frac{M_0}{E I_0} i_2 + \frac{M_1 - M_0}{a E I_0} i_3;$$

$$\Omega_p = \frac{q a (l - a)}{2 E I_0} i_1 - \frac{q (l - 2 a)}{2 E I_0} i_2 - \frac{q}{2 E I_0} i_3;$$

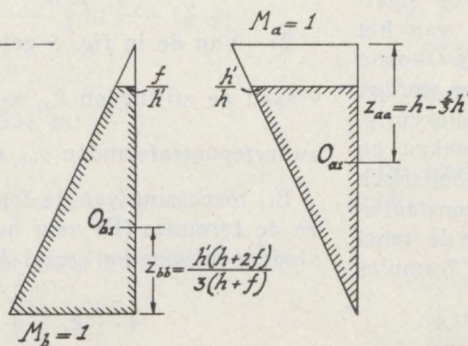
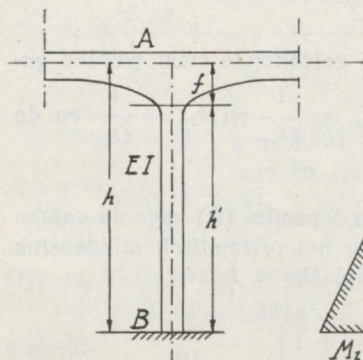


Fig. 2.

$$\Omega_p \cdot z_p = \frac{q a (l - a)}{2 E I_0} i_2 - \frac{q (l - 2 a)}{2 E I_0} i_3 - \frac{q}{2 E I_0} i_4;$$

waarin:

$$i_1 = \int_0^a \left\{ 1 - (1 - \nu) \frac{x^n}{a^n} \right\} dx$$

$$i_2 = \int_0^a \left\{ x - (1 - \nu) \frac{x^{n+1}}{a^n} \right\} dx$$

$$i_3 = \int_0^a \left\{ x^2 - (1 - \nu) \frac{x^{n+2}}{a^n} \right\} dx$$

$$i_4 = \int_0^a \left\{ x^3 - (1 - \nu) \frac{x^{n+3}}{a^n} \right\} dx.$$

Deze integralen van de gedaante

$$i = \int_0^a \left\{ x^r - \frac{(1 - \nu) x^{m+1}}{a^n} \right\} dx \text{ worden bij de}$$

integratie (verg. lit. 3, blz. 74):

$$i = \frac{a^{r+1}}{r+1} - \frac{(1 - \nu) a^{m-n+1}}{m+1}.$$

Hierin heeft men te substitueeren:

voor i_1 : $r = 0$ en $m = n$

voor i_2 : $r = 1$ en $m = n + 1$

voor i_3 : $r = 2$ en $m = n + 2$

voor i_4 : $r = 3$ en $m = n + 3$

waarna substitutie in de formules (11) t/m (14) geeft:

$$\Omega = \frac{M_0 a}{E I_0} \frac{n + \nu}{n + 1} + \frac{(M_1 - M_0) a}{E I_0} \frac{n + 2 \nu}{2 (n + 2)} \dots \dots \dots (D_1)$$

$$\Omega \cdot z = \frac{M_0 a^2}{E I_0} \frac{n + 2 \nu}{2 (n + 2)} + \frac{(M_1 - M_0) a^2}{E I_0} \frac{n + 3 \nu}{3 (n + 3)} \dots \dots \dots (D_2)$$

$$\Omega_p = \frac{q a^2}{2 E I_0} \left\{ (l - a) \frac{n + \nu}{n + 1} - (l - 2 a) \frac{n + 2 \nu}{2 (n + 2)} - a \frac{n + 3 \nu}{3 (n + 3)} \right\} \dots (D_3)$$

$$\Omega_p \cdot z_p = \frac{q a^3}{2 E I_0} \left\{ (l - a) \frac{n + 2}{2 (n + 2)} - (l - 2 a) \frac{n + 3}{3 (n + 3)} - a \frac{n + 4}{4 (n + 4)} \right\} \dots (D_4)$$

Met behulp van de afgeleide formules (A) t/m (D) zijn de oppervlakken en zwaartepuntsafstanden der gereduceerde momentenvlakken te vinden, noodig bij toepassing van de methode der doorbuigingsfactoren. De zwaartepuntsafstanden geven de plaats van de knikpunten van den elastischen stangenveelhoek; de stijfheden zijn de reciproke waarden van de oppervlakken O_{a1} en O_{b1} . De verdere berekeningen aan de hand van den geschetsten elastischen stangenveelhoek geschieden op analoge wijze als bij prismatische staven (lit. 2).

Bij stijve balken en slappe stijlen verdient het aanbeveling om het bovenste gedeelte f van den stijlkop (zie fig. 2) als oneindig stijf te beschouwen, omdat dit gedeelte practisch niet wordt verbogen. Hoe groot f moet worden aangenomen hangt af van den voûtenvorm en van de stijfheidsverhouding tusschen regel en stijl. (zie ook: Strassner, Neuere Methoden. Band I. pag. 85). De oppervlakken O_{a1} en O_{b1} der stijlen en de zwaartepuntsafstanden z_{aa} en z_{bb} zijn direct uit de figuur, dan wel met de formules (B₁) en (B₂) te vinden.

$$O_{a1} = \frac{h'^2}{2EIh}, \text{ zoodat } k_{ab} = \frac{2EIh}{h'^2} \dots\dots (17)$$

$$O_{b1} = \frac{\left(1 + \frac{f}{h}\right) h'}{2EI} = \frac{(h+f) h'}{2EIh}, \text{ zoodat}$$

$$k_{ba} = \frac{2EIh}{(h+f) h'} \dots\dots (18)$$

$$z_{aa} = h - \frac{2}{3} h' \dots\dots (19)$$

$$z_{bb} = \frac{h' \left(1 + \frac{2f}{h}\right)}{3 \left(1 + \frac{f}{h}\right)} = \frac{h' (h + 2f)}{3 (h + f)} \dots\dots (20)$$

Men krijgt dezelfde formules, indien bij de benaderingsberekening van paddestoelvloeren met de z.g. plaatsvervangende portalen de kolomkoppen als oneindig stijf worden aangenomen.

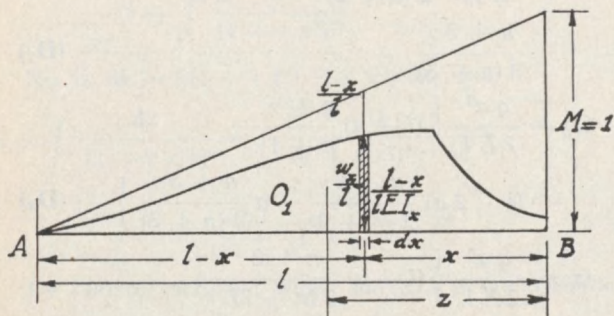


Fig. 3.

In het voorgaande zijn slechts staven of staafgedeelten beschouwd, waarbij het verloop van het traagheidsmoment I_x door een wiskundige functie wordt gegeven, dan wel door zoo'n functie kan worden benaderd. Is het verloop van I_x geheel willekeurig, dan worden de gereduceerde momentenvlakken en hun zwaartepuntsafstanden grafisch of tabellarisch berekend. Bij de berekening van de staafconstanten volgens de laatstgenoemde methode wordt de tabel samengesteld aan de hand van de volgende formules (zie fig. 3):

$$O_1 = \frac{1}{l} \sum_0^1 w_x \dots\dots (21)$$

$$z = \frac{\sum_0^1 w_x \cdot x}{\sum_0^1 w_x} \dots\dots (22)$$

$$\text{waarin: } w_x = \frac{(l-x) dx}{EI_x} \dots\dots (23)$$

Voorbeelden.

We willen thans een paar eenvoudige toepassingen geven.

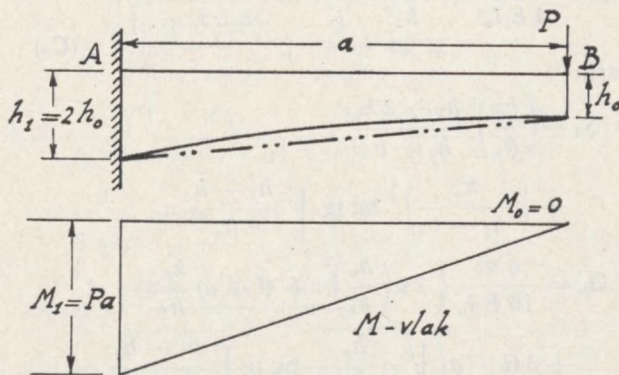


Fig. 4.

1) De in fig. 4 geteekende console wordt aan het einde B belast met een last P. Gevraagd wordt de zakkings δ van B ingeval:

- de dikte parabolisch verloopt,
- de dikte rechtlijnig verloopt.

a) In de formule (C₂) substitueeren we: $h_1 = 2h_0$; $M_0 = 0$ en $M_1 = Pa$ en krijgen:

$$\Omega \cdot z = \delta = \frac{Pa \cdot a^2}{8EI_0} \text{ bg tg } 1$$

$$\delta = \frac{\pi a^3 P}{32EI_0} = 0,0982 \frac{Pa^3}{EI_0}$$

b) Met formule (A₂) vinden we:

$$\begin{aligned} \Omega \cdot z = \delta &= \frac{12 \cdot Pa \cdot a^2}{E h_0^3} \left\{ \ln 2 - 1\frac{1}{2} + 1 - \frac{1}{8} \right\} = \\ &= 0,0817 \frac{Pa^3}{EI_0}. \end{aligned}$$

2) Van de in fig. 5 geteekende staaf worden gevraagd de stijfheden $k_{ab} = \frac{1}{O_{a1}}$ en $k_{ba} = \frac{1}{O_{b1}}$ en de zwaartepuntsafstanden z_{aa} en z_{bb} .

Bij toepassing van de formules (A) voor de voûten en de formules (B) voor het prismatisch middenstuk vindt men voor het geval $M_a = 1$:

$$\Omega_1 = \frac{4 \cdot \left(2 \cdot \frac{5}{9} + 1\right)}{2EI_0 \cdot 4} = \frac{19}{18EI_0}$$

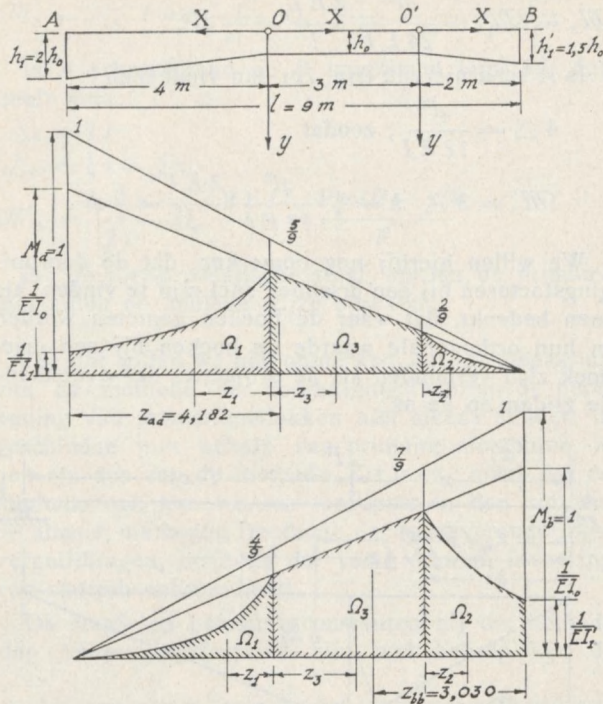


Fig. 5.

$$\Omega_2 = \frac{2 \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{3}{2}}{2 E I_0 \cdot \frac{9}{4}} = \frac{4}{27 E I_0}$$

$$\Omega_3 = \frac{3 \left(\frac{2}{9} + \frac{5}{9} \right)}{2 E I_0} = \frac{7}{6 E I_0}$$

$$O_{a1} = \Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 = \frac{64}{27 E I_0}, \text{ zoodat}$$

$$k_{ab} = \frac{27 E I_0}{64}$$

$$z_1 = \frac{5 \cdot 4}{5 \cdot 2 + 9} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4}{5 \cdot 2 + 9} \left\{ \ln 2 - 1\frac{1}{2} + 1 - \frac{1}{8} \right\} = 1,511 \text{ m}$$

$$z_2 = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot \frac{3}{2}} + \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{9}{4}}{2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{8}} \left\{ \ln \frac{3}{2} - 1\frac{1}{2} + \frac{4}{3} - \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{9} \right\} = 0,536 \text{ m}$$

$$z_3 = \frac{3(5 + 2 \cdot 2)}{3(5 + 2)} = 1\frac{2}{7} \text{ m} = 1,286 \text{ m}$$

$$O_{a1} \cdot z_{aa} = \Omega_1(4 - 1,511) + \Omega_2(7 + 0,536) + \Omega_3(4 + 1,286)$$

waaruit:

$$z_{aa} = 4,182 \text{ m.}$$

Voor $M_b = 1$ krijgt men op dezelfde manier:

$$\Omega_1 = \frac{4}{9 E I_0}$$

$$\Omega_2 = \frac{26}{27 E I_0}$$

$$\Omega_3 = \frac{11}{6 E I_0}$$

Of de Ω 's juist zijn berekend kan men controleeren, doordat $(\Omega_1)_a + (\Omega_1)_b =$ uitkomst formule (A_1) voor $M_o = M_1 = 1$.

Zoo moet:

$$(\Omega_1)_a + (\Omega_1)_b = \frac{27}{18 E I_0} = \frac{4(2+1)}{2 E I_0 \cdot 4} \text{ wat dus klopt.}$$

$$O_{b1} = \Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 = \frac{175}{54 E I_0}$$

$$k_{ba} = \frac{54 E I_0}{175}$$

Voor de zwaartepuntsafstanden vinden we:

$$z_1 = 0,912 \text{ m}$$

$$z_2 = 0,8406 = 0,841 \text{ m}$$

$$z_3 = \frac{18}{11} = 1,636 \text{ m.}$$

De z -waarden zijn te controleeren, doordat $(\Omega_1 \cdot z_1)_a + (\Omega_1 \cdot z_1)_b = \{ (\Omega_1)_a + (\Omega_1)_b \} \times$ uitkomst formule (A_2^1) voor $M_o = M_1 = 1 =$

$$= \{ (\Omega_1)_a + (\Omega_1)_b \} \frac{a h_o}{h_1 + h_o}.$$

Contrôle z_1 :

$$\frac{19}{18} \cdot 1,511 + \frac{4}{9} \cdot 0,912 = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3}$$

$$2 = 2.$$

Contrôle z_2 :

$$\frac{4}{27} \cdot 0,536 + \frac{26}{27} \cdot 0,8406 = \frac{10}{9} \cdot \frac{4}{5}$$

$$\frac{8}{9} = \frac{8}{9}.$$

Contrôle z_3 :

$$\frac{7}{6} \cdot \frac{9}{7} + \frac{11}{6} \cdot \frac{18}{11} = 3 \cdot \frac{3}{2}$$

$$4\frac{1}{2} = 4\frac{1}{2}.$$

$$O_{b1} \cdot z_{bb} = \Omega_1(5 + 0,912) + \Omega_2(2 - 0,841) + \Omega_3(5 - 1,636) \text{ waaruit } z_{bb} = 3,030 \text{ m.}$$

De contrôle volgens vergelijking (10) toegepast geeft:

$$\frac{z_{aa}}{z_{bb}} = \frac{O_{b1}}{O_{a1}}$$

$$\frac{4,182}{3,030} = \frac{175}{128} \text{ (klopt).}$$

3) De einden A en B van de staaf in het vorige voorbeeld worden fictief vastgeklemd. Gevraagd de primaire momenten bij een evenwijdige verschuiving δ van de inklemming B .

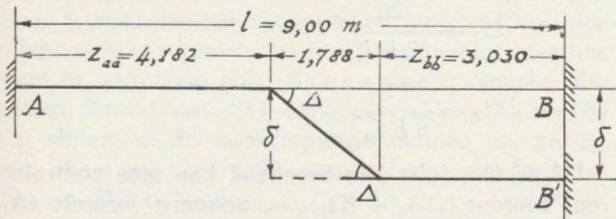


Fig. 6.

De staafconstanten zijn in het voorgaande berekend. Uit den elastischen stangenveelhoek in fig. 6 ziet men dat:

$$\Delta = \frac{\delta}{1,788}, \text{ dus}$$

$$\mathcal{M}_a = \Delta \cdot k_{ab} = \frac{\delta}{1,788} \cdot \frac{27 E I_0}{64} = 0,236 E I_0 \delta$$

$$\mathcal{M}_b = \Delta \cdot k_{ba} = \frac{\delta}{1,788} \cdot \frac{54 E I_0}{175} = 0,173 E I_0 \delta.$$

Was de staaf prismatisch, dan was $z_{aa} = z_{bb} = \frac{1}{3} l$.

$$k_{ab} = k_{ba} = \frac{2 E I}{l} = k; \quad \Delta = \frac{\delta}{\frac{1}{3} l};$$

$$\mathcal{M}_a = \mathcal{M}_b = \frac{3 \delta}{l} \cdot \frac{2 E I}{l} = \frac{6 E I \delta}{l^2}.$$

Deze formule voor het primaire moment bij een prismatische staaf blijkt bij toepassing van de methode der doorbuigingsfactoren direct te kunnen worden opgeschreven. Ook de andere formules voor het primaire moment bij prismatische staven zijn met deze methode eenvoudig af te leiden, zoodat ze niet onthouden behoeven te worden.

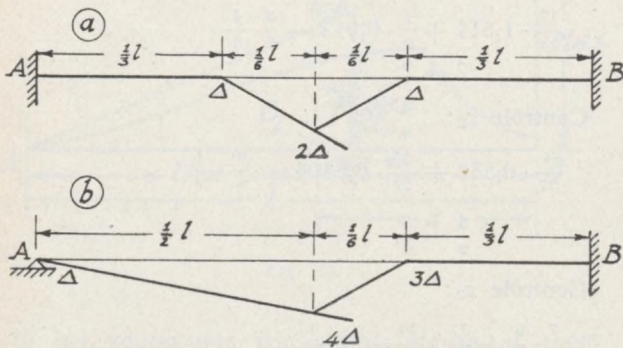


Fig. 7.

Bij gelijkmatige volbelasting van een aan beide zijden ingeklemde staaf AB krijgt men den elastischen stangenveelhoek van fig. 7a.

$2 \Delta =$ opp. gereduceerde parabolische momentenvlak

$$= \frac{\frac{1}{8} q l^2 \cdot \frac{2}{3} l}{E I} = \frac{q l^3}{12 E I};$$

$$\Delta = \frac{q l^3}{24 E I}, \text{ dus}$$

$$\mathcal{M}_a = \mathcal{M}_b = \frac{q l^3}{24 E I} \cdot \frac{2 E I}{l} = \frac{1}{12} q l^2.$$

Is A scharnierend (fig. 7b) dan vindt men

$$4 \Delta = \frac{q l^3}{12 E I}, \text{ zoodat}$$

$$\mathcal{M}_a = 3 \Delta \cdot k = \frac{3}{4} \cdot \frac{q l^3}{12 E I} \cdot \frac{2 E I}{l} = \frac{1}{8} q l^2.$$

We willen hierbij nog opmerken, dat de doorbuigingsfactoren bij een driehoek snel zijn te vinden, als men bedenkt, dat waar de hoeken gemeten worden in hun orthogonale waarde de hoeken bij een driehoek zich verhouden als de projecties der overstaande zijden op de as.

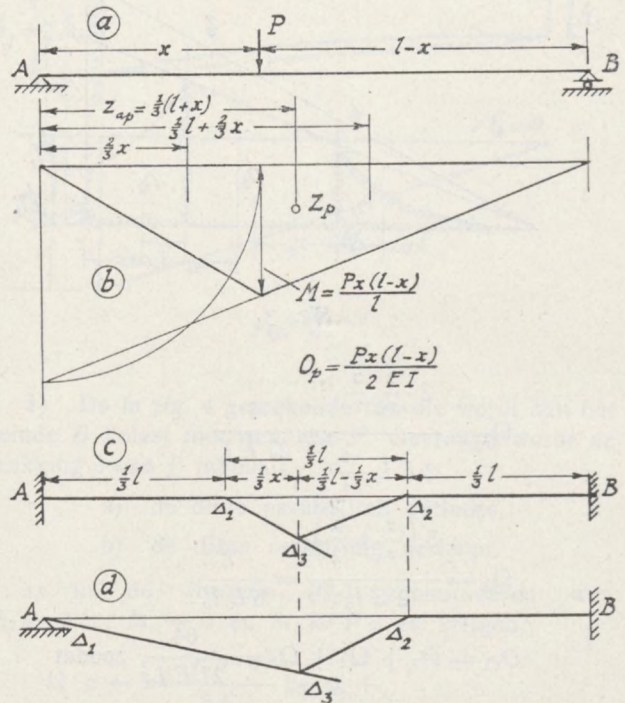


Fig. 8.

Om de primaire momenten ten gevolge van een geconcentreerden last P te vinden moeten we kennen het gereduceerde momentenvlak O_p ten gevolge van deze belasting op den statisch bepaalden balk (fig. 8a) en de ligging van het zwaartepunt Z_p . Uit fig. 8b ziet men dat:

$$O_p = \frac{P x (l - x)}{2 E I}$$

$$l \cdot z_{ap} = x \cdot \frac{2}{3} x + (l - x) \left(\frac{1}{3} l + \frac{2}{3} x \right), \text{ waaruit}$$

$$z_{ap} = \frac{1}{3} l + \frac{2}{3} x.$$

Is de staaf aan beide zijden ingeklemd (fig. 8c) dan vindt men bij inachtname van bovenstaande opmerking ten aanzien van de doorbuigingsfactoren bij een driehoek:

$$\Delta_3 = \frac{1}{3} l = O_p$$

$$\Delta_2 = \frac{1}{3} x$$

$$\Delta_1 = \frac{1}{3} l - \frac{1}{3} x$$

$$\mathcal{M}_b = \Delta_2 \cdot k = \frac{x}{l} \cdot O_p \cdot \frac{2 E I}{l} = \frac{P x^2 (l - x)}{l^2}$$

$$M_a = \Delta_1 \cdot k = \frac{l-x}{l} \cdot O_p \cdot \frac{2EI}{l} = \frac{Px(l-x)^2}{l^2}.$$

Is A scharnierend en B ingeklemd (fig. 8d) dan heeft men:

$$\Delta_3 = \frac{2}{3} l$$

$$\Delta_2 = \frac{1}{3} l + \frac{1}{3} x$$

$$M_a = \frac{l+x}{2l} \cdot O_p \cdot \frac{2EI}{l} = \frac{Px(l^2-x^2)}{l^2}.$$

Bij de niet-prismatische staaf worden de primaire momenten op analoge wijze berekend.

Tot slot willen we nog opmerken, dat bij toepassing van de methode der doorbuigingsfactoren de berekening van momentenvlakken niet steeds behoeft te geschieden met behulp van primaire momenten, in den zin dus van de methode Cross, maar dat de methode ook kan worden toegepast in den zin van de andere methoden (methode der vormveranderingsvergelijkingen, methode der vaste punten, invoering van statisch onbepaalden).

De staaf- en belastingsconstanten bij de methode der doorbuigingsfactoren zijn met behulp van de

formules (A) t/m (D) zonder moeite te berekenen. Uit deze grootheden zijn de constanten noodig bij toepassing van de andere methoden te bepalen. Omgekeerd kunnen uit de constanten van een andere methode die van de methode der doorbuigingsfactoren worden berekend. We willen dan ook de aandacht vestigen op de tabellen van Strassner (lit. 3), waaruit de oppervlakken O_{a1} , O_{b1} en O_p en de zwaartepuntsafstanden z_{aa} , z_{bb} en z_p eenvoudig zijn te vinden en op de tabellen van Ruppel (lit. 4), zijnde gewijzigde en aangevulde tabellen van Strassner, waarin deze grootheden rechtstreeks worden gegeven.

Literatuur.

1. V. r. De vereffeningsmethode van Cross voor willekeurige belasting en niet-prismatische staven. *De Ingenieur in Ned.-Indië*. No. 12-1939.
2. H. Johannes. Berekening van vaste punten, invloedslijnen, momentenvlakken en doorbuigingen bij portaalconstructies en doorgaande liggers met de methode der doorbuigingsfactoren. *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 3-1940.
3. Strassner. *Neuere Methoden*. Band I. 1937.
4. Ruppel. Tabellen in *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. 1927.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 Maart resp. 15 April 1940 o.m. openbaar gemaakt.

In verband met den oorlogstoestand wordt met deze opgave de gebruikelijke publicatie te dezer plaatse, bij gebrek aan verder binnenkomende gegevens, beëindigd.

ddo. 15 Maart 1940:

- No. 79 514 Ned. kl. 23b4a. Standard Oil Development Company, Linden, N. J., Ver. St. v. Am.: Werkwijze voor het verbeteren van het octaangetal van benzine.
- No. 81 995 Ned. kl. 89c16. Andrej Malicov, Moskou: Werkwijze en inrichting voor het controleren van indampprocessen, in het bijzonder in de suikerindustrie door gewichtsmeting.
- No. 82 824 Ned. kl. 39b1a2. Aktiebolaget Separator, Stockholm: Werkwijze voor het verhinderen van coagulatie bij het toevoeren van latex in centrifugaalseparatoren.
- No. 84 270 Ned. kl. 23b4. Universal Oil Products Company, Chicago: Werkwijze voor de bereiding van tegen gom- en harsvorming gestabiliseerde kraakbenzine.
- No. 85 731 Ned. kl. 23b4a. „Sarmiza” Societate Anonima Romana de Petrol, Boekarest: Werkwijze voor het bereiden van klopvaste benzine die zeer rijk is aan aromaten.
- No. 86 629 Ned. kl. 23b4a. Universal Oil Products Company, Chicago: Werkwijze ter bereiding van klopvaste lichte motorbrandstof.
- No. 86 798 Ned. kl. 23b7e. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, 's-Gravenhage: Werkwijze voor de bereiding van koolwaterstoffracties.

- No. 86 859 Ned. kl. 23b7e. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, 's-Gravenhage: Werkwijze voor het door middel van kristallisatie winnen van fracties met verschillende eigenschappen uit mengsels van koolwaterstoffen.
- No. 87 962 Ned. kl. 21g30. Société de Prospection Electrique, Procédés Schlumberger, Parijs: Werkwijze en inrichting voor het bepalen van poreuse aardlagen, die door een boorgat worden doorsneden, dat niet met een electrisch geleidende vloeistof is gevuld.
- No. 91 383 Ned. kl. 23b4a2. Universal Oil Products Company, Chicago: Werkwijze voor het polymeriseeren van alkeen met een vasten fosforzuurkatalysator.
- No. 90 837 Ned. kl. 5a. N. V. Gebr. Stork & Co's Fabriek van Hijschwerktuigen, Haarlem: Meeneemklem voor een roteerende grondboormachine, waarvan de klauwen door een vrijwielkoppeling onder veerspanning worden aangedrukt.
- No. 88 745 Ned. kl. 84c. N. V. De Bataafsche Petroleum Mij., 's-Gravenhage: Werkwijze voor het ondoordringbaar maken of verstevigen van doorlaatbare of losse grondlagen en dergelijke.
- No. 87 433 Ned. kl. 84d. J. L. P. van Hasselt, Lent bij Nijmegen: Werkwijze voor het baggeren en scheiden van grind en klei met behulp van een baggermolen.
- No. 86 137 Ned. kl. 19a. N. V. Handelmaatschappij „Helga”, Amsterdam: Inrichting voor het verbinden van een spoorwegrail met een met behulp van een hydraulisch bindmiddel vervaardigden dwarsligger.
- No. 87 924 Ned. kl. 37d. N. V. Maatschappij tot Exploitatie van Buitenlandsche Octrooien, 's-Gravenhage: Deurconstructie voor het gasdicht afsluiten van een schuilplaats, een vluchtruimte of een dergelijke ruimte.
- No. 86 618 Ned. kl. 65a. Reyer Gerrit Groenendijk, Rotterdam: Werkwijze en inrichting voor het verrichten van bergingswerk of andere werkzaamheden in onder water gelegen zand- en sliblagen.

ddo. 15 April 1940:

- No. 84 722 Ned. kl. 18c. N. V. Fabriek van Stoom- en andere Werktuigen Hk. Jonker & Zoon, Amsterdam: Werkwijze en inrichting voor het uitgloeien van een laschnaad en het aangrenzende metaal.
- No. 85 050 Ned. kl. 21g. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, 's-Gravenhage: Werkwijze en inrichting voor het onderzoeken van den inhoud van een boorgat.
- No. 87 939 Ned. kl. 22h, Rechtspersoon Nederlandsch-Indië, Batavia: Werkwijze voor het zuiveren van ruwe dammarhars.
- No. 90 005 Ned. kl. 37c. Herbert Linwood* Sleigh en Arthur Sam Cheston, Birmingham: Inrichting voor het vastzetten van een glasruit in een raam met behulp van een veerkrachtige strook met groef.
- No. 91 482 Ned. kl. 37d. Vennootschap onder firma: Technisch Handelsbureau van Hoytema & Schorer, Culemborg: Inrichting voor het verhinderen van het doortreden van langs een deur of een beweegbaar raam omlaag stroomend water onder de deur of het raam door.
- No. 86 733 Ned. kl. 37d. Société Paix & Cie, Parijs: Bekledings-element voor muren, daken, enz. onder toepassing van bitumen, aluminium en asbestvilt.
- No. 86 129 Ned. kl. 45a. Johannes Floris Philippus Hers, 's-Gravenhage: Inrichting voor het onderbevloeien van een terrein, waarbij op een bepaalden afstand onder het oppervlak een horizontale of nagenoeg horizontale plaat, bak, goot of stel bakken of stel goten is aangebracht van waterkeerend of slecht waterdoorlatend materiaal.
- No. 88 441 Ned. kl. 76b. Ramón Balmes Solanas, Pinedes de Llobregat (Sta. Coloma de Cervelló), Spanje: Rekwerk voor textiellonten.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

The stability of chlorinated rubber and its fractions, bij J. Hoekstra.

Mededeeling No. 14 van de Rubber-stichting, Amsterdam.

Asphalt rubber mixtures in road building, bij J. A. Plaizier.

Mededeeling no. 15 van de Rubber-stichting, Amsterdam.

Centraal Instituut voor Materiaalonderzoek, 's-Gravenhage:

- a) Jaarverslag over 1939;
- b) Aanvulling op mededeling nr. 17 van de Commissie voor het onderzoek van gewapend metselwerk;
- c) Mededeling no. 19. Centrale Corrosie Commissie. Tweede verslag van Corrosie Commissie IV voor de bestudering van beschermende dekkingen van ijzerconstructies.

Onderwerp: IJzerconstructies in de atmosfeer-
Bescherming met verf.

Deel I: Tekst. Deel II: Tabellen, grafieken en figuren. Prijs totaal f 4,50.

Handleiding voor het soldeeren van looden buizen en plaatmetaal.

Publicatie no. 93 van de International Tin Research and Development Council.

Fourth General Report 1939.

Publicatie no. 95 van de International Tin Research and Development Council.

PERSONALIA.

Ing. H. R. Haller, ingr. bij den Prov. Wat. van West-Java, is overgepl. van Batavia naar Soekaboemi.

Ir. S. Bakker, ter besch. gest. v. d. Prov. West-Java, is belast m. d. waarneming der betr. van ingr. 2de kl. en geplaatst te Batavia.

Irs. M. Srigati Santoso en Lie Kok Gwan, werkz. op maandg. op het Hoofdkant. der Waterst. Afd. Pemali-Tjomal" te Tegal resp. „Serang" te Semarang, zijn met ing. van 1 April 1940 tijd. belast m. d. waarn. v. d. betr. van ingr. 2de kl.

Ir. Oen Bo Hien is I: na ommekomst van het hem verleende buitenl. verlof met ing. van 1 Juni 1940 herben. in dienst v. d. Prov. M.-Java en gerekend v. 6 Mei 1940 geplaatst op het Hoofdkant. v. d. Waterst. dienst v. d. Prov. M.-Java te Semarang; II: met ing. van 14 Mei 1940 tijd. werkz. gest. als sectie-ingr. v. d. sectie Magelang v. d. Wat. afd. „Serajoe", met standpl. Magelang.

Ir. W. J. G. Paardekooper, Ingenieur-Onderdirecteur der Landschapwerken te Makassar, is benoemd tot Ingenieur-Directeur van dien dienst.

Ir. R. Everwijn, ingenieur bij de N. V. Deli Spoorweg Mij. te Medan, is 30 April j.l. met verlof naar Europa vertrokken.

Ir. M. P. Schoorel, ingr. bij de B.P.M., is van Venezuela te Tarakan aangekomen.

Dr. R. P. Bächlin, ir. A. J. Mulder en Dr. W. F. Schneeberger, van de B.P.M. zijn resp. vertrokken met Eur. verlof, vertrokken naar Nederland, overgepl. naar Australië.

Irs. F. Wassing en G. E. Mathysen Gerst, ingrs. bij de B.P.M., zijn te Balikpapan aangekomen van Eur. verlof.

Dr. G. W. Postma, dr. wis- en natuurk. bij de B.P.M., is van Balikpapan naar Pladjoe vertrokken.

Irs. J. Over en H. Claus, ingrs. bij de B.P.M., zijn van Balikpapan met Eur. verlof vertrokken.

Dr. F. Laufer, werkz. bij de B.P.M. te Tarakan, heeft den dienst dezer maatschappij verlaten.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Nederlandsch-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde leden.

De in No. 4 van dezen jaargang voorgestelde leden zijn aangenomen.

Thans wordt voorgesteld als *gewoon lid*:

J. J. Kok, Secretaris N. V. Deli Spoorweg Maatschappij, Medan.

Eventueel bezwaren tegen deze candidaatsstelling worden vóór 31 Juli a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.

Betrekking gezocht door:

Civil ingenieur,

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

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1939, oud 23 jaar. Wenscht bij voorkeur in Gouvernementsdienst te treden. Beschikbaar Juli 1940.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1926. Direct beschikbaar.

Civil ingenieur,

diploma Bandoeng 1937. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1926, oud 41 jaar. Wenscht bij voorkeur een technisch-administratieven werkkring. Direct beschikbaar.

Mijnningenieur,

diploma Delft 1928. Direct beschikbaar.

Civil ingenieur,

diploma Bandoeng 1937, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,

diploma Delft 1929, oud 36 jaar. Direct beschikbaar.

Civil ingenieur,

diploma Bandoeng 1936, oud 29 jaar. Direct beschikbaar.

Civil ingenieur,

diploma Bandoeng 1933, oud 30 jaar. Direct beschikbaar.

Civil ingenieur,

diploma Bandoeng 1939, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

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

Ir. E. A. Neeb m.i., Oud-Hoofdingenieur van de Bangka Tinwinning en van den Dienst van den Mijnbouw in N.O.I., p/a Dr. G. Kloosterhuis, Celebesstr. 3, Bandoeng, stelt zich beschikbaar voor het verleen van diensten aan:

1e de Overheid;

2e Particulieren in een leidende positie, liefst mijnbouw.

Aan het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium kan geplaatst worden een jong doctor in de wis- en natuurkunde als Wetenschappelijk Medewerker.

Bezoldiging BBL 1938 schaal 66 Kolom II. (f 275 — f 825)

Sollicitatiebrieven te richten aan den Directeur van Observatorium, Batavia-C.

Bij het MARINE-ETABLISSEMENT TE SOERABAJA

bestaat gelegenheid tot plaatsing van een

Ingenieur 2e klasse (werktuigkundig)

Plaatsing voorloopig in tijdelijken dienst; bezoldiging volgens schaal 66 kolom I der „B. B. L. 1938” (f 275.— — f 600.—)

Zij, die als zoodanig reeds eenige jaren werkzaam zijn, kunnen eventueel worden aangesteld op f 340.— c.q. f 405.— 's maands.

Boven de bezoldiging worden genoten 5% standplaatstoelage, 10% Oedjoeng-toelage en eventueel kindertoelage.

Ongezegelde sollicitaties met volledige opgave van leeftijd, diploma('s) c.q. werkkring(en) zoo spoedig mogelijk te richten tot den Directeur van het Marine-Etablissement te Soerabaja.

Pontiac introduceert

**DE CREATIE VAN DE MAAND
DE WAGEN VAN HET JAAR!**



Deze charmante toequ is een creatie van Lily Dachs, New York's bekende mode-ontwerper. Opok talloze voorjaarsbloemen lichtblauw wit en roze volge in zijerin geïllustreerd het tot een bekwame geholpte, maken en een zeer juist beeld van de lente voor oogen te bevesten.

De moderne vrouw weet zich door haar kleding en haar omgeving een eigen cachet te geven. Zij weet, dat alleen dan haar persoonlijkheid tot zijn volle recht zal komen, als zij daarvoor een passende omlijsting vindt.

En welke vrouw weet niet, dat ook een auto heel veel tot deze omlijsting zal bijdragen?

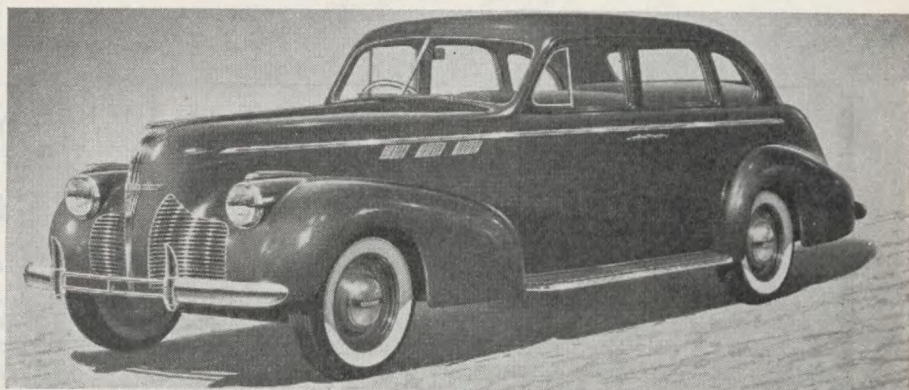
Haar aangeboren smaak wijst haar den weg....

Haar nieuwe auto moet een 1940 Pontiac zijn, daar deze wagen alle finesses bezit, die zij zich wenschen kan.

De modieuze lijn en de volmaakt stemmige uitvoering van het interieur weerspiegelen de distinctie van haar eigenaresse.

De Pontiac is vingerlicht bestuurbaar, de deuren zijn breed en geven bij in- en uitstappen geen moeilijkheden.

En wat U buitengewoon verbazen zal: Deze creatie kost niet veel meer dan de bekende laag geprijsde Amerikaanse wagens.



SP-65

Nevenstaande afdruk geeft U een beeld van het gracieuse en gedistingeerde uiterlijk van de Pontiac Special.



N.V. GENERAL MOTORS JAVA H. MIJ. TANDJONG PRIOK

IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Automatische stuwkleppen, door ir. F. M. van Veen. — Over zelfwerkende peilregelaars bij den Waterstaat in Ned.-Indië, door ir. H. Vlugter.

Automatische stuwkleppen

door

ir. F. M. VAN VEEN,

Ingenieur bij den Provincialen Waterstaat te Cheribon.

Korte inhoud.

Aange-toond wordt, dat ieder kleptype aan bepaalde verhoudingen moet voldoen, teneinde ook na het openen een gunstige werking te kunnen verzekeren (o.a. betreffende opstuwing, afvoer en intermitterende werking). Verder worden afvoerkrommen gegeven van het gunstigste haaktype en van het verbeterd type *Beauchez*. Ten slotte wordt als voorbeeld een ontworpen aslooze portaalklep (haaktype) van 5 m overspanning en 2 m opstuwing beschreven.

Inleiding.

Onder automatische stuwkleppen worden beweegbare waterkeeringen verstaan, welke zich zonder bediening, doch tengevolge van den waterdruk, openen. Enkele typen sluiten zich daarna niet meer of sluiten zich bij een aanmerkelijk lager peil dan waarbij zij zijn opengegaan. Deze kleptypen, waaronder ook de bekende tolklep met het draaipunt op $\frac{1}{3}$ van de stuwhoogte, zijn dus niet geheel automatisch. Daarentegen zijn wel geheel automatisch die kleppen, welke zijn voorzien van een z.g. stuwgewicht, zooals de Calcoklep, het kleptype *Beauchez* en het welbekende haaktype. Behoudens een enkele uitzondering hebben deze kleppen een hooggelegen draaipunt. Wel is waar is hierdoor een groot stuwgewicht noodzakelijk, doch de afvoer is veel beter dan bij kleppen met laaggelegen draaipunt. De laatste, welke in schuinen stand door een opgehangen contragewicht worden opgeheven, worden dan ook uitsluitend gebruikt indien bij geringen afvoer een constant peil wordt geëischt. Zij zullen hier verder buiten beschouwing worden gelaten.

De keuze van het type is afhankelijk van het doel:

- a) Handhaven van een constant peil bij geringen max. afvoer. Dit geval komt slechts zelden voor en wel uitsluitend bij verdeelwerken, waar de zij-aftappingen een constant (ingesteld) debiet moeten verkrijgen, terwijl het overvloedige water dient ter suppletie van benedenstrooms gelegen bevoelingsen.
- b) Het meest voorkomende geval is, dat een zekere verhooging van het peil toelaatbaar is, doch dat eventueel een groot debiet moet kunnen worden geloosd. Stuwkleppen kunnen alzoo worden gebruikt in leidingen, welke een bekend bandjir-debiet moeten verwerken, terwijl de toelaatbare stijging tot een minimum moet worden terug-

gebracht. Als zoodanig komen zij in de plaats van gewone overlaten en heveloverlaten, waar deze te lang of te kostbaar zouden worden.

- c) Verder zou in bepaalde gevallen in plaats van de schuif in de spuisluis van de stuw, een automatische klep aanbeveling verdienen. Vooral bij die kali's, welke veel zand afvoeren zal de klep als automatische *onderspuier* zeer goede diensten kunnen bewijzen. Uiteraard moet de spuisluis hiervoor als een rechthoekige koker worden uitgevoerd, tenzij de max. waterstand zeer gering is.

In het ondervolgende zal uitsluitend het geval b) worden behandeld; a) en c) zijn als bijzondere gevallen hieruit af te leiden.

In het belang van den eenvoud van den opzet is aangenomen, dat de klep zich tusschen rechtstandsmuren beweegt, zoodat de zijdelingsche afvoer kan worden verwaarloosd. Verder is de afvoer berekend voor een langen sluiskoker. Aangenomen is, dat bij gesloten stand geen achterwater aanwezig is.

Indien evenwel achter de klep het water vrij kan vallen, bedraagt de afvoer meer dan de berekening aangeeft. Bij aanwezigheid van achterwater dient de klep aan de achterzijde te worden voorzien van een waterdichte afronding (middelpunt in de draaiingsas) teneinde den invloed van den benedenstroomschen contra-waterdruk te annuleeren.

Sluitingsmoment en openingsmoment.

Onder het sluitingsmoment of stuwmoment M_s verstaat men het moment van het gewicht van de klep om de draaiingsas. Ligt het zwaartepunt op een afstand ρ van de as en maakt de verbindingslijn van het zwaartepunt met de as een hoek φ met de horizon, dan zal bij een draaiingshoek α :

$$M_s = \rho G \cos(\varphi + \alpha).$$

De keuze van den hoek φ is zeer belangrijk. Is deze klein of ligt het zwaartepunt zelfs beneden de draaiingsas, dan zal M_s slechts weinig afnemen (c.q. zelfs eerst toenemen). Het openingsmoment M_o wordt gevormd door het moment van de resultante van den hydrostatischen druk benevens een gedeelte van de snelheidshoogte op het ondergedompelde gedeelte van de klep. Aangezien in alle standen α van de klep het sluitingsmoment evenwicht moet maken met het openingsmoment, is het derhalve duidelijk, dat bij een laag zwaartepunt de klep moeilijk opengaat en onnoodige opstuwing teweegbrengt. Het zwaartepunt dient dus hoog te liggen, hetgeen tot een opbouw of uitbouw van een speciaal stuwgewicht aanleiding geeft.

Behalve uit constructief oogpunt is er nog een andere reden waarom het zwaartepunt niet ongelimiteerd hoog mag liggen. Indien het zwaartepunt zoo hoog ligt, dat het sluitingsmoment meer afneemt dan het openingsmoment, zou de waterspiegel beneden stuwpeil dalen en de klep zich weder sluiten, daarna zich weder openen, enz. Deze intermitterende werking zal nog nader worden behandeld.

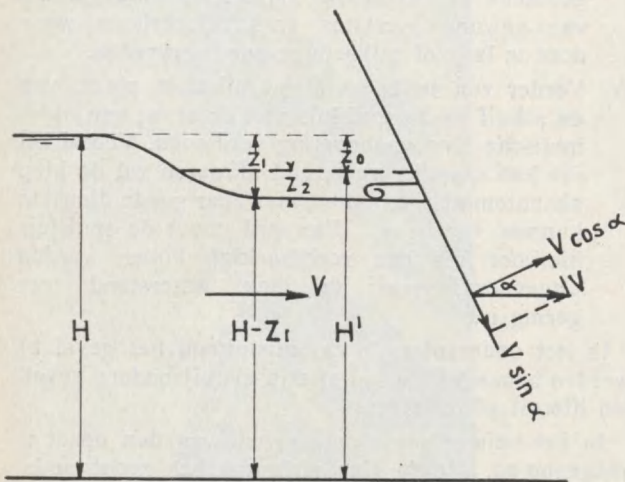


Fig. 1.

Stel H = hoogte v/d energie-lijn (ongedaalde waterspiegel vóór de sluis). Bij een opening f en een draaiingshoek α zal de druk op de klep worden gevormd door den hydrostatischen druk benevens de ontbondene van de in drukhoogte omgezette snelheidshoogte, alles loodrecht op de klep. In verband met de richtingsverandering van de strooming en de daarbij ontstaande wervels is hiervan weinig te zeggen en wordt een theoretische drukhoogte H' ingevoerd.

Opmerking verdient, dat bij de berekening van den afvoer, z_o is aangenomen als snelheidshoogte tusschen de profielen H en H' . In feite berust dit op de volgende benadering:

Stel, dat een watersprong optreedt, dan zal de waterdiepte vóór de klep kleiner zijn dan H' en wel

$$H - z_1 = H' - z_2 = H' - \frac{V^2 \cos^2 \alpha}{2g}$$

$$\text{en } z_1 = \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{en daar } z_1 = z_o + z_2$$

$$\text{is } z_o = \frac{V^2}{2g} (1 - \cos^2 \alpha) = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

met andere woorden: z_o is de resteerende snelheidshoogte t.g.v. de snelheid evenwijdig aan de klep, en z_2 het verlies aan snelheidshoogte ten gevolge van den druk, welken de klep uitoefent.

Men stelt nu bij benadering:

$$Q = \mu b (H - z_1) \sqrt{2g z_1} = \mu b H' \sqrt{2g z_o}.$$

Dit is van groot belang, omdat van de werkelijke waterdiepte niets bekend is, doch het openingsmoment wordt gevormd door een bekende H' , waarin het verlies aan snelheidshoogte is verdisconteerd, zij het met onbekende waarde.

Ten einde geen intermitterende werking te verkrijgen mag H' nimmer kleiner worden dan de stuwhoogte h .

Zoodra de klep een hoek $\alpha_{\max} = 90^\circ - \varphi$ is gedraaid komt het zwaartepunt boven het draaipunt te liggen. Tegen het achteroverslaan moeten veerende steunpunten worden aangebracht. In dezen stand wordt geen druk op het water uitgeoefend en wordt $H' = \frac{2}{3} H$ evenals bij een vrije sluisopening. Neemt men nu $h = \frac{2}{3} H$, dan heeft men de gunstigste stuwhoogte. Bij het ontwerpen van stuwkleppen komt het er in de practijk op neer, dat de benoodigde stuwhoogte en de maximum toe te laten bandjirstand bekend zijn. Aangezien de zwaarte van de constructie met h^3 en de afvoer slechts met $h \sqrt{h}$ toeneemt, tracht men zoo mogelijk een grooten afvoer te verkrijgen door de breedte of het aantal kleppen te vergroten. Een economische maat wordt gevonden indien men voor de drempeldiepte aanneemt:

$h = 2 \cdot (\text{H.B.} - \text{S.P.})$ overeenkomstig de gevonden waarde $h = \frac{2}{3} H$.

De hoogte van het draaipunt ware gelijk te leggen met H.B., zoodat tengevolge van de daling van den waterspiegel tusschen de wanden het draaipunt nog boven water komt te liggen.

Voor het haaktype blijkt een armlengte gelijk aan de helft van de hoogte van het draaipunt een zeer gelukkige keuze. De klep ligt dan rustig op het water.

Het kleptype *Beauchez* met verhoogd zwaartepunt is te beschouwen als een haaktype met armlengte nul. Hiertusschen zijn alle mogelijke kleptypen met verschillende armlengten bruikbaar, mits de gunstigste hoek van het zwaartepunt volgens onderstaande benaderende berekening wordt bepaald.

Is a de armlengte, dan is

$$f = \left(1 + \frac{a}{1,5 h} \sin \alpha - \cos \alpha \right) \times 1,5 h$$

$$\text{en } M_o = \frac{1}{2} \frac{(H' - f)^2}{\cos \alpha} \left(1,5 h - \frac{H' - f}{3 \cos \alpha} \right) \cdot b.$$

geldende gunstige hoek $\varphi = 19^\circ 30'$ wordt gekozen.

Dit zou echter een zeer ongunstige intermitterende werking veroorzaken.

Het is daarom beter om voor dit type een lager zwaartepunt aan te nemen. Zooals blijkt mag het zwaartepunt niet hoger dan $\varphi = 8^\circ$ liggen. Bij max. bandjir wordt dan evenwel nog een opstuwing verkregen. Zooals vroeger dit type werd ontworpen, lag het zwaartepunt veelal lager dan het draaipunt. Uit het bovenstaande is het duidelijk, dat de opstuwing dan zeer groot kan worden, alhoewel inderdaad geen intermitterende werking is te verwachten. Uit het verloop van de afvoerkromme zal verder blijken, dat voor groote afvoeren zeer zeker het haaktype verre is te verkiezen boven het verbeterd type *Beauchez*. Toch kan in bijzondere gevallen (bij kleine afvoeren en vereischt constant peil) het laatste type soms voordeelen bieden. De constructieve voor- en nadeelen (o.a. betreffende de sluiting) worden later nader behandeld.

Tusschenvormen (bijv. $a = \frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2} h$) zijn hydraulisch zeer goed te ontwerpen, doch bieden wat betreft de sluiting niet de voordeelen van het type $a = \frac{3}{4} h$.

Benaderende berekening van den benodigden druk op de klep (H').

In werkelijkheid maakt in iederen stand van de klep het openingsmoment evenwicht met het sluitingsmoment. Ter bepaling van H' wordt gebruik gemaakt van onder volgende formules.

Resumé.

- h = stuwhoogte;
- $1,5 h$ = hoogte van het draaipunt;
- a = armlengte van de klep ($a = \frac{3}{4} h$ tot $a = 0$);
- φ = hoek van de verbindingsslijn van de as met het zwaartepunt met horizontaal in gesloten stand;
- α = draaiingshoek v/d klep;
- H = hoogte v/d energielijn (ongedaalde waterspiegel);
- H' = waterstand + energieverlies vóór de klep;
- f = opening v/d klep;
- $z_0 = H - H'$ = resteerende snelheidshoogte bij uitstrooming.

$$M_s = \rho G \cos(\varphi + \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

$$M_0 = \frac{1}{2} \frac{(H' - f)^2}{\cos \alpha} \left(1,5 h - \frac{H' - f}{3 \cos \alpha} \right) \times b \dots\dots (2)$$

$$f = 1,5 h \left(1 + \frac{a}{1,5 h} \sin \alpha - \cos \alpha \right) \dots\dots\dots (3)$$

In de formules (1), (2) en (3) zijn b , h , a en φ de voor het kleptype vastgestelde waarden. Daarentegen zijn H' en f afhankelijk van α , terwijl $M_s = M_0$ voor iederen hoek α is te bepalen uit formule (1) nadat ρG is uitgerekend voor $\alpha = 0$.

Door f uit te rekenen voor $\alpha = 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$, enz. kan door probeeren H' uit formule (2) worden gevonden. Door tweemaal een benaderende waarde voor $H' - f$ aan te nemen en daarna te interpoleren wordt veelal bij de 3de maal de juiste waarde gevonden waarbij $M_0 = M_s$.

Berekening van de opstuwing z_0 en den afvoer Q .

Voor uitstrooming door een opening onder water geldt de formule

$$Q = m b f \sqrt{2g(H - \frac{1}{2}f)}.$$

Voor de doorstrooming in het vóór de klep gelegen profiel geldt dat $(H - z_1) \sqrt{2g z_1} = H' \sqrt{2g z_0}$ en is de afvoer:

$$Q = \mu b H' \sqrt{2g z_0} \dots\dots\dots (4)$$

daar $H = H' + z_0$, is

$$m^2 b^2 f^2 \times 2g(H' + z_0 - \frac{1}{2}f) = \mu^2 b^2 H'^2 \times 2g z_0$$

$$\text{of } \frac{\mu^2}{m^2} = \frac{f^2(H' + z_0 - \frac{1}{2}f)}{H'^2 z_0} = \frac{f^2}{H'^2} \left(\frac{H' - \frac{1}{2}f}{z_0} + 1 \right).$$

Bij overgang van uitstrooming door een opening onder water tot vrije doorstrooming is $f = H' = \frac{2}{3} H$, $z_0 = \frac{1}{3} H$ en wordt $\frac{\mu^2}{m^2} = 2$

$$\text{of } \mu = m \sqrt{2}.$$

Neemt men nu voor μ de waarde 0,90 aan (contractie met bovenregel), dan wordt $m = 0,64$, hetgeen beide uit proeven bekende waarden zijn. Door invullen van het bovenstaande wordt:

$$\frac{H' - \frac{1}{2}f}{z_0} = 2 \frac{H'^2}{f^2} - 1 = \frac{2H'^2 - f^2}{f^2}$$

of

$$z_0 = \frac{f^2(H' - \frac{1}{2}f)}{2H'^2 - f^2} \dots\dots\dots (5)$$

De waarden H' en f , gevonden uit de formules (1), (2) en (3) en ingevuld in (5) geven de opstuwing z_0 . Deze waarde ingevuld in (4) geeft de afvoer Q .

Met $H' + z_0$ en Q kan de afvoerkromme worden geconstrueerd.

Afvoerkrommen.

De berekening volgens het voorgaande is uitgevoerd voor $h = 1$ en $b = 1$. Bij het ontwerpen zijn de afvoerkrommen direct te gebruiken, indien de vóórwaterstand met h wordt vermenigvuldigd en Q met $bh \sqrt{h}$ en M met bh^3 .

Indien een ander type wordt gewenscht, hetgeen dzz. wordt ontraden, zal de berekening opnieuw moeten worden verricht.

I. Haaktype hoogte v.h. draaipunt = $1,5 h$ $a = 0,75 h$ $\varphi = 44^\circ$ voor $h = 1$ $b = 1$						
α°	f in m	$M_s = M_0$ in tm	H' in m	z_0 in m	$H = H' + z_0$ in m	Q in m ³ /sec
0	0	0,583	1,000	0	1,000	0
10°	0,153	0,478	1,039	0,010	1,049	0,413
20°	0,347	0,356	1,083	0,049	1,132	0,956
30°	0,576	0,224	1,123	0,126	1,249	1,590
40°	0,833	0,085	1,141	0,260	1,401	2,320
46°	1,000	0	1,000	0,50	1,50	2,82

II. Type Beauchez (verbeterd) hoogte v.h. draaipunt = $1,5 h$ $a = 0$ $\varphi = 8^\circ$ voor $h = 1$ $b = 1$						
α°	f in m	$M_s = M_o$ in tm	H' in m	z_o in m	$H = H' + z_o$ in m	Q in m ³ /sec
0	0	0,583	1,—	0	1,—	0
10°	0,0225	0,561	1,—	0,00025	1,00025	0,063
20°	0,090	0,520	1,—	0,004	1,004	0,252
30°	0,201	0,465	1,024	0,018	1,042	0,547
40°	0,350	0,395	1,062	0,049	1,111	0,939
50°	0,535	0,313	1,113	0,112	1,225	1,487
60°	0,750	0,221	1,177	0,206	1,383	2,125
70°	0,986	0,122	1,244	0,345	1,589	2,915
80°	1,240	0,021	1,313	0,560	1,873	3,92
82°	1,292	0	1,292	0,646	1,938	4,14

Uit fig. 4 is te zien, dat klep I (haaktype) bij max. afvoer geen opstuwung veroorzaakt, doch daarentegen bij kleine afvoeren sneller boven het stuwpeil stijgt dan klep II (verbeterd type Beauchez).

Dit constant houden van het peil bij kleine afvoeren kan in sommige gevallen gewenscht zijn, doch gaat uiteraard gepaard met een onrustigen labielen stand van de klep tusschen de openingshoeken $\alpha = 0$ tot 20° (zie fig. 3). Wil men de klep een meer stabiele ligging geven, dan zou aan het zwaartepunt een iets lagere ligging (bijv. $\varphi = 7^\circ$ in stede van 8°) moeten worden gegeven. Hiermede verdwijnt echter het hydraulische voordeel van klep II boven klep I.

1ste voorbeeld (klep I).

Gegeven: H.B. — S.P. = 1 m;
 $Q_{\max} = 160 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Neem $h = 2 \times (\text{H.B.} - \text{S.P.}) = 2 \text{ m};$

$$q_{\max} = 2,82 \cdot h \sqrt{h} = 2,82 \cdot 2 \sqrt{2} = 8 \text{ m}^3/\text{sec per m'}$$

Neem 4 kleppen met breedte van 5 m;

$$Q_{\max} = 4 \times 5 \times 8 = 160 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

2de voorbeeld (klep I).

Gegeven: H.B. — S.P. = 0,35 m;

$$Q_{\max} = 5 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

Neem $h = 2 \times 0,35 = 0,70 \text{ m}$ en $H_{\max} = 1,05 \text{ m};$

$$q_{\max} = 1,64 \text{ m}^3/\text{sec per m' (afvoerkromme zonder klep in fig. 4);}$$

$$b = \frac{5}{1,64} = 3,05 \text{ m}.$$

3de voorbeeld (klep I of II).

Gegeven: $h = 1,25 \text{ m}$ (leidingdiepte);

toelaatbare stijging hoogstens 10 cm;
 $Q_{\max} = 5 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Voor $h = 1,25 \text{ m}$, is $H_{\max} = 1,35 \text{ m}$, dus;

$$\text{voor } h = 1,— \text{ m, is } H_{\max} = \frac{1,35}{1,25} = 1,08 \text{ m};$$

$$\text{kleptype I: } q = 0,58 \times 1,25 \sqrt{1,25} = 0,81 \text{ m}^3/\text{sec per m'};$$

$$,, \text{ II: } q = 0,76 \times 1,25 \sqrt{1,25} = 1,06 \text{ m}^3/\text{sec per m'}$$

$$\text{waaruit volgt: } b_I = \frac{5}{0,81} = 6,18 \text{ m};$$

$$b_{II} = \frac{5}{1,06} = 4,72 \text{ m}.$$

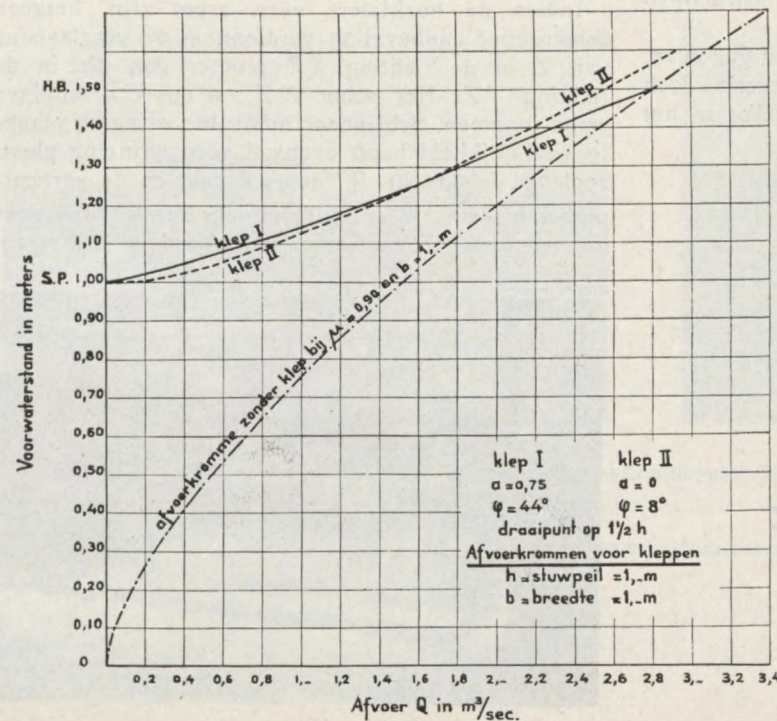


Fig. 4.

Aangezien men zoo mogelijk niet moet gaan boven een breedte van 5 m, is hier kleptype II aangewezen en stapt men af van het bezwaar van een onrustige ligging bij kleine debieten.

Grondvormen.

Het kleptype II is veelal het eenvoudigst uit te voeren in consôle-vorm, d.w.z. naar gelang van de breedte wordt het aantal consôles ABC vermeerderd. Ten einde schranken te voorkomen moeten schoren aangebracht worden in de vlakken AB, BC en AC. Het wordt ten slotte dus een ruimte-vakwerk. Het extra stuwgewicht (boven het eigengewicht) wordt aangebracht hetzij tusschen AB en BC of wel op AB. Het laatste indien het stuwgewicht verplaatsbaar of afneembaar moet zijn.

Het bezwaar van dit type is de moeilijkheid van het bevestigen van de as aan het ruimtevakwerk.

Verder is de sluiting niet zoo goed als bij het haaktype. Legt men het draaipunt

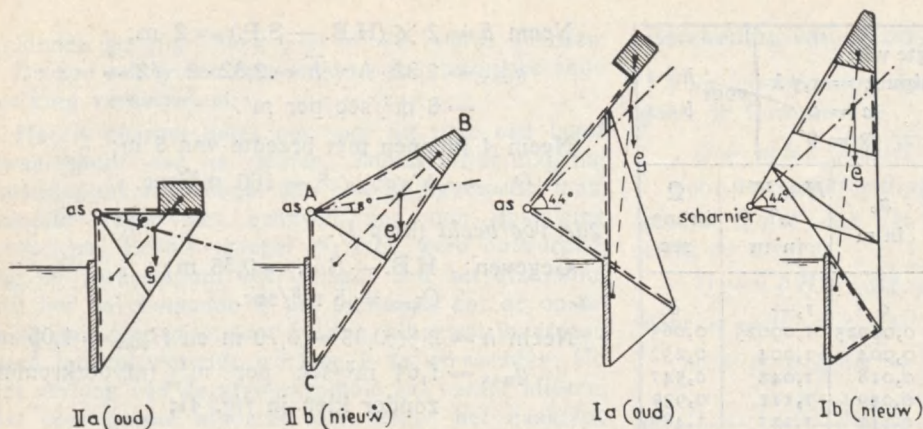


Fig. 5. IIa. Oud type *Beauchez*; zwaartepunt te laag.
 IIb. Verbeterd type *Beauchez*; zwaartepunt op 8° .
 Ia. Haaktype-consôlevorm met onaesthetisch schoorwerk; zwaartepunt op 44° .
 Ib. Aslooze portaalklep; zwaartepunt op 44° .

lager dan $1,5 h$, dan is de sluiting aanmerkelijk slechter. Ieder vuiltje doet in dat geval klep als notenkraker werken, zoodat zeer groote scharnierkrachten kunnen optreden.

Het kleptype I is in het algemeen te verkiezen boven kleptype II omdat, zooals reeds werd vermeld, de ligging op het water rustiger is en bovendien bij grotere afvoeren geen opstuwing wordt veroorzaakt.

Echter had aanvankelijk het hoogliggende zwaartepunt constructieve bezwaren. Voert men ook deze klep in consôlevorm uit, evenals klep II, dan zou de hoek ABC te klein worden om schranken van het ruimtevakwerk te voorkomen. Het aanbrengen van tusschenliggend schoorwerk geeft aanleiding tot minder fraaie constructies. Veelal ging men met deze constructie dan ook niet verder dan tot een breedte van 2 à 3 m.

Ook hier levert de doorgaande as constructieve bezwaren op.

Aan deze bezwaren kan worden tegemoet gekomen, indien voor klep I niet de consôle-constructie, doch de aslooze portaalklep wordt gekozen, welke in het onderstaande nader wordt beschreven.

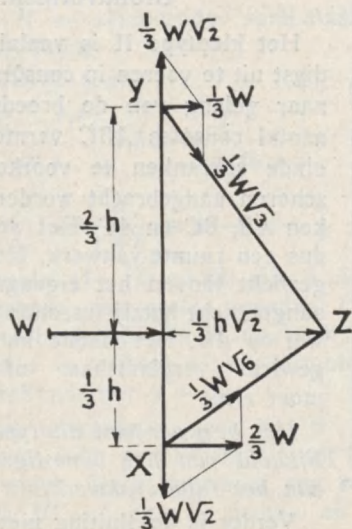


Fig. 6.

De aslooze portaalklep.

De klep zelf is verstijfd met loodrecht op elkaar staande vakwerkliggers XZ en YZ . Dit laaggelegen ruimtevakwerk neemt den waterdruk over de volle breedte van de klep op en brengt dezen aan de uiteinden over op de beide eindconsôles, welke met het stuwgewicht van gewapend beton een portaalconstructie vormen (zie fig. 6 en de foto's).

Hiermede komt het onaesthetisch hooggelegen schoorwerk te vervallen en is een doorgaande as niet noodig. Volstaan kan worden met scharnieren in stede van aspotten, hetgeen een zeer groote vereenvoudiging beteekent. Voor kleine kleppen kan zelfs een eenvoudige mesoplegging worden ontworpen.

De berekening van het verstijfde kleplichaam dient te berusten op de maximum toelaatbare doorbuiging en niet op de toe te laten spanningen. In de hoekpunten X , Y en Z worden doorgaande hoekijzers geplaatst. Indien men deze drie hoekijzers als één geheel beschouwt en hiervan het traagheidsmoment om de verticale as bepaalt en daarna met de belasting W per m' de doorbuiging uitrekent, wordt een fout begaan, aangezien de belasting excentrisch t.o.v. het geheel aangrijpt. Men moet dus afzonderlijk de doorbuiging van de loodrecht op elkaar staande vakwerken XZ en YZ bepalen naar de belastingen $\frac{1}{3} W \sqrt{6}$ en $\frac{1}{3} W \sqrt{3}$.

Indien de hoekijzers even groot zijn, hetgeen constructief aanbeveling verdient, is de verplaatsing van Z in de richting XZ grooter dan die in de richting YZ . Het schot XY zal dus een schuinen stand innemen. Schijnbaar heeft dus wringing plaats. In werkelijkheid heeft evenwel geen wringing plaats zoolang de kracht W door Z gaat en de verticale ontbondenen $\frac{1}{3} W \sqrt{2}$ elkaar opheffen en dus geen moment om Z aanwezig is (behoudens het eigen-

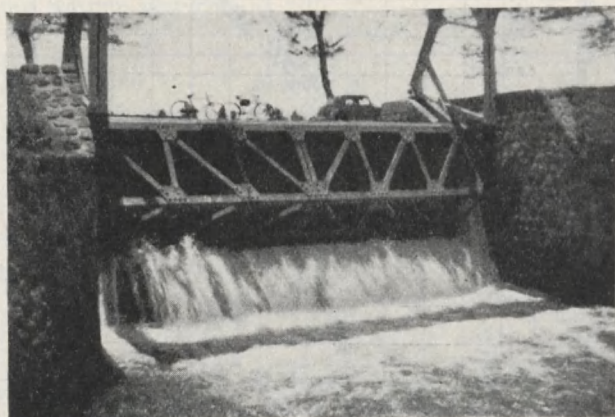
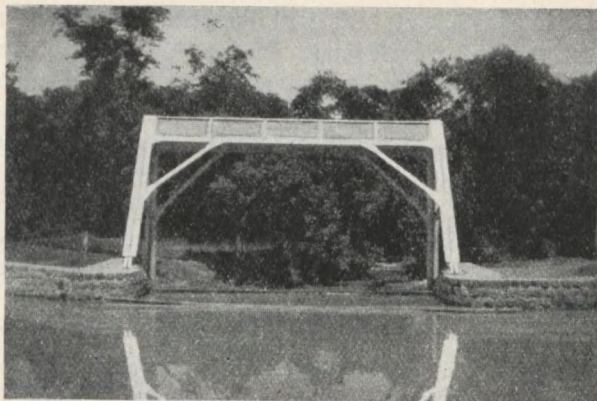
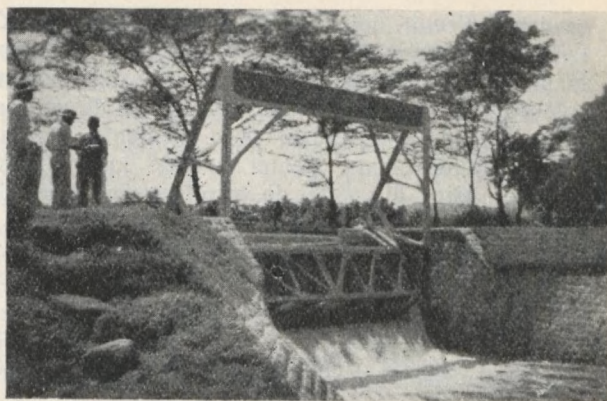


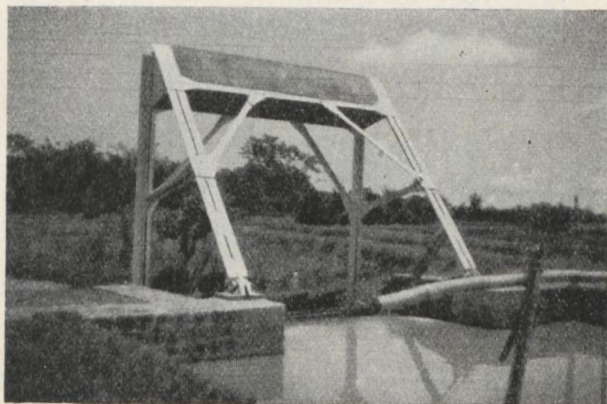
Foto 1. Aslooze stuwklep, van benedenstrooms gezien.



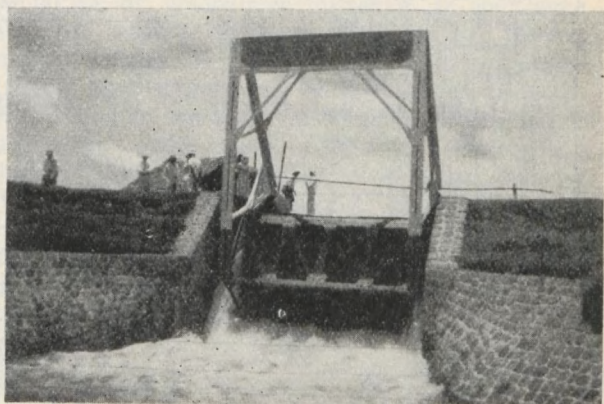
2



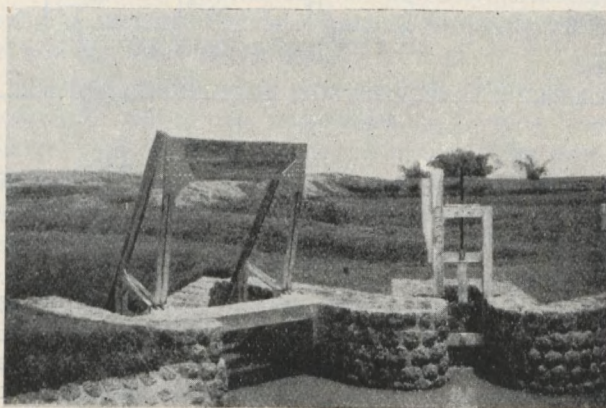
3



4



5



6



7

Foto's 2 t/m 7. Automatische stuwkleppen Tjiwaringin 3de gedeelte.

Boven: breedte 5 m, stuwhoogte 1,38 m.

Midden: „ 3 m, „ 1,71 m.

Onder: „ 1,25 m, „ 0,68 m; afgeronde trommel in verband met hoogen benedenwaterstand.

gewicht). Neemt men voor de verplaatsing langs XZ 1 mm aan, dan zal bij een breedte van 5-m de totale spanning in Z ongeveer in de orde van 3 à 400 kg/cm² oplopen. Bij lagere waterstanden heffen de verticale onthoudenen elkaar niet meer op en heeft inderdaad wel wringing plaats. Echter zal de kracht in XZ geringer zijn, dus ook de verplaatsingen zijn dan minder.

De hoogte van de klep wordt 10 à 15 cm boven stuwpeil aangenomen, om zeker te zijn dat geen overstorting plaats heeft.

Indien zich toch nog vuil tusschen de aanslagen vastzet, is het voldoende om de klep 20 à 30 cm omhoog te brengen door middel van twee dommekrachten, welke op het metselwerk naast de verticale stijlen kunnen worden geplaatst. Hiertoe kunnen aan de verticale stijlen, nabij de bevestiging van de portaalschoor, consôles of ooren aangebracht worden. Voor kleine kleppen is dikwijls het achterover trekken met lieren of takels mogelijk, doch niet eenvoudiger.

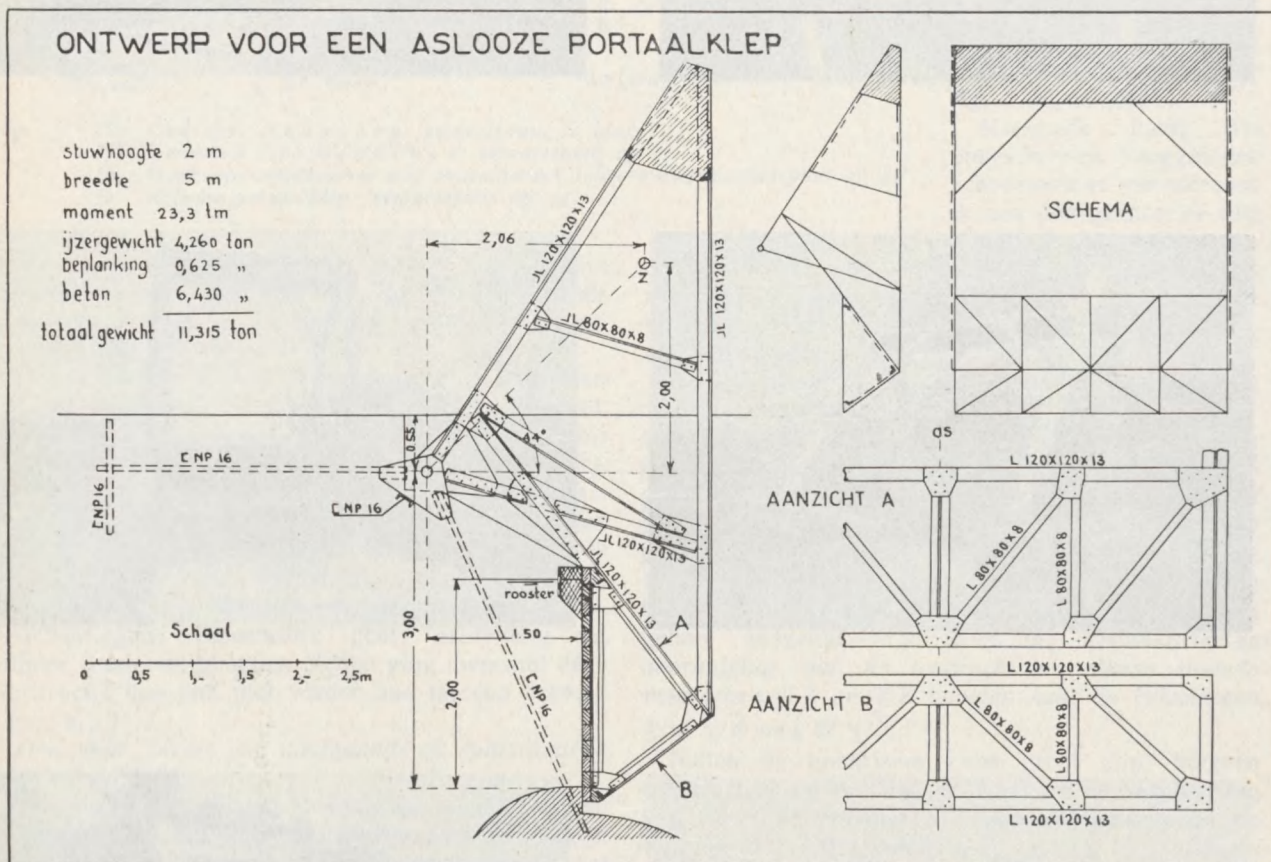
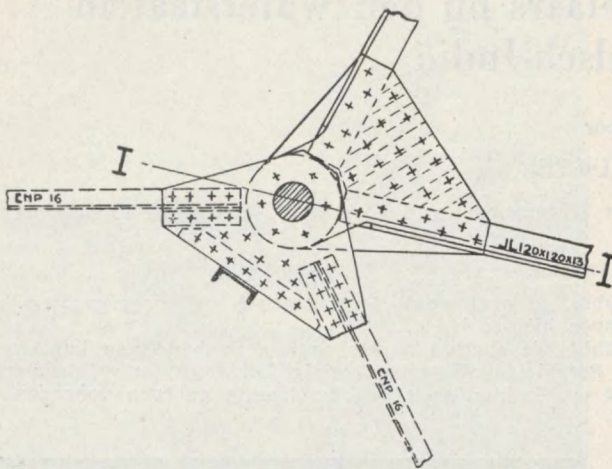


Fig. 7.

Bij kleine afvoeren is de opening van de klep zeer gering en zet zich drijvend vuil af voornamelijk op de zijaanslagen, zoodat de klep zich niet sluiten wil. Om dit te voorkomen, althans aanmerkelijk te verminderen, verdient het aanbeveling om op korten afstand vóór de klep een rooster aan te brengen. Dit rooster behoeft slechts ± 20 à 30 cm in het water te hangen en is met consôles aan de klep bevestigd, zoodat bij het openen van de klep het rooster tevens wordt opgelicht. Het is n.l. gebleken, dat een vast rooster den afvoer te veel belemmert en zeer sterk geconstrueerd moet zijn, terwijl juist bij groote snelheden de klep voldoende openstaat om drijvend vuil door te laten. Afstand en diepte van het rooster zijn zoodanig bepaald, dat bij een opening van ± 15 cm (ter hoogte van het stuwpeil) het rooster boven den waterspiegel komt te liggen. Het rooster heeft slechts enkele mm speling tusschen het metselwerk en is aan de zijanten tot aan de klep doorgetrokken (zie fig. 7).

De scharnieren zijn van zeer eenvoudige constructie en bestaan uit verdikte knoopplaten met een bout uit assenstaal (zie fig. 8). In verband met schokken en wringing is voor de stuikdruk zekerheidshalve slechts 200 kg/cm² stuikspanning toegelaten. De verdikkingen van de knoopplaten zijn met verzonken kop geklonken en glad afgedraaid. Sluitringen werden niet toegepast teneinde de bout niet op moment te belasten. Ook de schuifspanning berekend bij 2-snedige afschuiving van de bout ware niet hoger dan 200 kg/cm² aan te nemen in verband met de onzekerheid betreffende de spanningsverdeling en wringspanning bij draaiing. De grootste scharnierkracht ontstaat wanneer men aanneemt, dat een rond voorwerp zich op stuwhoogte tusschen de zijaanslagen vastzet en geen waterstand aanwezig is. Bijzondere zorg eischt de wijze van verankering van het scharnier en de stabiliteit van de pijlers of landhoofden. Indien zich vuil tusschen de aanslagen vastzet en de voorwaterstand daalt doordat de klep



DOORSNEDE I-I

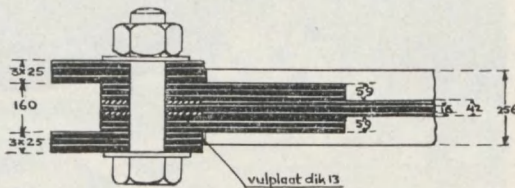


Fig. 8.

te veel lekt, ontstaat wel is waar de grootste scharnierkracht, doch deze is niet maatgevend voor de berekening van de stabiliteit van de landhoofden, omdat een tegendruk op het metselwerk wordt uitgeoefend. Voor de berekening van de stabiliteit neemt men de grootte en richting van de scharnierkracht, welke de resultante is van waterdruk en eigengewicht in gesloten stand (bij stuwpeil).

Het stuwgewicht wordt uitgevoerd als zelfdragende betonbalk. Boven- en onderwapening worden met schroefdraad en moeren in de eindconsôles vastgezet, zoodat moet worden gerekend op een inklemmingsmoment. Hiermede ontstaat een stijf geheel (portaal).

De montage van dit kleptype is zeer eenvoudig. Allereerst wordt het verstijfde schot zuiver op de juiste plaats gesteld, daarna worden de eindconsôles met de scharnieren aangebracht en goed vastgezet

(c.q. de ankers ingebetonneerd). Pas nadat men verzekerd is van een voldoende bevestiging van de scharnieren, kan het stuwgewicht worden gestort.

Bij stuwpeil is er geen druk op de aanslagen, zoodat de kleppen dan beginnen te lekken. Ten onrechte wordt ook het waterverlies, dat ontstaat bij onoordeelkundige exploitatie *boven* stuwpeil als lekkage bestempeld. Het verdient daarom aanbeveling de zijdelingsche inlaten zoo ruim te nemen, dat het exploitatiepeil lager dan stuwpeil kan worden genomen. Bij ruime debieten stijgt het peil dan uiteraard tot stuwpeil.

De aanslagen kunnen worden gemaakt van beton, hout, ijzer, rubber of henneptouw (zie fig. 9). Houten en ijzeren aanslagen zijn moeilijk goed sluitend te maken. Betonnen aanslagen kunnen worden gestort tegen de houten beplanking van de reeds opgestelde klep, doch zijn niet soepel genoeg gebleken indien zich takjes of grashalmen tusschen de aanslagen vastzetten, zoodat de klep blijft kieren. Rubber aanslagen hebben de neiging af te brokkelen tengevolge van beschadiging door harde voorwerpen welke zich tusschen de aanslagen vastklemmen. Het gebruik van reepen oude rubberdrijfriemen (afwisselend canvas en rubber) vastgespijkerd op houten aanslagen is zeer aanbevelenswaardig, doch eischt ook veelvuldige vernieuwing. Dezerzijds zal een proef worden genomen met geïmpregneerd henneptouw tegen ijzeren aanslagen, waarvan de resultaten nog moeten worden afgewacht.

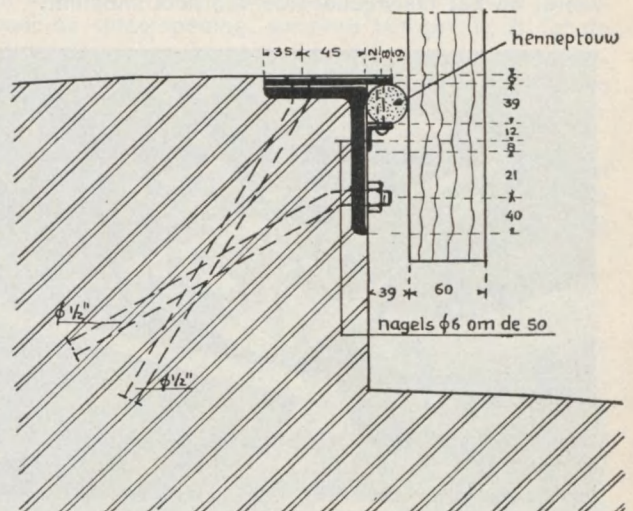


Fig. 9.

Over zelfwerkende peilregelaars bij den Waterstaat in Nederlandsch-Indië

door

ir. H. VLUGTER,

Leider van het Waterloopkundig Laboratorium van het Departement van Verkeer en Waterstaat te Bandoeng.

Korte inhoud.

Na het doel der zelfwerkende stuwinrichting te hebben vermeld wordt een historisch overzicht gegeven van het ontstaan van verschillende typen automatische kleppen hier te lande.

Vervolgens wordt de dynamische werking der verschillende soorten besproken aan de hand van karakteristieken, die proefondervindelijk werden gevonden in het Provinciaal Waterloopkundig Laboratorium te Semarang.

Tenslotte wordt met behulp van de potentiaaltheorie en de impuls wet een berekening gegeven voor den op stuwwand van de klep door het water uitgeoefenden druk.

Inleiding.

Indien de waterspiegel van een kanaal, rivier of meer, ten behoeve van een of ander doel moet worden opgestuwd en bij belangrijken toevoer van water, zonder bediening te vereischen slechts weinig mag stijgen boven dat stuwpeil heeft men een keuze te doen uit:

- een overlaat,
- een automatische stuwklep of
- een hevel.

Een vaste overlaat, al dan niet zijdelings aangebracht, is de eenvoudigste en de meest bedrijfszekere constructie, die men zich denken kan. Daarom wordt deze in den regel toegepast bij reservoirs, waar het vooral op het laatstgenoemde voordeel aankomt.

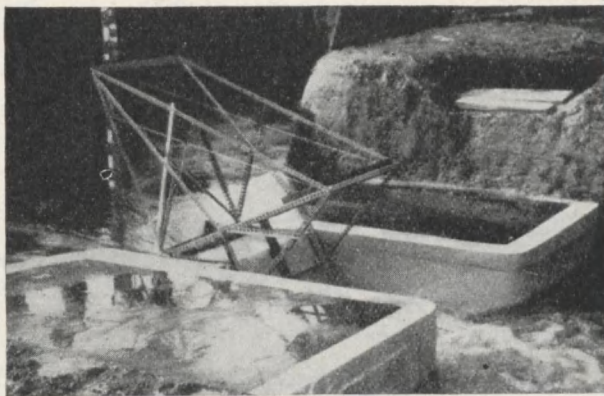


Foto 2. Model schaal 1 : 5 van de sluis Mondoliko. Watersprong bij kleinen afvoer benedenstrooms van de klep.

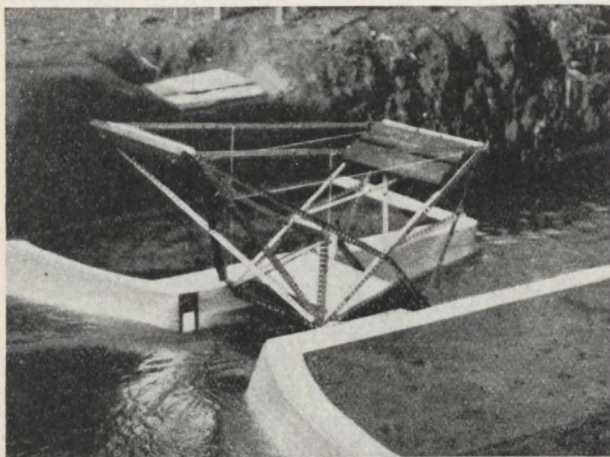


Foto 1. Klep-model van Meccano-onderdeelen vervaardigd en geplaatst in open goot met trompetvormigen uitloop. Het snijpunt der witte kruisdraden geeft de ligging van het zwaartepunt aan.

Is de toelaatbare stijging bij bandjir boven het stuwpeil echter gering, bijv. slechts enkele tientallen centimeters, dan wordt de overlaatlengte groot, waardoor de kosten van het kunstwerk belangrijk toenemen. Behalve dit nadeel kunnen als bezwaren tegen een vaste stuw worden aangevoerd, dat er daarbij geen gelegenheid is tot het spuien van de bovenstrooms neergeslagen vaste stoffen en dat men het peil niet naar believen kan verlagen.

Doet zich één der genoemde bezwaren gelden, dan komen zelfwerkende stuwkleppen dan wel hevels in aanmerking.

In dit artikel zullen alleen de stuwkleppen worden behandeld, waarbij echter buiten beschouwing zullen blijven de constructies met draaipunten onder water. Deze soort stuwen, die in Ned.-Indië slechts zeer zelden zijn toegepast, zullen evenals de hevels in volgende beschouwingen besproken worden.

DE ZELFWERKENDE STUWKLEP MET BOVEN WATER GELEGEN DRAAIPUNT.

Overzicht der verschillende kleptypen.

Aan de hand van de figuren op plaat I zal eerst de geschiedkundige ontwikkeling van deze stuwkleppen worden nagegaan.

Buiten Nederlandsch-Indië worden voor kleppen met draaipunt boven water in den regel z.g. segment-stuwen gebouwd, waarvan fig. 15 op Plaat I een

schematische voorstelling geeft. Blijkens de daarover gepubliceerde ervaring¹⁾ voldoen deze inrichtingen uitstekend, zijn bovendien in verhouding tot andere inrichtingen niet duur en kunnen voor breede openingen en tot groote stuwhoogten worden benut.

1) Zie de literatuuropgaven No's 7, 8 en 9.

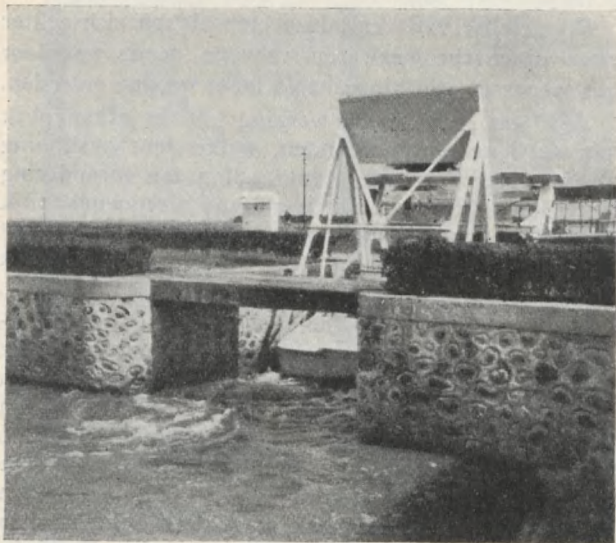


Foto 3. Klepstuw met cirkelvormigen achterwand, ten einde invloed van benedenwater te elimineeren.

Op Java, waar men veel irrigatieleidingen en kleine rivieren aantreft, heeft daarentegen een ander type stuw verbreiding gevonden n.l. de z.g. hangklep²⁾.

Een ontwerp van Ing. Doell voor een dergelijke klep komt reeds voor in het „Handbuch der Ing. Wissenschaften” van 1912 waaruit werd overgenomen fig. 1 op Plaat I.

De constructie bestaat uit een waterkeerenden wand, welke draaibaar is om een as, gelegen verticaal boven dien wand. Om ervoor te zorgen dat de klep gesloten blijft, zoodang het bovenwater beneden stuwpeil staat, is een gewicht G aangebracht, dat een sluitend moment veroorzaakt gelijk aan dat, hetwelk door den waterdruk op de klep wordt uitgeoefend, als het water tot stuwpeil-hoogte is gestegen. Dus $W \cdot a = G \cdot b$. Bovendien is een ballast B aangebracht loodrecht boven het draaipunt, die dus bij gesloten stand van de klep geen sluitend moment oplevert, maar ten doel heeft het openen van de klep te bevorderen zoodra er afvoer plaats heeft.

In het jaar 1921 verscheen in *De Waterstaatsingenieur* No. 9 een artikel van de hand van ir. A. J. Beauchez, waarin een klep wordt aanbevolen van de gedaante als fig. 2 aangeeft. Hoewel Beauchez destijds geen kennis droeg van het bestaan van de klep van Doell, is het principe van zijn constructie volkomen daaraan gelijk. Alleen ontbreekt de bovenballast, waarvan het gevolg is dat deze klep bij eenigen afvoer belangrijke opstuwing zal veroorzaken.

In sommige gevallen is zulks geen bezwaar, maar bij vele van de toepassingen, die er zijn tot stand

2) In literatuuropgave No. 10 vindt men zelfs ten onrechte vermeld: „In den regenreichen Gegenden Javas werden für die Bewässerung der Reisfelder Wehre verwendet, welche nicht immer in befriedigender Weise alle Forderungen gerecht werden.

Von Ranke ist zu dem Ergebnis gekommen dass unter den selbsttätig wirkenden Wehren dem nach einem holländischen Ingenieur Beauchez genannten der Vorzug gebührt. Vergleichsberechnungen haben gezeigt dass dieses Stauklappenwehr in der Herstellung nicht teurer kommt als Schütztafelwehre mit den zugehörigen Windwerken.”

gekomen, is dit nadeel zoo hinderlijk geweest, dat het resultaat in het algemeen niet gunstig werd beoordeeld en de verbreiding van de zelfwerkende hangklep langen tijd in den weg heeft gestaan.

In 1925 heeft ir. C. H. Kleyn in *De Waterstaatsingenieur* No. 6 er de aandacht op gevestigd, dat het gewicht van den stuwwand bij het type Doell-Beauchez, ook wel aangeduid als driehoektype, loodrecht ligt onder het draaipunt en dus geen sluitend moment oplevert. Dit werd oneconomisch genoemd en daarom stelde deze schrijver het z.g. haaktype voor (fig. 3, Plaat I). Hierbij draagt het gewicht van den stuwwand wel bij tot het vereischte sluitende moment en dus zal het totale gewicht van het haaktype minder bedragen dan dat van het driehoektype.

Bovendien werd door ir. Kleyn in hetzelfde artikel nog een ander soort klep voorgesteld (fig. 9, Plaat I). Bij deze constructie zijn er twee waterkeerende wanden, waarvan de eene verticaal en de andere cirkelvormig is. In de voorste loodrechte wand is een spleetvormige opening nabij den bodem aangebracht, waardoor er water in de ruimte tusschen de beide wanden kan komen. De as waarom deze klep draait ligt niet in het middelpunt van den cirkelvormigen wand, maar op geringen afstand daarboven, waardoor het openende moment tengevolge van den waterdruk klein is. Dientengevolge zal ook het sluitende moment, veroorzaakt door het eigen gewicht van de klep, gering behoeven te zijn. Gaat de klep een weinig open, dan daalt het water in den bak overeenkomstig de piëzometrische hoogte voor de spleetopening, waarvan het gevolg is dat de klep wijd open gaat en den afvoer niet belemmert. De hydrodynamische werking van deze ingenieuze constructie zal verderop in dit artikel nog ter sprake worden gebracht.

In *De Waterstaatsingenieur* 1926 No. 9 werd door ir. S. H. A. Begemann geschreven over de ontwikkeling van de automatische stuwkleppen in de sectie Modjokerto.

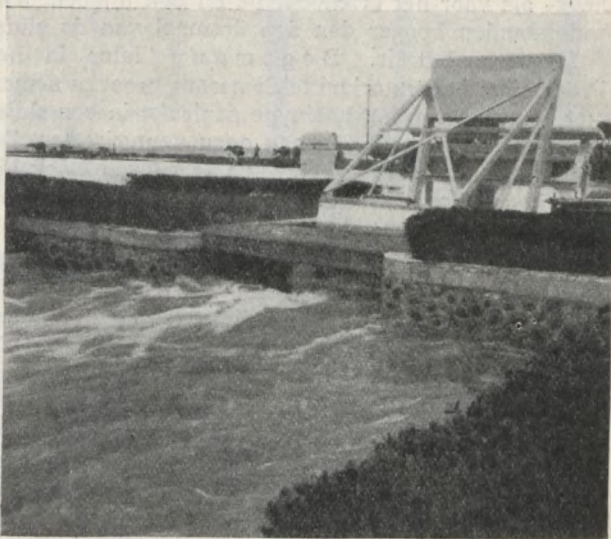


Foto 4. Proefkunstwerk Mondoliko, nadat de oorspronkelijk gebouwde gewapend beton klep was vervangen door een ijzeren met cirkelvormigen achterwand.

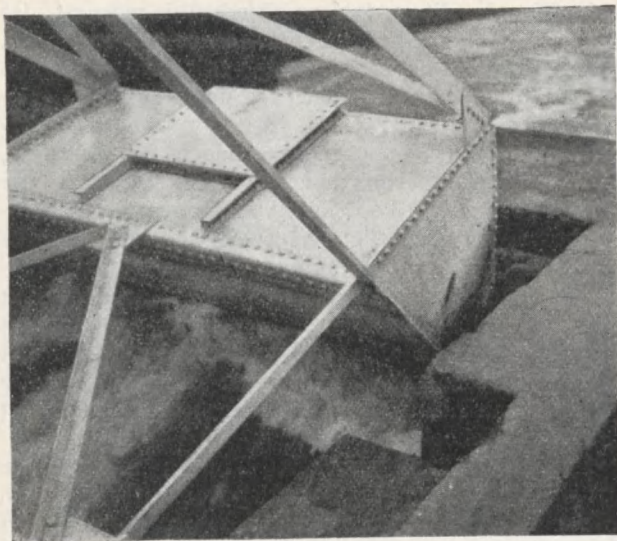


Foto 5. Detailopname van de waterdichte doos met cirkelvormigen achterwand bij grooten waterafvoer.

In de eerste plaats gaf deze schrijver aan, dat de zware kokeras-constructie, welke ir. Beauchez nodig achtte, ondervangen kan worden door van de klep een ruimte-vakwerk te maken. Voorts vond ir. Begemann het noodzakelijk dat er bij iedere klep een windwerk aangebracht wordt, waardoor het mogelijk is de klep op ieder willekeurig tijdstip te openen, wat bijvoorbeeld gewenscht is, als er drijvend vuil tusschen de aanslag en de klep bekneld mocht zijn geraakt, als men de aanslagen wil vernieuwen of periodiek met de klep wil spuien.

Verder werden door ir. Begemann eenige te Modjosari genomen proeven met modellen beschreven, welke ten doel hadden vast te stellen hoe groot de verticaal boven het draaipunt aan te brengen ballast moet zijn, opdat de klep bij een bepaalde afvoer slechts weinig opstuwing zal veroorzaken (fig. 4, Plaat I). Dit geschiedde zoowel voor het haak- als voor het driehoektype en ook bij benedenwaterstanden hooger dan den drempel van de sluis.

Tenslotte liet ir. Begemann later in het Provinciaal Laboratorium te Semarang proeven nemen met een klep van het haaktype geplaatst in een sluis, die den vorm had van een open venturimeter. De bedoeling daarvan was om na te gaan, of ook bij zeer hooge benedenwaterstanden deze soort kleppen toepassing zouden kunnen vinden.

Het resultaat was hydraulisch gesproken niet slecht. Door de groote snelheid van het water in de keeldoorsnede gaat de klep, die wel voorzien moet zijn van veel bovenballast, ver open, zoover, dat de onderkant van den stuwwand vrij blijft van het benedenwater (zie foto No. 1). Bij kleinere afvoeren schiet het water met groote snelheid onder de klep door en er ontstaat een watersprong benedenstrooms van het ondereinde der klep, waardoor dan de voet van de klep vrij blijft van het benedenwater (zie foto No. 2). Als gevolg van deze waarnemingen is er een proefklep op ware grootte gebouwd in één der afvoeren van het Oost-Semarangplan, de kali Mondoliko (fig. 7, Plaat I).

Bij de observatie van deze klep bleken zich echter twee praktische bezwaren voor te doen, waardoor het toepassen van dit principe moet worden ontraden.

Zoo was een goede werking te zeer afhankelijk van de benedenwaterstanden, welke door opslibbing of dichtgroeien van de afvoerleiding aan verandering onderhevig zijn en kon drijvend vuil niet gemakkelijk genoeg afgevoerd worden. Voor dit laatste is het noodig dat de klep achter tegen het kunstwerk aanslaat en zich niet tusschen leimuren beweegt.

Behalve deze ondervindingen werd bij het proef-kunstwerk Mondoliko de ervaring opgedaan, dat gewapend beton voor de kleppen zelf geen geschikt materiaal is. Ten eerste is daarbij het gewicht van den stuwwand reeds zoo groot, dat het moeilijkheden geeft het zwaartepunt van de geheele constructie voldoende hoog te krijgen. Ten tweede omdat men de gewichten niet gemakkelijk naar believen kan regelen en de kleppen onhandelbaar worden. Tenslotte nog omdat het storten, hetgeen op de plaats moet geschieden tamelijk lastig is en de beweegbare constructie licht aan beschadiging bloot staat.

De hiervoren genoemde waterloopkundige bezwaren hebben mij er toe geleid den invloed van een aanwezigen hoogen benedenwaterstand op andere wijze te ontgaan, n.l. door aan een klep van het haaktype een cirkelvormigen achterwand te geven, waarvan het middelpunt samenvalt met het draaipunt (zie fig. 8, Plaat I en de foto's No. 3, 4, 5, 6 en 7). De resultante van de benedenwaterdrukken gaat dan steeds door het draaipunt en oefent dus geen moment op de klep uit. De bak tusschen den verticalen stuwwand en het cirkelvormige achtervlak dient waterdicht te worden geconstrueerd en bovendien zoo licht mogelijk te zijn, opdat het zwaartepunt van de klep hoog kan komen te liggen. De hydraulische werking van deze klep, welke met behulp van modellen werd nagegaan, was nog iets gunstiger dan die van het haaktype waarbij een stort aanwezig is, zooals nog nader zal blijken.

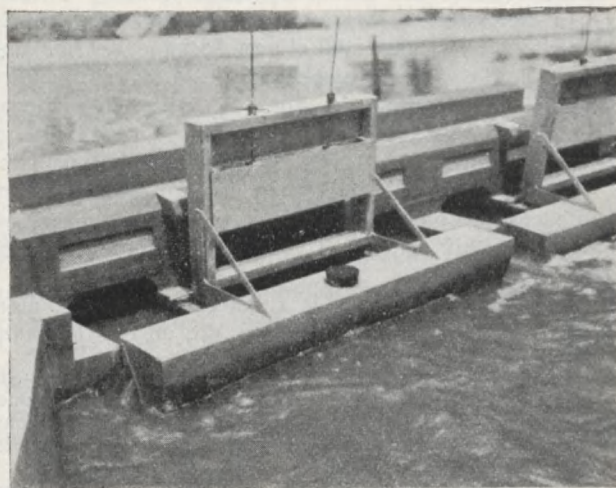
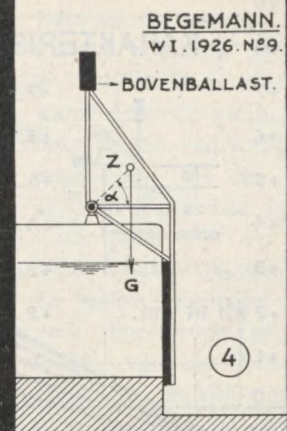
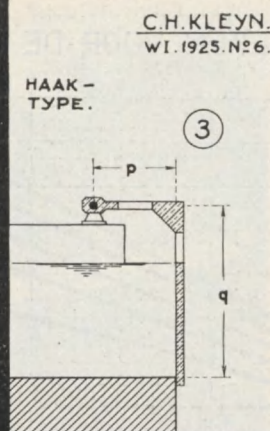
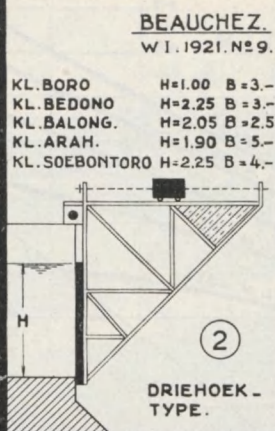
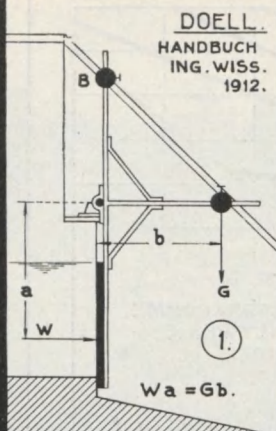
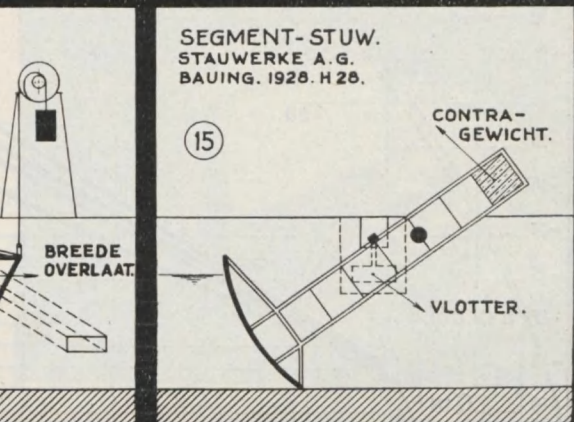
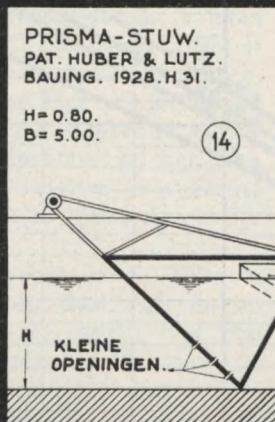
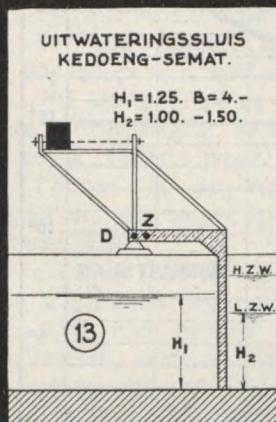
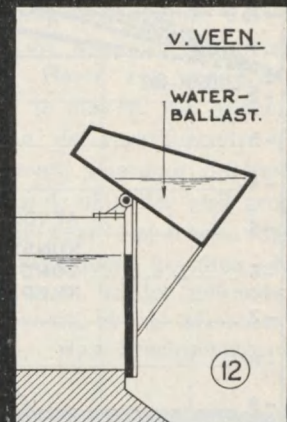
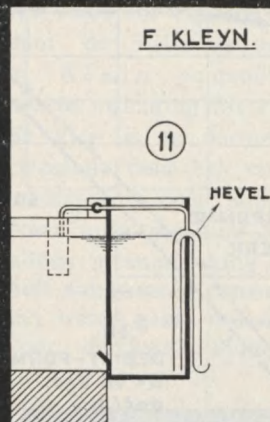
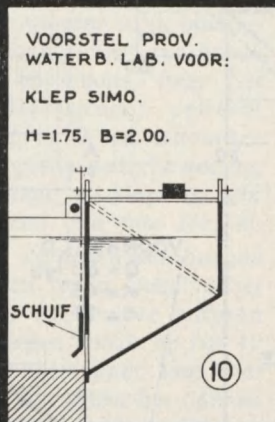
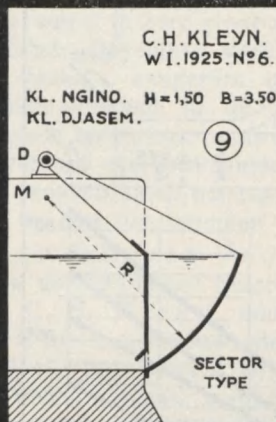
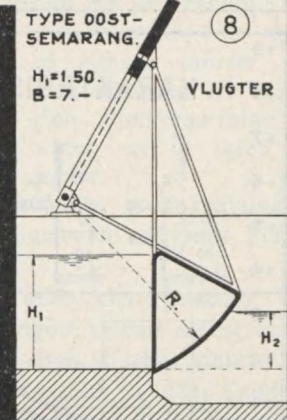
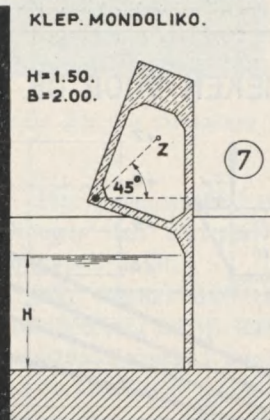
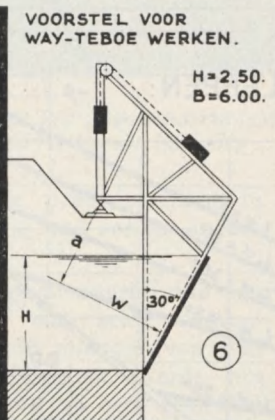
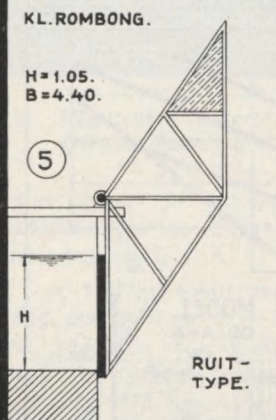
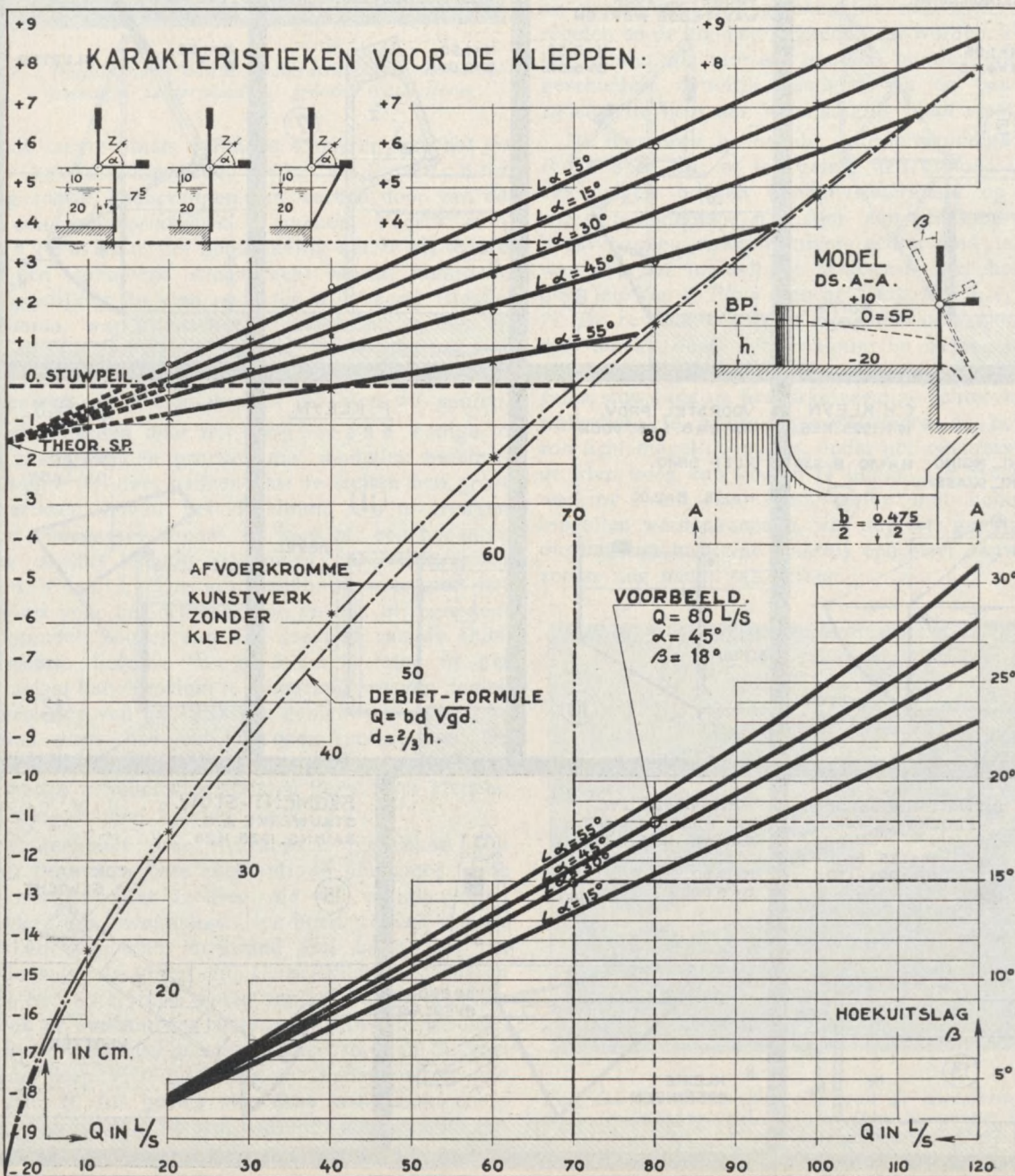
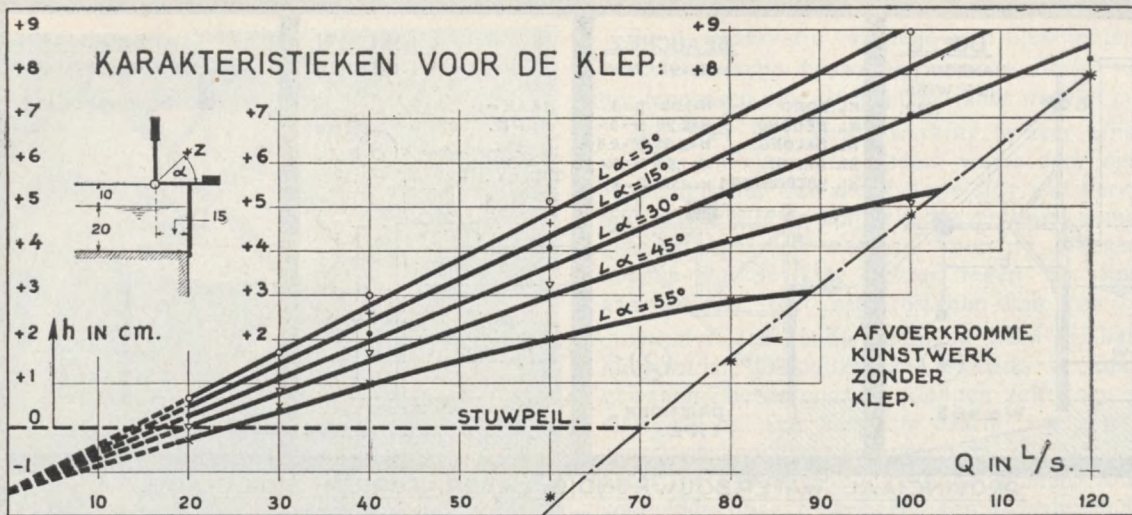


Foto 6. Model schaal 1 : 10 van de automatische stuwkleppen voor het plan Oost-Semarang. De draaipunten aan de beide spanten bevestigd zijn geplaatst op pijlers. Het doosvormige stuwlichaam kraagt aan beide zijden 1,75 m uit.



PROVINCIAAL WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM SEMARANG.





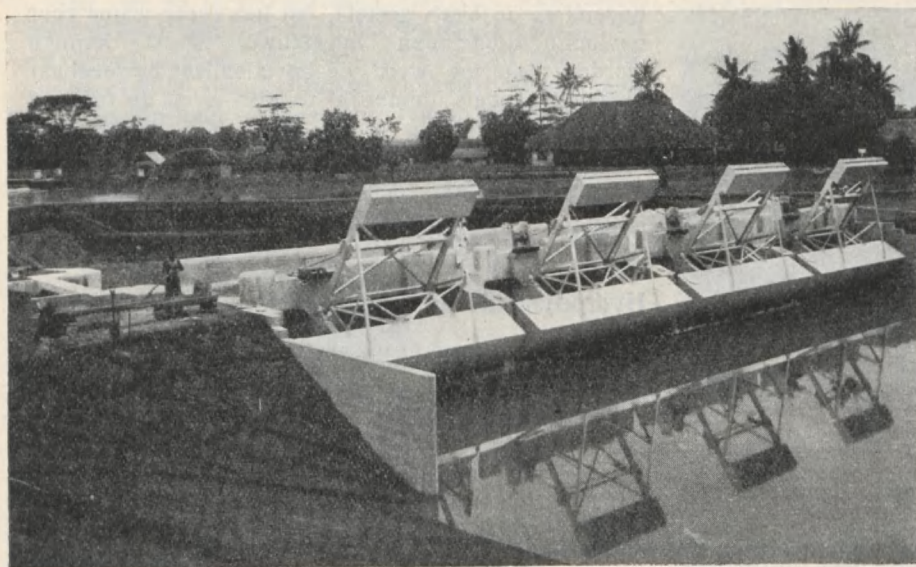


Foto 7. Klepstuw Wonokerto aan het Prauwvaartkanaal langs den weg Semarang-Demak. Stuwhoogte 1,50 m. Breedte per klep 7 m.

Behalve de reeds genoemde proeven zijn er in het Laboratorium te Semarang nog eenige andere kleptypen beproefd.

Fig. 6 op *Plaat I* toont een geval waarbij aan den stuwwand een helling van 30° naar achteren werd gegeven, teneinde het openende moment van den waterdruk te verminderen. Hierdoor wordt het eigen gewicht van deze klep, dat bij een verticalen stuwwand voor een stuwhoogte van 2,5 m en een breedte van 6 m zeer groot zou moeten zijn, belangrijk kleiner. Bovendien wordt constructief een goede vorm bereikt, aangezien op de plaats waar het maximum moment in de klepconstructie optreedt een groote balkhoogte aanwezig is. Werde aanvankelijk gevreesd voor een minder goede waterbeweging, bij de proeven bleek het tegendeel; de klep lag zeer rustig op den uitstortenden straal (zie *foto No. 8*).

Door ir. F. M. van Veen werd, om den hoogen opbouw dien de boven besproken typen, behalve het patent C. H. Kleyn, noodig hebben, te ontgaan een klep met waterballast ontworpen zooals op *fig. 12* van *Plaat I* is afgebeeld. Bij eenig openen loopt het water in den bak naar voren en bevordert het openen van de klep. Hetzelfde principe dus als in Europa reeds toegepast is door een ballast-gewicht te laten rollen over een gebogen baan. Een waterballast is echter goedkoper en laat zich gemakkelijker wegnemen. Bij de beproeving van het model bleek, tegen de verwachting in, de klep niet méér te slingeren dan de andere typen. Nochtans zal het geen kwaad kunnen in den bak schotten met kleine openingen aan te brengen, zooals te doen gebruikelijk bij waterballasten.

Een vernuftig idee leverde voorts ir. F. Klein met de constructie weergegeven door *fig. 11* op *Plaat I*. Ook hier hebben we te maken met een waterballastbak, maar nu laaggelegen, die door een kleine opening in verbinding staat met het bovenwater. Stijgt het water boven stuwpeil dan slaat een hevel, die in den bak geplaatst is, aan en doet den

waterstand daarin dalen tot een zoodanig peil, dat er eenzelfde hoeveelheid water door de kleine opening in den voorwand binnenstroomt als de hevel afvoert. Zakt het bovenwater door het op deze wijze „lichter maken van de ballast” beneden stuwpeil, dan wordt er door middel van een buis, uitmondende in een put, die in verbinding staat met het bovenwater, lucht in den kop van de hevelbuis gezogen, waardoor deze afslaat, of althans minder water gaat afvoeren. De bak vult zich diensgevolge met water en de klep sluit weder.

Het bovenwater kan dus door deze regeling niet hooger dan stuwpeil stijgen en evenmin beneden stuwpeil dalen.

Het model dat van deze klep gemaakt werd, voldeed aan de verwachtingen, slechts moest er voor worden gezorgd, dat de buis die het afslaan moet bewerkstellingen, voldoende ruim is, daar anders de hevel met een water-lucht-mengsel blijft doorwerken. Het verdient daarom weinig aanbeveling deze buis door de holle as van de klep te leiden zooals ir. Klein voorstelde. Beter zal het zijn een aparte inrichting hiervoor te maken. Als nadeel van de klep is te vermelden de voortdurende water-circulatie door bak en hevel, waardoor de kans op verstopping door slib, zand of ander vuil groot is. Naar mijn meening komt deze constructie daarom alleen in aanmerking in bijzondere gevallen als het peil nauwkeurig constant moet worden gehouden en het water geen vuil meevoert, zooals bij reservoirs voor drinkwaterleidingen, waterkrachtwerken enz.

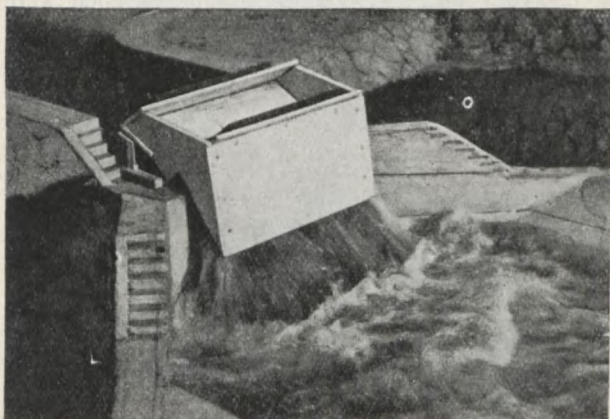


Foto 8. Klep-model met stuwwand onder 30° , werkend bij maximum-afvoer.

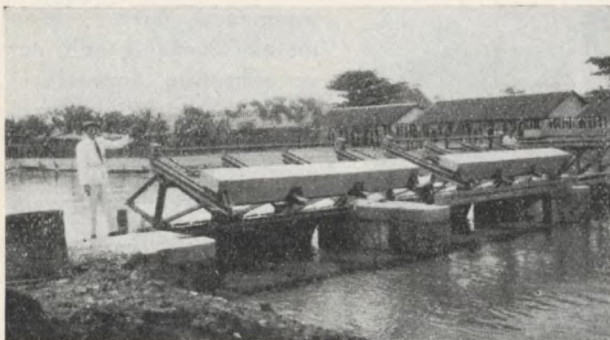


Foto 9. Uitwateringssluis bij Kedoeng-Semat. Ballast naar voren geschoven, waardoor constructie nagenoeg in indifferent evenwicht.

Voor de irrigatiepraktijk zullen ze in den regel niet bruikbaar zijn.

Vermelding verdient voorts nog het patent H u b e r en L u t z, schematisch geteekend op fig. 14, Plaat I. Het eigen gewicht van de klep wordt hier in iederen stand uitgebalanceerd door een excentrisch opgehangen tegengewicht. Het stuwlichaam, dat zich bewegen kan tusschen twee leimuren, heeft den vorm van een prisma.

Het water, dat door kleine openingen in dezen prismavormigen bak kan stroomen, wordt nagenoeg op een constant peil gehouden door breede zijdeling-sche overlaten in de leimuren. Stijgt het bovenwater, dan ontstaat er een niveauverschil tusschen buiten- en binnenwater, waardoor de klep geopend wordt. Ter wille van de volledigheid werd deze constructie genoemd. Zij zal echter om veelvuldige toepassing te vinden wel te ingewikkeld blijken.

Tenslotte wordt de aandacht gevestigd op de uitwateringssluizen Kedoeng-Semat, (zie fig. 13, Plaat I en de foto's No. 9 en 10).

In dit geval moesten z.g. terugslagkleppen worden ontworpen om hoog zeewater te keeren. Willen dergelijke soort kleppen gevoelig zijn, dan dienen zij ten naaste bij in indifferent evenwicht te verkeer-en, m.a.w. het zwaartepunt dient ongeveer samen te vallen met het draaipunt. Het beste is het, als het iets bovenstrooms onder het draaipunt ligt, in welk geval de klep bij geen afvoer reeds een weinig openstaat. Voor de kleppen bij Kedoeng-Semat werd

bovendien de eisch gesteld, dat het zoete water voor bevoeiingsdoeleinden opgestuwd moest kunnen worden. Daartoe werd de bovenballast beweegbaar gemaakt, zooals duidelijk te zien is op de foto's 9 en 10.

Hoewel deze kleppen niet geheel automatisch zijn, waartoe immers een cirkelvormige achterwand noodig zou zijn geweest, voldoen zij volgens bekomen inlichtingen, wel.

Hydrodynamische werking der diverse kleptypen.

Na het zoo juist gegeven overzicht van hetgeen op Java werd gedaan voor de ontwikkeling van de hangklep, zal iets dieper worden ingegaan op de hydrodynamische werking der verschillende typen. Deze loopt namelijk zoo sterk uiteen, dat het noodzakelijk is, dat men zich voor het opmaken van een project op de hoogte stelt van het gedrag van iedere klep in het bijzonder.

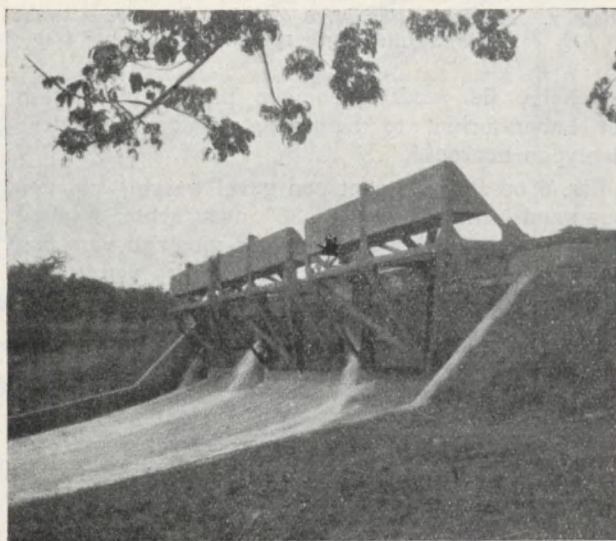


Foto 11. Stuwkleppen van het ruittype bij Rombong (Sectie Koedoes).

Men kan dit theoretisch doen dan wel empirisch. De laatste methode, met behulp van modellen uitgevoerd, geeft zeker het beste en volledigste inzicht in de werking der kleppen. Men kan dan de resultaten dier proefnemingen vastleggen in de z.g. karakteristiek, dat is een lijn, die het verband aangeeft tusschen den bovenwaterstand en het doorstroomende debiet. Met behulp van dergelijke lijnen kan men dus zien, hoeveel opstuwing een klep veroorzaakt bij een bepaalden afvoer. Op plaat II zijn eenige van dergelijke krommen voor driehoek- en haaktypen geteekend, welke experimenteel werden gevonden in het Provinciaal Waterloorkundig Laboratorium te Semarang. Aangezien op deze proeven de modelwet van Froude toegepast mag worden, kan met behulp van deze karakteristieken op eenvoudige wijze voor te bouwen kleppen de te verwachten opstuwing worden berekend. Men gaat daarbij als volgt te werk.

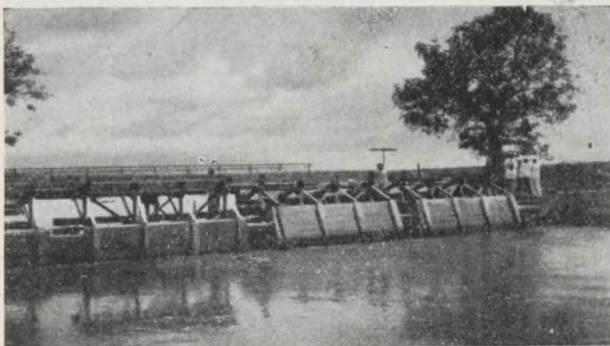


Foto 10. Kleppen Kedoeng-Semat van benedenstrooms gezien. Stuwwand van gewapend beton, opbouw van ijzer.

Stel dat de te projecteeren klep een stuwhoogte moet krijgen van 2,00 m en dat bij een te verwachten maximum afvoer van 36,5 m³/sec de opstuwing slechts 0,40 m mag bedragen. Vanzelfsprekend moet om economische redenen de eisch gesteld worden dat de klep bij het maximum debiet den afvoer in het geheel niet belemmert ³⁾.

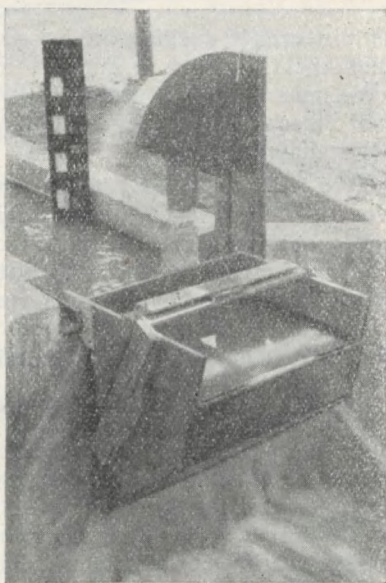


Foto 12. Model klep Simo (patent K l e i j n) bij kleinen afvoer.

In dit geval zal dus bij een waterstand van 2,00 + 0,40 = 2,40 m boven den drempel van de sluis, de afvoer per m breedte bedragen $q = md \sqrt{gd}$, waarin $d = \frac{2}{3}(h + k) = \frac{2}{3}\left(h + \frac{v_0^2}{2g}\right)$ en m bij goede afrondingen aan de voorzijde van het kunstwerk en bij een sluisokerlengte van ongeveer 2 h gelijk aan 1,00 is.

Dus $q = 1,6 \sqrt{16} = 6,4$ m³/sec.

De breedte van de sluis wordt dus $\frac{36,5}{6,4} = 5,70$ m.

Hieruit volgt, dat de hoogteschaal n van ons model volgens *Plaat II* bedraagt $\frac{200}{20} = 10$

en de breedteschaal $m = \frac{570}{47,5} = 12$.

3) Dit is zeer wel mogelijk, hoewel ten deele in tegenspraak met het ondervolgende voorkomende in de literatuuropgave No. 7: „Hängeklappen dürften sich für kleine und mittlere Durchflussflächen eignen, doch wird eine genaue Regelung des Oberwasserspiegels ohne besonderen Eigengewichtsausgleich kaum möglich sein. Überdies haben alle Hängeklappen den Nachteil, dass sie das Durchflussprofil nicht vollständig freigeben und sind deshalb nur in beschränktem Masse anwendbar. Eine genauere Funktion der Hängeklappen kann durch Mithilfe eines Gegengewichtes erzielt werden, welches auf einer errechneten Kurvenbahn läuft“.

Het maximum debiet komt dus overeen met $\frac{Q}{m n^{\frac{3}{2}}} = \frac{36500}{12 \times 10^{\frac{3}{2}}} = 96$ l/sec bij het model.

Beschouwen we nu weder de karakteristieken onderaan *Plaat II*, dan zien we uit de lijn, die de debietformule $Q = bd\sqrt{gd}$ voorstelt, dat inderdaad ongeveer 96 l/sec afgevoerd wordt bij 4 cm (in werkelijkheid 40 cm) boven stuwpeil en dat een klep, waarvan het zwaartepunt ligt op een lijn door het draaipunt, die een hoek van 45° maakt met de horizontaal, juist geen opstuwing veroorzaakt. Had die hoek slechts 30° bedragen, dan zou een extra-opstuwing van 15 cm het gevolg zijn geweest; en bij een hoek van 15° zou het peil bij den maximum afvoer 66 cm boven stuwpeil zijn gestegen. Ook kan met behulp van deze karakteristieken natuurlijk zeer eenvoudig de waterstand bij een willekeurig debiet bepaald worden. Opgemerkt moet nog worden, dat voor het gebruik maken van de gegeven karakteristieken geometrische gelijkvormigheid betracht dient te worden wat betreft de ligging van het draaipunt. Strikt genomen moet het draaipunt dus de helft van de stuwhoogte boven het stuwpeil liggen. Is dit om de een of andere reden niet precies mogelijk, dan kan een correctie ingevoerd worden. Daarbij moet er rekening mede gehouden worden, dat hoe lager het draaipunt ligt, hoe gevoeliger de klep zal

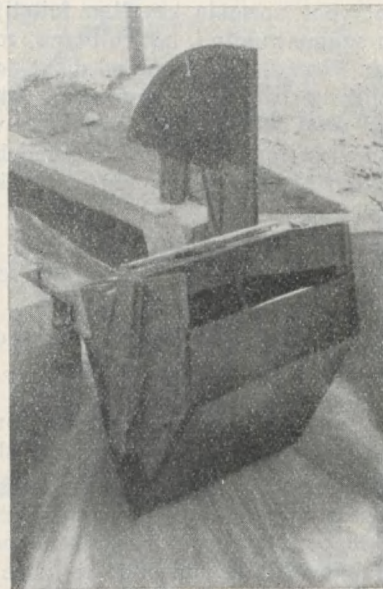


Foto 13. Model klep Simo bij grooten afvoer.

zijn, dus hoe minder opstuwing zij teweeg brengt. Iets dergelijks is het geval voor een afwijking in horizontalen zin. Hoe meer het draaipunt naar bovenstrooms wordt geplaatst bij het haaktype, hoe ongevoeliger de klep wordt. Dit ziet men tot uiting komen in de karakteristieken bovenaan *Plaat II* in vergelijking tot die onderaan op diezelfde tekening. Voor een verhouding van de armen van den haak van 1 op 4 is het verschil echter nog zoo gering, dat voor een dergelijke klep wel dezelfde karakteris-

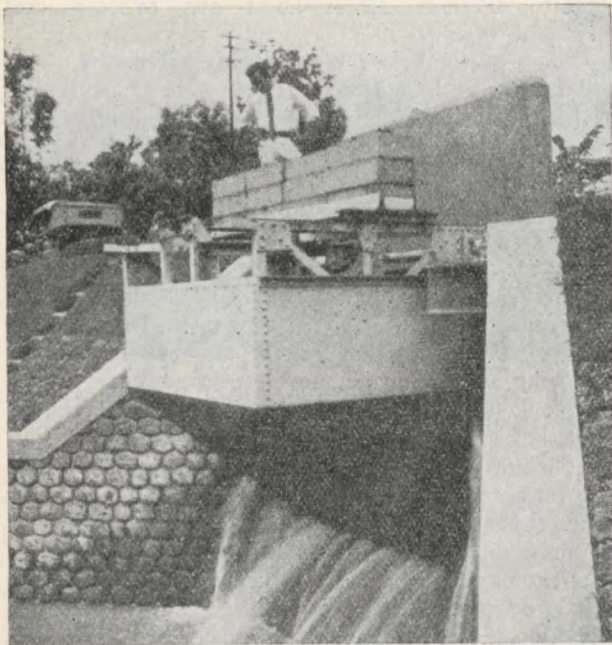


Foto 14. Klep Simo in Goenoengsarileiding bij Soerabaja.

tieken gebruikt mogen worden als voor die, waarbij het draaipunt verticaal boven den stuwwand ligt.

De gegeven karakteristieken aandachtig beschouwende komt voor normale gevallen feitelijk slechts één type in aanmerking n.l. het ruit-type, voorgesteld op fig. 5 van *Plaat I*. De stuwwand dient daarbij zoo licht mogelijk te worden uitgevoerd, teneinde het zwaartepunt van de geheele constructie voldoende hoog te kunnen krijgen. Het beste leent zich hiervoor wel een houten beplanking op een vakwerkconstructie van ijzer.

In dezen vorm zijn reeds verschillende stuwkleppen gebouwd, o.a. die te Rombong, waarvan de *foto No. 11*, een beeld geeft.

De bovenballast is gecombineerd met de achterballast en wordt zoo hoog aangebracht, dat het zwaartepunt de vereischte ligging heeft. Met een dergelijke constructie kunnen openingen tot 10 m en meer desnoods door één klep worden afgesloten.

Voor opzetinrichtingen in hoofd- en secundaire leidingen, waar meestal een stort aanwezig is, zijn dit soort kleppen bijzonder geschikt, vooral indien als aftap-meetinrichtingen voor de tertiaire leidingen regelbare meetoverlaten volgens ontwerp van ir. D. G. Romijn worden gebezigd, die zooals bekend, betrekkelijk „gevoelig” zijn.

Men kan de gevoeligheid der stuwwinrichting dan aanpassen aan die van de aftapping door de ligging van het zwaartepunt goed te kiezen. Heeft men te maken met een breede hoofdleiding, dan komt ook een combinatie van een vasten overlaat met een stuwklep als opzetinrichting in aanmerking, eventueel kan een schuine overlaat met een kleine automatische klep worden toegepast.

Op één bijzonderheid in het gedrag van deze kleppen dient nog de aandacht gevestigd te worden. De karakteristieken op *Plaat II* zijn voor de kleine

debieten gestippeld geteekend. Dit werd gedaan omdat bij de proeven met de modellen een stationnaire toestand in dit gebied niet optrad. De klep ging namelijk open als het water tot stuwpeil-hoogte was gestegen. Bij toevoer van kleine debieten zakte dan het niveau bovenstrooms tot ruim 1 cm onder stuwpeil, waarna de klep zich sloot, om pas als het water wederom tot stuwpeil was gekomen zich weer te openen.

Deze intermitterende werking, die ook aan kleppen in de werkelijkheid, zij het in mindere mate werd geconstateerd, moet verklaard worden uit de mogelijkheid van verschillende statische en dynamische evenwichtstoestanden.

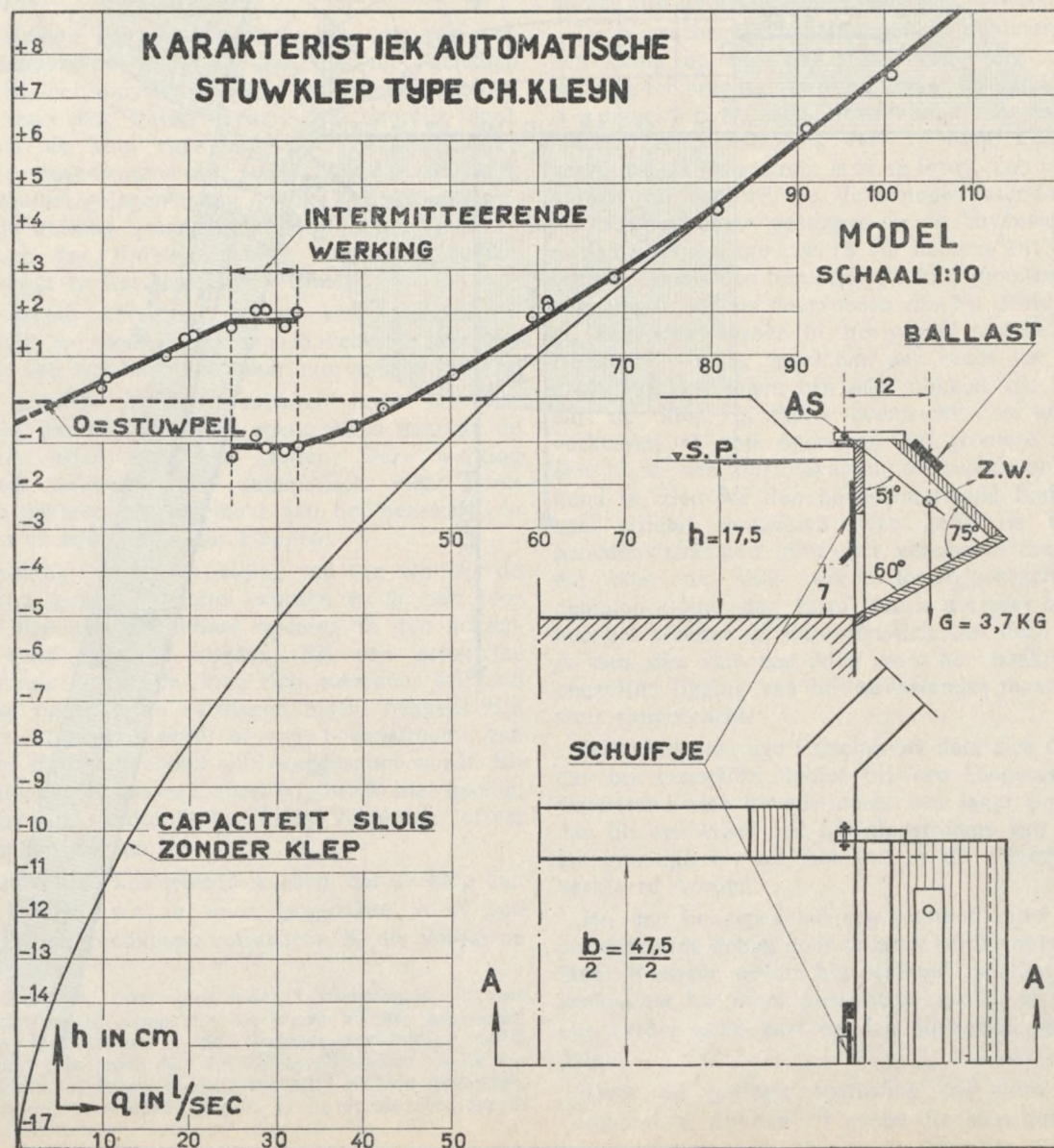
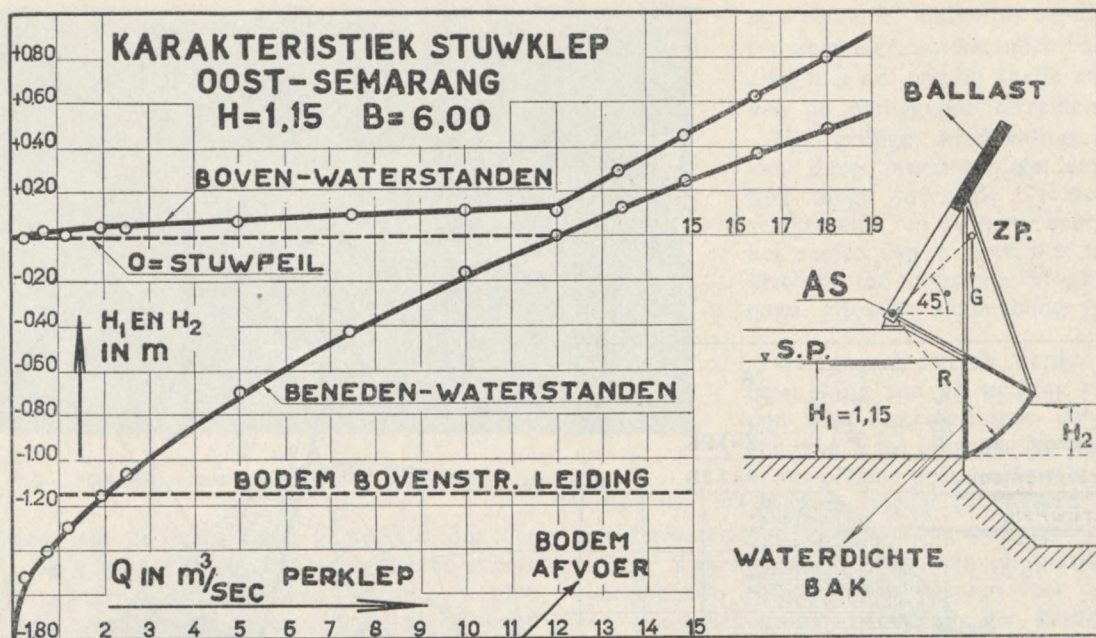
Geconstateerd werd overigens, dat het verschijnsel zich in veel geringer mate voordoet, indien de gewone aanslagen vervangen worden door afdichtingen met een scherp kant. Het laatste is in de praktijk bezwaarlijk uitvoerbaar, maar men kan er wel voor zorgdragen, dat de aanslagen zoo smal mogelijk, bijv. ten hoogste 5 cm breed, worden gemaakt.

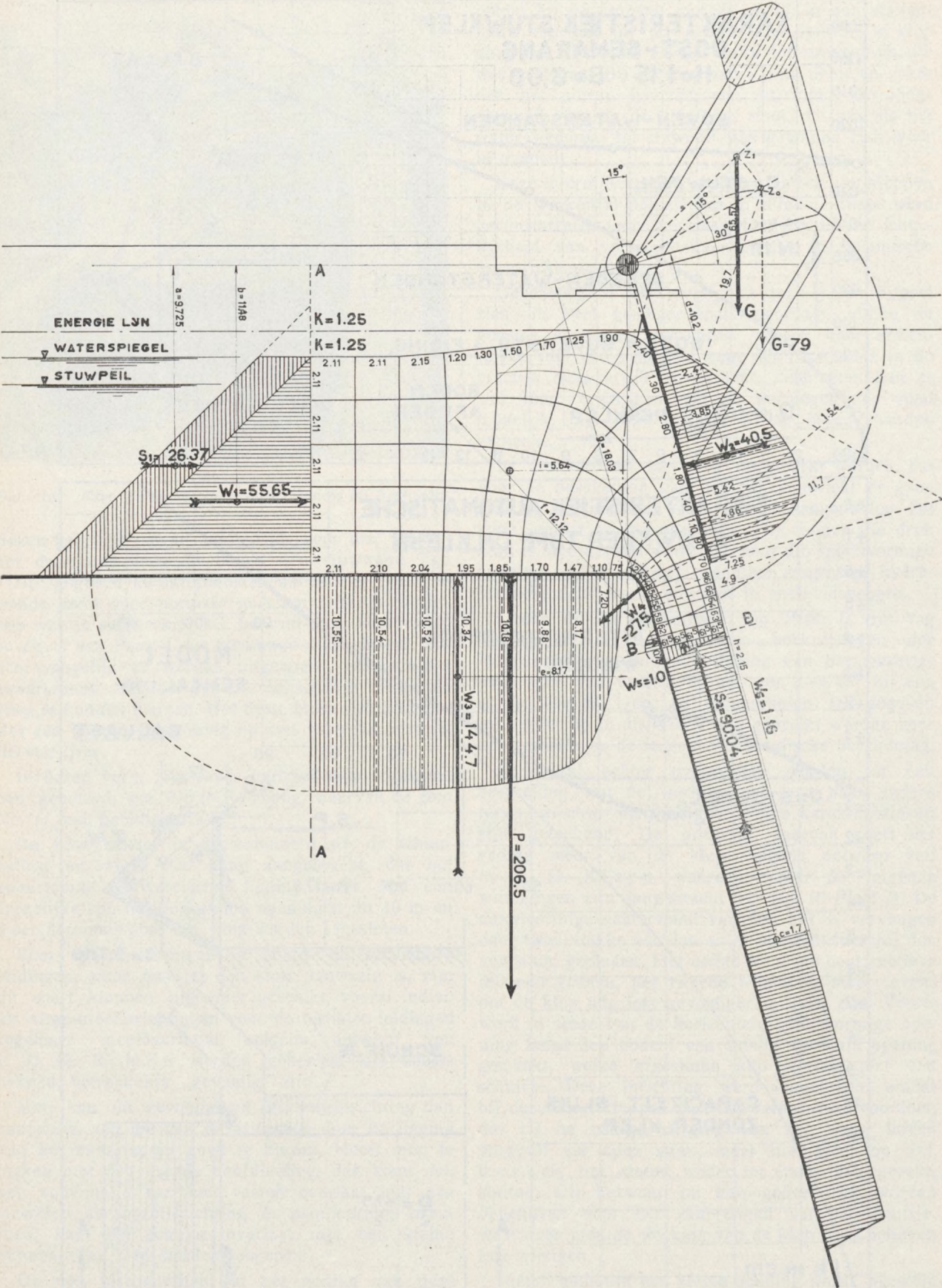
In dit verband kan nog opgemerkt worden, dat voor de berekening van het ballastgewicht er geen druk op de aanslagen moet worden aangenomen. Dit komt, omdat op het oogenblik van openen die druk nihil is, doordat het water dan door die spleetvormige opening schiet, waarbij eventueel aanwezige hydrostatische druk wordt omgezet in snelheidshoogte.

Onder de karakteristieken op *Plaat II* zijn nog aangegeven de waargenomen hoekuitslagen der kleppen bij verschillende ligging van het zwaartepunt. Zoo zal een klep met een $\alpha = 45^\circ$ bij een afvoer van 80 l/sec 18° opendraaien. Dit gegeven zal verder op in dit artikel nog gebruikt worden voor een controle op de te geven hydraulische berekening.

Eerst zal echter overgegaan worden tot een bespreking van de werking van een paar andere typen, waarvan op *Plaat III* eenige karakteristieken zijn geteekend. De onderste daarvan geeft het gedrag weer van de klep volgens ontwerp van ir. C. H. Kleyn, waaraan echter de volgende wijzigingen zijn aangebracht (zie fig. 10 *Plaat I*). De cirkelvormige achterwand van den bak is vervangen door twee vlakke wanden en de as is dichter bij den voorwand geplaatst. Het eerste werd om constructieve redenen gedaan, het tweede eveneens, maar tevens om de klep nog iets gevoeliger te doen zijn. Voorts werd in stede van de horizontale spleetvormige opening langs den bodem een smalle verticale opening gemaakt, welke afgesloten kan worden met een schuifje. Deze inrichting werd aangebracht, omdat bij deze soort kleppen zich het verschijnsel voordoet, dat zij na eenige stijging van het water boven stuwpeil ver open gaan, maar niet weer op tijd, d.w.z. als het water weder tot stuwpeil is gezakt, sluiten. Dit bezwaar nu kan gedeeltelijk worden opgeheven door het aanbrengen van het schuifje, waarmee men de werking van de klep naar believen kan wijzigen.

Indien namelijk een kleine opening wordt ingesteld zal de bak reeds bij een kleine stijging van het bovenwater bijna geheel leeg loopen, maar zich ook





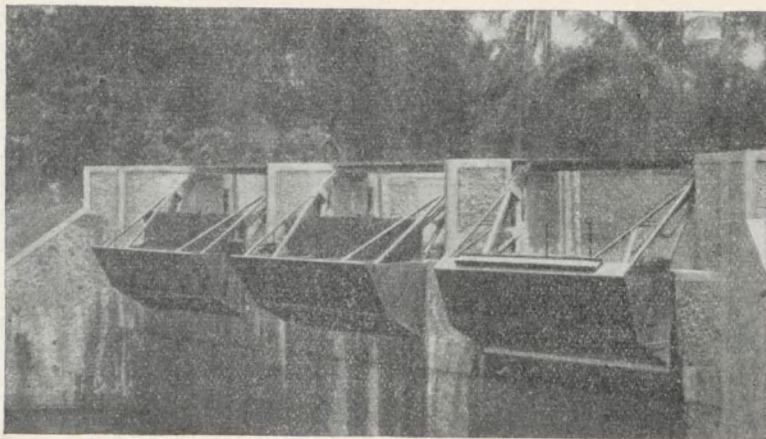


Foto 15. Kleppenstuw Ngino (Sectie Modjokerto). Sectortype.

pas vullen, als de waterstand belangrijk beneden stuwpeil is gezakt. Wordt daarentegen een groote opening gekozen, dan kan een werking worden bereikt als weergegeven door de karakteristiek op *Plaat III*.

Bij kleinen aanvoer werkt de klep als één van het driehoektype omdat de bak nog niet geledigd wordt. Bij het optreden van een middelmatig grooten afvoer zakt het water in den bak tamelijk snel, waardoor de klep ver opendraait. Dientengevolge zakt de bovenwaterstand zelfs lager dan stuwpeil. Bij afvoeren, gelegen in het gebied dat als intermitterende werking is aangegeven op *Plaat III*, sluit de klep zich dan tijdelijk geheel, waarna het bovenwater stijgt en het spel zich herhaalt.

Bij groote afvoeren treden weer stationnaire toestanden op, waarbij de klep zich wederom gedraagt als één van het haaktype maar met minder ballast.

Het schuifje in den voorwand heeft dus het voordeel, dat men door het opentrekken daarvan de klep ten allen tijde kan sluiten. Deze werking geschiedt weliswaar niet automatisch, maar komt toch in zekeren zin tegemoet aan het bezwaar van het niet op tijd sluiten der kleppen.

Bovendien kan bij toepassing van een schuifje de voorwand geheel gesloten worden en de bak door middel van een afsluitbare opening in den achter- of zijwand geledigd worden. Bij een dergelijke manipulatie opent de klep zich, waardoor drijvend vuil dat tusschen de aanslagen mocht bekneeld zijn geraakt, afgevoerd wordt of zich bovenstrooms van de klep afgezet hebbend slib, weggespuid wordt. Bij deze kleppen is dus een apart windwerk niet noodig, aangezien op hydraulische wijze voldoende effect bereikt kan worden ⁴⁾.

Resumeerend kan gezegd worden, dat de klep van ir. C. H. Kleyn in deze gewijzigde vorm een bruikbare en goedkoope constructie is, die vooral op

zijn plaats is, indien bij bandjir-afvoeren zeer lage waterstanden van belang zijn, met het oog op snelle afwatering van de omliggende terreinen.

Het grillige, wisselvallige karakter van deze merkwaardige stuwrichting moge hiermede voldoende geschetst zijn om te doen beseffen dat het nemen van proeven met modellen, alvorens tot toepassing ervan over te gaan, alleszins aanbeveling verdient.

Overgegaan zal nu worden tot een bespreking van de werking van kleppen met cirkelvormigen achterwand. Dit type dient toegepast te worden als er ter plaatse geen voldoende val aanwezig is, zoodat de invloed van den benedenwaterstand moet worden geëlimineerd.

Een dwarsdoorsnede van een dergelijke klep, voorkomende in het afwateringsplan voor de vlakte van Oost-Semarang, benevens de karakteristiek ervan, zijn geteekend bovenaan op *Plaat III*.

De bijgeschreven hoogtematen en debieten hebben betrekking op het werkelijke kunstwerk met een opening ter breedte van 6 m. Onder de karakteristiek is aangegeven de capaciteitskromme van de afvoerleiding benedenstrooms van de klep, zoodat het verval bij de sluis direct is af te lezen. Zoo is bij een afvoer van 12 m³/sec de benedenwaterstand juist tot stuwpeilhoogte gestegen en de bovenwaterstand is dan slechts ongeveer 15 cm hoger. Dit drukverschil is, zooals een berekening kan aantonen, geheel benodigd voor het doorvoeren van het debiet, zoodat de klep den afvoer in het geheel niet belemmert. De klep is in dit geval dan ook reeds ver opengedraaid en rust tegen een paar nokken, die beletten, dat de klep in labiel evenwicht zou komen te verkeer en of zou doorslaan. Bij grootere afvoeren dan 12 m³/sec, het maximum waarop de sluis berekend is, zien we den bovenwaterstand betrekkelijk snel stijgen, aangezien deze gelijk is aan den benedenwaterstand plus het vereischte drukverlies, dat door de sluis wordt teweeggebracht. Voor debieten kleiner dan 12 m³/sec is het zeer opvallend hoeveel vlakker de karakteristiek van deze kleppen is dan die van een klep van het haaktype met eenzelfde ligging van het zwaartepunt maar bij een stort aangebracht.

Het merkwaardige verschijnsel doet zich dus voor, dat bij eenzelfde debiet bij een hooger en achterwaterstand zich bovenstrooms een lager peil instelt dan bij een lager peil benedenstrooms van de klep. Dit gunstige verschijnsel kan op de volgende wijze verklaard worden.

Bij een hooger en achterwaterstand moet de klep om eenzelfde debiet door te laten verder opendraaien. Maar hierdoor neemt het sluitend moment, veroorzaakt door het eigen gewicht af, zoodat de klep nog iets verder open gaat en den bovenwaterstand doet dalen.

Door de geringe opstuwing die deze kleppen veroorzaken, kunnen zij goede diensten bewijzen in

4) Kwamen bovengenoemde verbeteringen in het Laboratorium te Semarang tot stand bij het beproeven van de klep Simo in de Goenoengsari-leiding nabij Soerabaja (zie *foto's No. 12, 13 en 14*), later zag ik dat de zelfde wijzigingen reeds toepassing hadden gevonden, namelijk bij de kleppen Ngino in de sectie Modjokerto en daar uitstekend voldeden (zie *foto No. 15*).

Wellicht zal de aandachtige lezer zich nu afvragen, waarom dan de dynamische werking zoo uitvoerig werd behandeld.

Het antwoord daarop luidt: omdat men daardoor het volledigst een inzicht krijgt in het hoe en waarom en men eerst daarna in staat is doelbewust veranderingen aan te brengen met een redelijke kans, dat die ook verbeteringen zullen blijken te zijn.

Zoo zal men nu wel kunnen voorspellen of een oplopende sluisvloer voor de klep, of een horizontaal onder de klep doorlopende bodem of bijv. een verlenging van den stuwwand, een z.g. lip, al of geen voordeelen met zich zullen brengen.

Het theoretisch onderzoek wijst ons dus direct den weg tot practisch perfectionnisme.

Aan het slot van dit artikel betuig ik gaarne mijn dank aan prof. ir. S. H. A. Begemann, thans hoogleeraar te Delft, voor de stimuleerende belangstelling die hij indertijd steeds bij de in het meergenoemde Prov. Waterloopkundig Laboratorium te Semarang verrichte proeven ter bepaling van het gedrag dezer zelfwerkende stuwkleppen betoond heeft.

Bandoeng, April 1940.

Literatuur.

1. Doell: Handbuch der Ing. Wiss. 1912, Teil III Band II Abt. I 4e Aufl. S. 365 — 366.
2. A. J. Beauchez: Automatische stuwkleppen. *De Waterstaatsingenieur*, 1921, No. 9.
3. C. H. Kleyn: Automatische stuwkleppen. *De Waterstaatsingenieur*, 1926, No. 9.
4. S. H. A. Begemann: Ontwikkeling automatische stuwkleppen type Doell-Beauchez in de sectie Modjokerto. *De Waterstaatsingenieur*, 1926, No. 9.
5. G. E. Bekkering: Benaderingsmethode voor het ontwerpen van de contragewichten bij automatische klepstuwen. *De Waterstaatsingenieur*, 1927, No. 3.
6. H. Vlughter: Verslagen over onderzoekingen verricht in het Provinciaal Waterloopkundig Laboratorium te Semarang:
 - No. 1: De proefklep Mondoliko,
 - „ 2: Stuwklep voor de Way-Teboe werken,
 - „ 3: Automatische kleppen in het plan Oost-Semarang,
- No. 4: De automatische klepstuwen Simo en Kandangan in de Goenoengsari leiding nabij Soerabaia,
- „ 9: Het vergelijken van verschillende typen zelfwerkende peilregelaars,
- „ 60: Stuwkleppen met cirkelvormige achterwand voor het plan Oost-Semarang.
7. Grzywiensky: Die automatischen Wehrkonstruktionen der Gegenwart. *Der Bauing.* 1928, H. 28, 29, 30 u. 31.
8. Angelo Testa: Cenni sui piu moderni tipi di paratoie e dighe mobili a funzionamento automatico. Milano 1928.
9. XVIe Congrès international de navigation. Bruxelles 1935, première section, deuxième communication. Types modernes de barrages mobiles. Dimensions maxima atteintes dans chaque type, etc.
10. Dr. Ing. Keller: Wasserschliessung und Entsumpfung in warmen Ländern. *Der Bauingenieur*, 1930, H. 9.
11. A. L. Verwoerd: Overzicht van de totstandkoming van het „Algemeen plan Oost-Semarang”. *De Ingenieur in Ned.-Indië*, 1937, No. 6.

VEREENIGING VAN WATERSTAATSINGENIEURS.

Bij den bibliothecaris, ir. G. Meesters, Wenckebachstraat 29, Bandoeng, zijn verkrijgbaar:

Losse nummers van het tijdschrift <i>De Waterstaats-Ingenieur</i>	f 1,50
Grafieken voor hydraulische berekeningen, door ir. J. M. Steevensz	uitverkocht.
Grafieken, behorende bij het artikel „Een eenvoudige berekeningswijze voor leidingen en waterloopen” voorkomende in No. 9 — 1931	„ 0,50
Overdrukken van de belangrijkste verschenen artikelen, o.m. Geologisch overzicht van Java en Madoera, door dr. G. J. N. Hengeveld (1919 — 11, los nr.)	„ 1,50
Afvoer van regens, door ir. A. Perelaer (1917 — 6)	„ 1,—
Bepaling van den afvoer van regens, door ir. J. E. de Meijer	„ 1,50
Springstoffen, door H. H. van Wijk (1921 — 2)	„ 1,—
Bandjirs in de rivieren van Java, door O. J. Herz (1922 — 12 en 1933 — 1)	„ 0,50
Een nieuwe aftap- tevens meetsluis, door ir. P. de Gruyter (1926 — 12 en 1927 — 1)	„ 2,—
Pompvergunningen en pompstations, door ir. H. M. Verwey (1927 — 4)	„ 1,—
De inwendige organisatie van de Vorstenlandsche Waterschappen, door ir. J. Th. Rietveld	„ 1,—
De gyroscoop en zijne toepassingen in de techniek, door Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh (1927 12)	„ 1,50
De tangentieele buigspanningen in groote drukbuizen, door Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh en wijken ir. W. Beyerinck (1929 — 5)	„ 1,50
Venturimeters voor secundaire aftapsluizen, door ir. A. L. Verwoerd (1929 — 10)	„ 2,50
Een module venturimeter-inlaatsluis met groot meetbereik, door ir. A. L. Verwoerd (1930 — 4) ...	„ 1,25
Electriciteit op bouwwerken, door ing. L. A. Schmid (1930 — 7)	„ 0,50
Gespoelde dammen (hydraulic-fill dams), door ir. S. A. Blok (1930 — 9)	„ 1,50
Toepassing van de waarschijnlijkheidsleer op hydrol. waarnemingen, door ir. S. H. A. Begemann (1931 — 1, 2 en 3)	„ 4,—
Het chlooronderzoek in de vlakte van Kedoeng Semat, door ir. F. M. van Veen (1931 — 6)	„ 1,50
De onvolkomen overlaat, door ir. H. Vlugter (1932 — 4)	„ 2,—
Een regelbare meetoverlaat als tertiaire aftapsluis, door ir. D. G. Romijn (1932 — 9)	„ 1,—
Berekening overlaatlengte van reservoirs, door ir. D. H. Arends (1933 — 6 en 7)	„ 2,—
Meetsluizen ten behoeve van Irrigatiewerken, door ir. D. G. Romijn (1938)	„ 2,—
Van de onderstaande overdrukken zijn nog enkele exemplaren verkrijgbaar, welke tegen <i>zeer vermin-</i> <i>derden prijs</i> worden opgeruimd.	
Ir. C. A. E. van Leeuwen. Het huidige vraagstuk der watervoorziening van Batavia en Mr.-Cor- nelis (1917 — 3, 4, 7, 12 en 1918 — 1)	f 1,—
Ir. J. de Jonge. De Boschexploitatie op de Buitenbezittingen, speciaal die op het eiland Simaloer (1919 — 7)	„ 0,25
J. M. Beckman. De barometrische hoogtemeting in Indië (1922 — 6)	„ 0,25
Ir. W. C. D. Haarman. De economische grens van de wielkracht van vrachtauto's (1922 — 7)	„ 0,25
P. H. W. Sitsen. Energie-vernietigers (Kreuter-remmen) (1922 — 6)	„ 0,25
Dr. ir. W. B. Peteri. De Indische wegen en de mechanische tractie (1922 — 10)	„ 0,25
H. W. Jonkhoff. Het nieuwe motorreglement in verband met de railloze tractortrein (1923 — 8). ..	„ 0,25
Ir. B. J. K. Cramer. Ontwerp van een slacht- en koelhuis voor de gemeente Batavia (1923 — 1). ..	„ 0,50
Ir. P. de Gruyter. Aftap- tevens meetsluizen voor secundaire leidingen (1925 — 4)	„ 0,75
Ir. J. J. Baggelaar. De plannen van een zeehaven voor Semarang (1926 — 7)	„ 0,25
Ir. L. J. C. van Es. Stuwdammen (1928 — 8)	„ 0,50
Ir. F. D. Pigeaud. Schroef- en Kaplan turbines (1928 — 7)	„ 0,25
Dr. ir. L. J. de Ven. De tijdstudie op het gebied van den civiel-ingenieur in Indië (1928 — 9)	„ 0,25
Ir. J. F. Graadt van Roggen. Bevloeiingswerken in de Landschappen in Z.-W. Celebes (1928 — 9)	„ 0,25
Mr. J. Meihuizen. Beschadiging van bevloeiingswerken, enz. en hare berechting (1929 — 6)	„ 0,25
Ir. W. C. D. Haarman. De ontwikkeling van den trolleybus (1929 — 6, 7, 8)	„ 0,50
L. A. Schmid. Toepassing electrischen stroom bij werkzaamheden op ijzerconstructies, e.d. (1930 — 11)	„ 0,25
Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh. Berekening der spanningen in den wand van vlak belaste buis- leidingen met grooten diameter onder overdruk met behulp der benaderingsformules voor samenge- stelde knik (1931 — 7)	„ 1,—
Ir. P. L. E. Happé. Wegbreedte in verband met de tegenwoordige verkeerseischen (1932 — 5) ...	„ 0,25

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.
„DE MIJNINGENIEUR”

INHOUD: Ter herdenking Dr. C. H. Oostingh †, door dr. ir. Tan Sin Hok. — Uit de literatuur. — Ontvangen geschriften. — Economische mededeelingen. — Personalia.

Ter herdenking

Dr. C. H. Oostingh †

1889 — 1940.

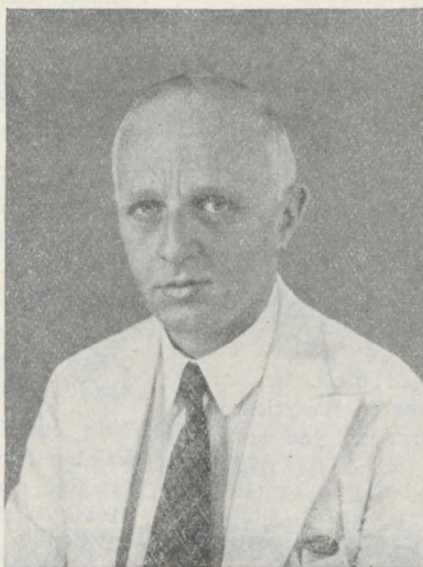
Op 12 April j.l. overleed Christiaan Hendrik Oostingh volkomen onverwacht na een kort ziekbed. Een week tevoren was hij nog te Batavia om met een vakgenoot besprekingen te voeren over de mollusken van de baai van Batavia. De lichte verkoudheid, waarmee hij te Bandoeng terug kwam, zou verergeren tot een longontsteking en een einde maken aan zijn werkzaam leven.

Na de voltooiing van zijn studie als Nederlandsch Landbouwkundige aan de Rijks Hogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool (de latere Landbouwhoogeschool) in 1911, bleef Oostingh nog langen tijd aan genoemde instelling verbonden. Van 1911 tot 1918 was hij assistent aan het Mineralogisch-geologisch Instituut bij prof. J. van Baren; gedurende het cursusjaar 1916/1917 werd hij tijdens de afwezigheid van genoemden hoogleeraar belast met het geven van onderwijs in de geologie en mineralogie, en van 1918 tot 1926 was hij conservator voor geologie en mineralogie.

Uit dezen tijd dateeren zijn talrijke publicaties over het Nederlandsche Diluvium, in het bijzonder over zwerfsteen. Op dit onderwerp promoveerde hij in 1922 „magna cum laude” aan de filosofische faculteit der Hessische Ludwigs-Universiteit te Giessen.

In 1926 vertrok Oostingh naar Ned.-Indië om als agrogeoloog bij het Deliproefstation werkzaam te zijn. Aan deze agrogeologische werkzaamheid, die tot 1929 duurde, herinnert een tweetal geschriften over grondsoorten van Deli.

Oostingh's latere werkkring als molluskenpaleontoloog bij den Dienst van den Mijnbouw was wel heel ver verwijderd van zijn oorspronkelijke



studierichting. Hij had zich echter altijd tot de studie der mollusken aangetrokken gevoeld. Op dit gebied heeft hij dan ook zeer veel gepresteerd, vooral toen hij door zijn overgang in gouvernementsdienst alle gelegenheid kreeg zich volledig aan de wetenschap te wijden, waarvoor hij een uitgesproken aanleg bezat.

Reeds in zijn Wageningschen en Delischen tijd publiceerde hij over mollusken; hij aarzelde niet zelf tot de uitgifte zijner „Miscellanea Zoologica Sumatrana” over te gaan, toen hem in zijn agrogeologische periode te Medan de gelegenheid ontbrak om zijn mollusken-studies te doen afdrukken.

Oostingh's studies zijn van blijvende waarde voor de kennis van de fossiele neogene molluskenfauna's van onzen archipel. Stuk voor stuk getuigen zij van een grondige kennis der systematiek; met pijnlijke nauwkeurigheid deed hij zijn waarnemingen en met uiterste zorg stelde hij zijn geschriften samen. Een ieder die zich op Oostingh's gebied begeeft, zal hem dankbaar zijn voor den schat van gegevens, die hij met grooten ijver en kennis van zaken bijeen heeft gebracht.

Met hem verliest de Geologische Dienst een zeer bekwamen medewerker, en de wetenschap een der beste kenners der Indopacifische mollusken. Helaas heeft hij zijn werk niet mogen voltooien; zijn laatste verhandeling „Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java” eindigt abrupt met het tiende vervolg. De correcties van dit geschrift verzorgde hij nog zelf, toen hij reeds op het ziekbed lag.

Moge de wetenschap dat Oostingh's leven welbested was, alsook de algemeene waardeering, die voor zijn persoon en zijn werk bestond, een troost zijn voor zijn diep getroffen nabestaanden.

Publicaties van wijlen Dr. C. H. Oostingh.

1911. Eerste bijdrage tot de kennis van het verspreidingsgebied onzer zwerfsteen van zuidelijken oorsprong.
Meded. Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, deel IV, pp. 121 — 143. Wageningen.
1913. Over den tegenwoordigen stand onzer kennis van het Nederlandsch Diluvium.
Gedenk. Ned. Heide Mij 1888 — 1913, pp. 207 — 221. Den Haag.
1914. J. van Baren & C. H. Oostingh. Catalogus van de geologische verzamelingen der Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool Wageningen. Deel I. Nederland. 167 pagina's, 1 plaat.
1918. Kaolien en verwante mineralen. (Lezing).
Natuurwetensch. Gezelschap Wageningen. Jaarverslag over het seizoen 1917 — 1918, pp. 7 — 8.
1920. „Voorloopig overzicht van herkomst en verspreidingsgebied der belangrijkste zwerfsteen van zuidelijken oorsprong”.
In: J. van Baren, De Bodem van Nederland. Deel II. Het Kwartair, 1 — 4e stuk, pp. 474 — 487. Amsterdam.
1920. Oorsprong en verspreiding van enkele zuidelijke zwerfsteen. Handelingen XVIIde Ned. Natuur- en Geneeskundig Congres Leiden 1919, pp. 402 — 405. Haarlem.
1921. Bijdrage tot de kennis der zuidelijke zwerfsteen in Nederland en omgeving.
Meded. Landbouwhoogeschool enz., deel XIX. 165 pag., 4 pl. Wageningen.
1922. J. van Baren & C. H. Oostingh.
Over het voorkomen van mariene en fluviatile fossielhoudende afzettingen in het dal van den Gelderschen IJssel.
Verhand. Geol. Mijnb. Genootsch. Ned. en Koloniën, Geol. Serie. deel VI, pp. 73 — 89. 1 plaat.
1922. Zur Kenntnis der Geschiebe südlicher Herkunft in Holland und den benachbarten Gegenden. Ber. Oberhessischen Ges. Natur- und Heilk. Giessen, Bd. 8 (1920 — '22), Naturw. Abt. (94 pagina's). Giessen. Ook als: Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde bei der Philosophischen Fakultät der Hessischen Ludwigs-Universität zu Giessen.
1923. Recent shells from Java. Part I. Gastropoda.
Meded. van Landbouwhoogeschool enz. Wageningen, deel XXVI, verhand. 3. 176 pag. 1 pl.
1923. Bemerkungen über einige fossile und rezente *Arca*-Arten des indischen Archipels.
„Senckenbergiana”, Bd. V, Heft 3/4, pp. 107 — 114.
1923. Eenige waarnemingen over het diluvium langs de Maas in België en Noord-Frankrijk.
Handelingen XIXde Ned. Natuur- en Geneesk. Congres Maastricht. pp. 213 — 214.
1925. De fluviatile afzettingen langs de Maas in België en Frankrijk. Gedenk. ter herinnering aan den 70sten verjaardag van R. Schuiling 27 Mei 1924, pp. 219 — 236. 2 kaarten. Groningen.
1925. Report on a collection of recent shells from Obi and Halmahera (Moluccas).
Meded. Landbouwhoogeschool Wageningen, deel XXIX, verhand. 1. 363 pag.
1926. „Supplement op het „Voorloopig overzicht van herkomst en verspreidingsgebied der belangrijkste zwerfsteen van zuidelijken oorsprong””.
In: J. van Baren, De Bodem van Ned., deel II. Het Kwartair, 10e (recte 11e!) stuk, pp. 1222 — 1231. Amsterdam.
1927. *Neritidae* from North East Sumatra.
„Miscellanea Zoologica Sumatrana”, X. (5 pag.). Medan.
1927. Verslag van het Deli Proefstation over 1 Jan. 1926 — 31 Dec. 1926. (Verslag van den Agrogeol. afdeling).
Meded. Deli Proefstation Medan-Sumatra, 2e Serie, No. XLV, pp. 30 — 32. Medan.
1927. *Littorinidae* and *Naticidae* from North East Sumatra (2nd note on N.E. Sumatran Molluscs).
„Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XV. (5 pag.). Medan.
1927. „Die Mollusken aus den Aufschlüssen bei Vogelenzang”, pp. 11 — 14.
J. van Baren unter Mitwirkung von Dr. J. Hofker, Dr. C. H. Oostingh, Dipl. Ing. K. Volkersz & Prof. C. A. Weber, Düne und Moor bei Vogelenzang.
Meded. Landbouwhoogeschool Wageningen, deel 31, verhand. 4.
1927. *Cypraeidae* from North East Sumatra (3rd note on N.E. Sumatran Molluscs).
„Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XXV. (4 pag.). Medan.
1928. Kort overzicht van de grondsoorten van Deli. Verslag van den 8ste vergadering van de Vereeniging van Proefstation-personeel, gehouden te Medan op 25 April 1927, pp. 95 — 100. Buitenzorg.
1928. C. H. Oostingh & F. Florschütz, Bijdrage tot de kennis van de fossiele fauna en flora van Neede.
Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam; Versl. Afd. Natuurkunde, deel XXXVII, No. 1, pp. 69 — 75.
1928. Voorloopig overzicht van de gronden in het Tabaksgebied van Deli. Meded. Deli-Proefstation te Medan-Sumatra, 2e ser., no. LIV (61 pag. 1 kaart). Medan.
1928. *Conidae* from North East Sumatra (4th note on N.E. Sumatran Molluscs).
„Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XXVIII (5 pag.). Medan.
1928. *Turbinidae*, *Angariidae* and *Trochidae* from North East Sumatra (5th note on N.E. Sumatran Molluscs).
„Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XXXIII (8 pag.). Medan. (verschenen: Jan. 1929).
1929. *Strombidae* and *Amphiperasidae* from North East Sumatra. (6th note on N.E. Sumatran Molluscs).
„Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XXXIX (4 pag.). Medan.

1930. *Volutidae, Marginellidae* and *Olividae* from North East Sumatra (7th note on N.E. Sumatran Molluscs). „Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XLIV (4 pag.). Medan.
1930. A list of marine Mollusca from Pulau Berhala. „Miscellanea Zoologica Sumatrana”, XLIX (11 pag.). Medan.
1931. Mollusca from Sibolga (Tapanoei). „Miscellanea Zoologica Sumatrana”, LIII (4 pag.). Medan.
1931. Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfauna von Süd-Sumatra. Arch. Molluskenkunde, LXIII (1931), p. 166 — 255, Taf. XVIII-XX.
1933. Neue Mollusken aus dem Pliozän von Süd-Bantam (Java). „De Mijningenieur”, XIV (1933), p. 192 — 197. Tekstfig. 1 — 13 (op p. 195).
1933. Neue Mollusken aus dem Pliozän von Java. „De Mijningenieur”, XIV (1933), p. 212 — 215. Tekstfig. 1 — 3 (op p. 213), 4 — 7 (op p. 214).
1934. Aanteekeningen over eenige bivalven uit het Neogeen van Java (mit „Beschreibung einiger neuer Bivalven aus dem Neogen von Krawang, Java”). „De Ing. Ned.-Indië”, 1934, p. 19 — 21. Tekstfig. 1 — 6 (op p. 21).
1934. Die Purpurinen aus dem Pliocän des Tjidjoerej in Cheribon, Java. „De Ing. Ned.-Indië”, 1934, p. 28 — 30. Tekstfig. 1 — 4 (op p. 29).
1934. Die Cardiiiden aus dem Cheribonien von Bentarsari in Tegal, Java. „De Ing. Ned.-Indië”, 1934, p. 76 — 78. Tekstfig. 1 — 4 (op p. 76 en 77).
1935. Eenige opmerkingen over A. von Kutassy's beschrijving van jongtertiaire mollusken uit Oost-Celebes. „De Ing. Ned.-Indië”, 1935, p. 33 — 35.
1935. Die Mollusken des Pliozäns von Boemioe (Java). Wetensch. Meded. Dienst v. d. Mijnbouw in Ned.-Indië no. 26. Tafeln I — XVII, 31 tekstfig., 1 Karte.
1935. Einige neue Gastropoden aus dem Miocän von Mittel-Bantam (Java). „De Ing. Ned.-Indië”, 1935, p. 79 — 83. Tekstfig. 1 — 4.
- 1938/1940. Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java. „De Ing. Ned.-Indië”, 1938, IV. (I) p. 17 — 33, Taf. I — II. (II) p. 35 — 47, Taf. III. (III) p. 49 — 61, Taf. IV — V. Tekstfig. 1 — 2. (IV) p. 105 — 116, Taf. VI — VII. (V) p. 119 — 129, Taf. VIII — IX. „De Ing. Ned.-Indië”, 1939, IV. (VI) p. 7 — 16, Taf. X — XI. (VII) p. 43 — 51, Taf. XII. (VIII) p. 103 — 119, Taf. XIII — XIV. (IX) p. 163 — 189, Taf. XV — XVI. „De Ing. Ned.-Indië”, 1940, IV. (X) p. 45 — 62, Taf. XVII — XIX.
1939. Mollusken als gidsfossielen voor het Neogeen in Nederlandsch-Indië. Handelingen 8ste Ned. Ind. Natuurwetenschappelijk Congres Soerabaia 1938.
1939. Note on the stratigraphical relations between some Pliocene deposits in Java. „De Ing. Ned.-Indië” IV. p. 140 — 141.

Tan Sin Hok.

UIT DE LITERATUUR.

In *Mining Journal* van 13 Januari 1940 wordt gewezen op de verhoogde mate, waarin men in de Vereenigde Staten streeft naar onafhankelijkheid van andere landen met betrekking tot bepaalde grondstoffen.

Krachtens de *Strategical Mineral Act* zet het U.S. Bureau of Mines haar werkzaamheden intensief voort bij het onderzoek naar mogelijke bronnen van de z.g. „war minerals”. Hieronder vallen o.a. de ertsen van antimoon, chroom, mangaan, tin en wolfram.

De Vereenigde Staten bezitten bijv. talrijke mangaan-afzettingen, maar slechts weinige van eenige uitgestrektheid of commercieele waarde, behalve onder abnormale omstandigheden.

Er bestaan thans plannen om een installatie bij den Boulder Dam te bouwen, waarin de laagwaardige ertsen worden veredeld volgens een procédé, dat kortgeleden door het Bureau of Mines werd ontwikkeld.

*

In *Mining and Metallurgy* van Februari 1940 komt onder het hoofd „Golden Elephant” een artikel voor

over de geweldige toename van den goudschat, die in Fort Knox in Kentucky ligt opgezameld.

Gedurende de periode van 1933 tot 1938 nam het aandeel van de Vereenigde Staten in de monetaire goudreserve toe van één derde tot bijna drie vijfde. Volgens de meest recente gegevens (van Januari 1940) bedroeg de goudvoorraad 503 millioen ozs. (d.i. ruim 15,6 millioen kg) en verwacht wordt dat deze voorraad in de naaste toekomst nog zal toemen. De vraag wordt gesteld wat uiteindelijk het lot zal zijn van dezen schat en of er geen gevaar bestaat voor verlaging van den kostprijs van het metaal. De conclusie luidt dat autoriteiten op dit gebied er vrijwel over eens zijn, dat het gevaar, dat goud zal ophouden om als algemeene waardemeter te worden gebruikt zoo gering is, dat daarmede niet ernstig rekening behoeft te worden gehouden. Verwacht wordt, dat het goud zijn historische en traditioneele plaats als 's werelds standaardwaardemeter zal blijven houden, en dat, indien het een verandering in prijs mocht ondergaan, dit eerder een rijzing dan een daling zal zijn.

*

Hetzelfde tijdschrift vermeldt de plannen van de Aluminum Company of America om een nieuwe fabriek te Vancouver (Wash.) op te richten met een voorloopige productie van 15 000 ton per jaar, waarmee de totale capaciteit dezer maatschappij tot 200 000 ton per jaar wordt opgevoerd. De energie wordt verkregen van Bourneville Power bij een der vele stuwdammen, die in het Westen werden aangelegd. Het eerste contract is voor de levering van 27 000 kW, tegen \$ 17,50 per kW jaar; dat komt overeen met ongeveer 0,36 gulden cents per kWh.

*

The *Mining Journal* van 10 Februari 1940 bevat een artikel over de Russische aluminiumindustrie in verband met den eventueelen steun, welken Duitschland op dit gebied van Rusland kan krijgen.

De Russische aluminiumplannen werden indertijd grootscheeps opgezet; volgens het 2de vijfjarenplan zouden 200 000 ton metaal in 1935 en 500 000 ton in 1937 worden geproduceerd. Later werden de verwachtingen voor 1937 teruggebracht tot de relatief bescheiden hoeveelheid van 85 000 ton, doch zelfs dat werd bij lange na niet gehaald en volgens de statistieken werd in 1938 slechts 48 000 ton afgeleverd. Dezelfde statistieken geven als verbruik van Rusland in 1938 op 55 000 ton, hetgeen zou wijzen op een import van het metaal.

Over verschillende deelen van het rijk verspreid komt in Rusland een aanzienlijke hoeveelheid bauxiet voor; veel hiervan kan echter beter beschreven worden als alumineuze lateriet, waarin het ijzergehalte de overhand heeft. Het hooge kiezelzuurgehalte maakt het erts ongeschikt voor het Bayer-procédé en andere, doch vermoedelijk minder bevredigende metallurgische methoden moeten worden toegepast. Dat de hoeveelheid bauxiet van goede kwaliteit beperkt is, kan blijken uit de vele pogingen om aluinaarde voor de aluminiumfabricage uit andere grondstoffen te vervaardigen; hieronder worden genoemd alumineuze klei, alumiet, nephelien-syeniet en leuciet.

Het ziet er derhalve niet naar uit, dat Duitschland bauxiet van goede kwaliteit uit Rusland zal kunnen betrekken en het is onwaarschijnlijk, dat de mindere soorten acceptabel zullen zijn.

*

Een ander artikel in hetzelfde tijdschrift is gewijd aan de schade, welke door mijnbouwkundige activiteit en in het bijzonder door de ontginning van baggerterreinen aan de landbouw en cultures worden aangebracht.

Aan het woord is iemand, die de bekende controverse uit een mijnbouwkundig oogpunt beschouwt. In onontwikkelde en schaars bevolkte gebieden kan mijnbouwkundige ontginning worden verricht vrijwel zonder in contact te komen met andere vormen van menselijke bedrijvigheid. Doch in een land als Malakka is het niet altijd mogelijk te ontkomen aan conflicten met preëxisterende belangen.

Hoewel toegevend dat ten gevolge van het baggeren eenig land ongetwijfeld wordt bedorven, noemt steller ook voorbeelden, dat een landstreek er voordeel van heeft gehad, doordat drassige en moerassige terreinen worden gedraineerd en voor cultuur geschikt gemaakt. Ook het fijne slib, afkomstig van den gebaggerden grond en door de rivieren medegevoerd en afgezet, kent hij een groeibevorderende kracht toe.

*

In hetzelfde nummer komt voor een verslag van de algemeene vergadering der Ashanti Goldfields Corporation Ltd., waaruit blijkt dat de bezittingen van genoemde maatschappij goudmijnen in den werkelijken zin van het woord zijn, want ook dit jaar werd een dividend van 95% uitgekeerd. Volgens het Mining Year Book bedroeg dit in de periode 1900 — 1929 gemiddeld jaarlijks rond 46%, daarna

in 1930		100% + 50%	bonus in aandelen,
1931		90% + 33 $\frac{1}{3}$ %	„ „ cash,
1932		75% + 50%	„ „ „
			+ 100% in aandelen,
1934		75%,	
1935		85%,	
1936		95%,	
1937		95%,	
1938		95% + 20%	bonus in aandelen,
1939		95%	

Het moet een onverdeelde vreugde zijn om van deze onderneming aandeelhouder te wezen!

Ook voor de toekomst ziet het er niet kwaad uit, daar de ertsreserve 1 861 233 ton groot is, met een gemiddeld gehalte van 34,7 g Au per ton, waaruit men nog een winst van £ 10 000 000 verwacht te behalen.

*

Engineering and Mining Journal van Februari 1940 bevat het gebruikelijke jaaroverzicht van 1939. De voornaamste metalen passeeren de revue, waarbij blijkt, dat behoudens zilver, over de geheele linie een meer of minder belangrijke stijging van de productie heeft plaats gehad.

Voor goud werd een nieuw productierecord bereikt van 39 780 000 ozs. waarvan het meeste zijn weg wel weer naar Fort Knox zal vinden. De voornaamste producenten zijn Zuid-Afrika, de Vereenigde Staten, met de Philippijnen, Canada en Rusland, die resp. 31, 14, 13 $\frac{1}{2}$ en 13% bijdroegen.

Aan zilver werd minder geproduceerd dan het vorig jaar, n.l. 259 700 000 ozs.; de prijs van het witte metaal gaf in de tweede helft van het jaar, in tegenstelling met vrijwel alle andere metalen, een daling te zien. Mexico bleef de belangrijkste producent, gevolgd door de Vereenigde Staten en Canada.

Van koper, lood, zink en tin lag de productie boven die van het voorafgaande jaar, terwijl ook de prijs in verschillende mate steeg.

*

Het blad behandelt verder de voornaamste verbeteringen en punten van vooruitgang op het gebied van den mijnbouw, de mijnbouwgeologie en de ertsverwerking. Onder het laatste hoofd wordt o.a. een beschrijving gegeven van ertsconcentratie met behulp van vaste stoffen in suspensie. Het eerste geval betreft een zinkerts, dat door fijnverdeelde galeniet in water wordt geconcentreerd, waarbij 60% van het mijnerds als tailing wordt afgescheiden met een gehalte van 0,35% Zn, tegen 0,65% bij de vroeger toegepaste methode met jigs. In het tweede geval wordt een daartoe geschikt ijzererts tot een

hoogwaardiger product verwerkt met een suspensie van ferrosilicon.

Eenige millioenen tonnen erts werden reeds volgens deze methode behandeld.

In het hoofdstuk over electrometallurgie neemt Al de voornaamste plaats in, terwijl verder nog mededeelingen op dit gebied voorkomen over antimoon, beryllium, koper, lood, magnesium, mangaan, nikkel, tin en zink.

Afzonderlijke hoofdstukken zijn gewijd aan de metallurgie van koper, lood en zink en de overige metalen. Tenslotte volgt nog een kort overzicht over de industriele mineralen.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

Lijst van verbeteringen.

„Bouwstoffen voor de geologie van de residentie Manado”, door ir. M. K o p e r b e r g m. i. †.
(Jaarb. Mijnw. Ned.-Indië, 57e Jrg. 1928, Verhand. I en II.

Uitg.: Drukkerij Belinfante, den Haag.

Blijkens het door wijlen den schrijver opgestelde voorwoord beoogt deze uitgave de verbetering van een reeks fouten, welke de, onder bovenstaanden titel verschenen verhandeling bevat. Deze verhande-

ling werd namelijk in Indië, buiten de medewerking van den auteur, verkort en voor den druk gereed gemaakt.

De verbeteringen betreffen strijdigheden met den oorspronkelijken tekst, welke tot misverstand kunnen leiden. Fouten in de schrijfwijze der namen en dergelijke zijn als regel niet in deze lijst van verbeteringen opgenomen. Evenmin werden fouten in de kaarten en de andere bijlagen gerectificeerd.

De uitgave beslaat 47 eenzijdig bedrukte pagina's.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

De productiecijfers van aardolie en steenkolen, alsmede het maandrapport der Mijnbouwmaatschappij Redjang Lebong over de maand April zijn niet ontvangen.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand April 1940 werden:

7 493 tons erts vermalen van	}	7,9 dwts goud per ton.
gemiddeld		108,— dwts zilver „ „
2 835 „ sands,		
4 533 „ slimes en		
277 „ concentraten behandeld.		

Geëxtraheerd werden ca. 3 065 ozs. goud en ca. 38 559 ozs zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm f$ 210 000,—.

De bedrijfskosten over April 1940 bedroegen $\pm f$ 107 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven $\pm f$ 2 000,—, en voor prospecteeren buiten de mijn $\pm f$ 1 000,—.

Mijnbouw maatschappij Zuid-Bantam.

Gedurende de periode van 21-4-1940 t/m 27-4-1940 werden 1 210 ton erts vermalen van gemiddeld 10,— gram goud en 420,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 28-4-1940 t/m 4-5-1940 werden 1 110 ton erts vermalen van gemiddeld 10,— gram goud en 410,— gram zilver per ton.

Van 5 tot/met 11 Mei 1940 werden in vijf maaldagen verwerkt 900 tons erts met een gehalte van 10,6 gram goud en 470,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 12-5-1940 t/m 18-5-1940 werden 1 110 tons erts vermalen van gemiddeld 9,6 gram goud en 380,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 19-5-1940 t/m 25-5-1940 werden 1 506 tons erts vermalen van gemiddeld 8,3 gram goud en 490,— gram zilver per ton.

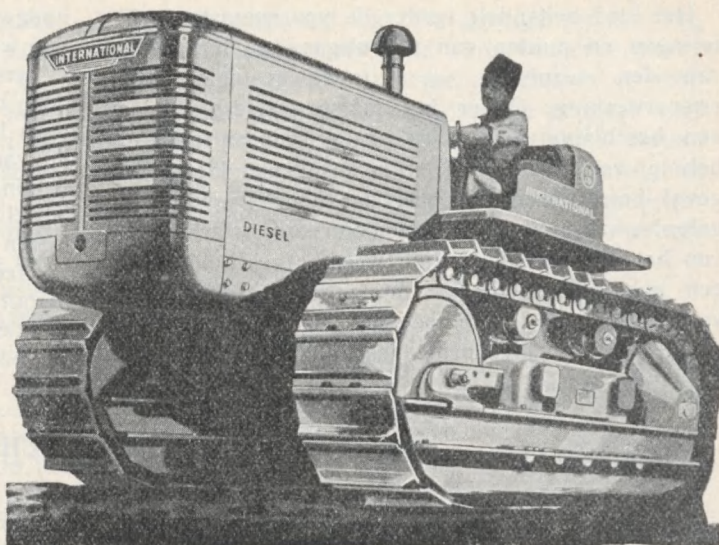
Gedurende de periode van 26-5-1940 t/m 1-6-1940 werden 1 514 tons erts vermalen van gemiddeld 11,— gram goud en 650,— gram zilver per ton.

PERSONALIA.

De overplaatsing van ir. M. E. Akkersdijk naar het Bedrijf der Bangka Tinwinning is ingetrokken.

Dr. Ch. E. Stehn, Hoofd van het Vulkanologisch Onderzoek, is om reden van 's Lands belang ontslagen.

*Met volle
kracht
vooruit!*

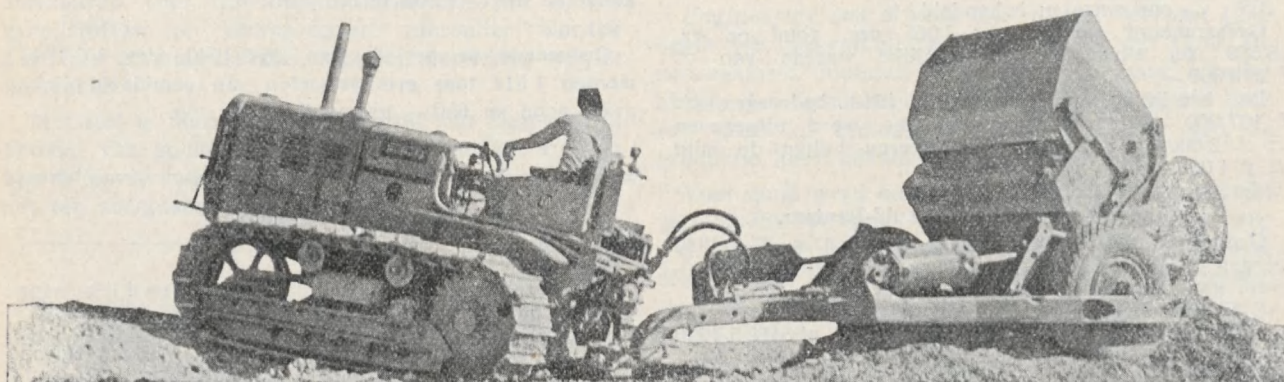


KRACHT EN ZUINIGHEID IN DE INTERNATIONAL VEREENIGD!

De robuuste, betrouwbare kracht van de International Harvester TracTracTor is verkregen ondanks de zuinige werking. De onkosten-rekeningen van vele moeilijke werkobjecten, bij landontginning, wegenbouw, dijk aanleg, opolieterreinen, enz. kunnen dit bewijzen. Door al deze werken van verschillende aard is op het gebied van kracht, economie en prestaties de reputatie van de International TracTracTor opgebouwd.

Zoo is de krachtige International Diesel TracTracTor, model TD-18 voorzien van een scraper speciaal ingericht op snel en economisch grondverzet. Wanneer U de TD-18 met een bullgrader wenscht te hebben, dan kunt U daarmee het zwaarste werk laten verrichten.

De International Harvester vervaardigt naast de rupsband-tractoren in zes modellen, opklimmend tot het model TD-18 van 70 PK., een complete serie wieltractors en motor-aggregaten. Gaarne zullen wij U uitvoerig inlichten wat voor Uw doel het meest doelmatig is. Met volle kracht vooruit!



INTERNATIONAL TRACTRACTOR
MET SCRAPER
LINDETEVES - STOKVIS

VI. TECHNISCHE HYGIËNE EN ASSAINEERING.

INHOUD: Enkele medische waarnemingen in geconditioneerde lucht, door dr. E. Janssen. — Mededeeling over de gekoelde rijtuigen van de S.S., door ir. J. Wildschut. — Bedrijfsresultaten van een met ijs gekoelde bioscoop, door ir. P. J. Fritzlin. — Luchtconditionerings-installaties bij de Artillerie Inrichtingen, door ir. R. J. H. Pot.

Enkele medische waarnemingen in geconditioneerde lucht

door

dr. E. JANSSEN,

Arts te Bandoeng.

(Voordracht gehouden op de Algemeene Vergadering van de Sectie voor Koeltechniek van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering te Bandoeng, April 1940).

Voor den medicus-practicus is het meestal niet eenvoudig proefondervindelijk waarnemingen te doen. Dat dit mij in 1939 mogelijk was dank ik aan de bijzondere samenwerking welke ik van prof. M o m, de General Electric, het G.E.B.E.O. en den technischen dienst van de S.S. mocht ondervinden.

Prof. M o m was zoo vriendelijk mij een kamertje in bruikleen af te staan, dat te mijnen huize werd opgesteld.

Buitenlucht werd door een aanvoerkanaal van een hoogte van 2 meter boven het dak aangezogen, passeerde eerst een stoffilter door de S.S. vervaardigd, daarna werd de lucht gekoeld, waarvoor de General Electric een koelinstallatie in bruikleen gaf. De gekoelde droge lucht werd door een kanaal in het $3 \times 3 \times 2,30$ m metende kamertje geblazen door een opening in het plafond aan de eene zijde, de afvoer bevond zich aan de andere zijde eveneens in het plafond. Deze afvoer had een oppervlakte van 70% van het aanvoerende kanaal. De temperatuur in het kamertje was, als er 2 personen in verblijf hielden, ongeveer 1°C lager dan de temperatuur in de kamer, varieerend tusschen 75 en 82°F , waarin het kamertje was opgesteld. De relatieve vochtigheid varieerde tusschen 45 en 50%, er buiten tusschen 75 en 95%.

Aan allen die mij hierbij hun hulp gaven breng ik hier mijn hartelijken dank, ook aan ir. W i e s e b r o n voor zijn voorlichting.

Allereerst ging mijn belangstelling uit naar het gedrag van lijders aan asthma aanvallen, daar ik hiervoor eenige ervaring bij wijlen prof. S t o r m v a n L e e u w e n had opgedaan.

De ervaringen waren hier onverdeeld gunstig. Bij een zeer groot aantal asthma patiënten zullen er mogelijk ook hier enkelen zijn, die geen afdoende baat vinden. Tot heden was dit echter niet het geval.

Als voorbeeld moge de volgende observatie dienen:

Een jongetje van 9 jaar heeft sinds eenige jaren af en toe heftige asthma aanvallen. De diagnose staat

vast, het is niet bekend voor welke stoffen hij overgevoelig is.

De aanval begint met neusverkoudheid, bleek zien, erg bewegelijk zijn; hij niest dan wel twintig keer, gaat wat hoesten. In de eerste slaap wordt hij dan 's avonds wakker en zit rechtop in bed. Heeft veel moeite om te ademen, de ademhaling gaat met een piepend geluid gepaard. Niet zelden is het alleen met meerdere injecties asthmolysine mogelijk hem verlichting te geven.

In de familie komen meerdere gevallen van eczeem en galsteenen voor, één migraine-lijder; allen zijn zeer nerveus.

Op een avond was het weer mis. Ik stelde voor, dat hij eens een paar nachten zou komen logeeren.

Het benauwde kereltje bracht ik in het kamertje met geconditioneerde lucht naar bed, zonder andere maatregelen, zonder injecties, zonder medicijnen.

Na een half uur sliep het kind.

Hij zou den volgenden ochtend naar school; behoefde niet gewekt te worden, want hij was altijd uit zichzelf vroeg op.

Den volgenden ochtend toen ik kwam kijken, was hij echter nog in diepen slaap.

De piepende ademhaling was verdwenen, bij onderzoek was er in de borstholte nog wel het typische geluid te hooren, maar de verschijnselen gaven geen hinder meer. Met veel smaak ontbeet de jongen, die anders nogal eens zat te kieskauwen en ging naar school; was feitelijk, na één nacht van 9 uren in de stofvrije geconditioneerde lucht geslapen te hebben, van allen hinder af.

De tweede nacht deed alle verschijnselen volkomen verdwijnen.

Alle andere asthma patiënten reageerden op dezelfde wijze.

Een tweede waarneming betrof de alkali-reserve in het bloed.

Het bloed heeft een bepaalde en zeer constante waterstof-ionenconcentratie. De populaire opvatting van water is, dat dit een neutrale vloeistof is. Inder-

daad is echter gewoon leidingwater meer alkalisch dan bloed, terwijl gedistilleerd water belangrijk zuurder is dan bloed.

Indien de wisseling in de p_H van bloed even groot zou worden als het verschil van de p_H van leidingwater en gedistilleerd water, dan zou het leven van het menselijk organisme niet mogelijk zijn. De p_H van bloedserum is ongeveer 7,35.

Bij sommige ziekelijke toestanden (suikerziekte is wel de meest bekende) kunnen in het lichaam, door onvoldoende afbraak van de vetten, zure lichamen ontstaan: boterzuur, acetyl-azijnzuur en aceton.

Deze stoffen kunnen in vrij belangrijke hoeveelheid aanwezig zijn, zonder dat de p_H van het bloed er door wordt beïnvloed.

Dit komt doordat er in het bloed bufferzouten aanwezig zijn, welke een verschuiving van de p_H tegengaan, de eiwitten werken in denzelfden zin, maar op de bufferzouten komt het in de eerste plaats aan.

Het is duidelijk dat de bufferwerking te kort zal schieten bij het ontstaan van veel zure lichamen, of bij het verminderen van de bufferzouten.

Daar herhaaldelijk wordt opgemerkt, dat dit tekortschieten van bufferwerking (acidosis) in warme vochtige streken eerder optreedt dan daarbuiten — goed geregelde dieeten met insuline-injecties bij suiker-patiënten, waarbij dan geen acetonontwikkeling optreedt, worden in de Roode Zee onveranderd voortgezet, ondanks dit treedt dan toch acetonurie op, deze verdwijnt weer in koelere streken — rees de vraag: zou er iets te vinden zijn voor en na het verblijf in droge gekoelde lucht.

De bepaling van de hoeveelheid bufferzouten, welke gewoonlijk als „alkaliereserve” wordt aangeduid, is vooral door van Slijke bestudeerd en kan o.a. door een eenvoudige titratie van de urine bepaald worden.

Het is n.l. door tal van parallel-waarnemingen gebleken dat, wanneer men in de in 24 uren uitgescheiden urine de zuren en ammoniak-verbindingen titreert, de experimenteele formule

$$A = 80 - 5 \sqrt{\frac{D}{W}}$$

ons in staat stelt de alkali-reserve (A) te berekenen.

D is de gebruikte hoeveelheid 0,1 normaal-loog, W het lichaamsgewicht van de onderzochte persoon.

Over het uitvoeren van de reactie kan ik hier wel zwijgen.

Geobserveerd werden twee volwassenen.

De eerste is een normaal gebouwde vrouw 32 j., 63 kg, 1,68 meter; nooit ziek geweest, in de familie komen geen afwijkingen voor.

Zij is aan het klimaat in de Preanger gewend, vindt het 's nachts vrij koel en slaapt steeds onder een laken en wollen deken.

Zij transpireert niet bij lichte inspanning.

De in 8 uren geproduceerde urine bedroeg onder gewone omstandigheden 180 c.c. per nacht; in de gekoelde kamer 200 c.c.

De over 24 uur omgerekende alkali-reserve was in gewone omstandigheden gemiddeld 68, in de

gekoelde kamer 70 (gemiddelden uit 10 waarnemingen).

In dit opzicht was er dus geen verschil te bemerken.

Geheel anders vielen dezelfde waarnemingen uit bij den tweeden proefpersoon.

Deze is aan den zwaren kant, man van 52 j., 93 kg, 1,78 meter.

Als klein kind: eczeem, als kleuter: bronchitis en veel te dik; heeft niersteen-aanvallen gehad, twee maal omstreeks 35 j. Heeft een overgevoeligheid (allergie) voor gekookte visch.

De moeder was zeer dik, evenals een zuster. Een oom had suikerziekte. Een zoon had als kind eczeem en als kleuter asthma.

Deze proefpersoon wijkt dus in zijn gestel af van het normale, behoort tot de exsudatieve typen.

Hij is aan het klimaat in de Preanger gewend, heeft het altijd warm, transpireert bij de kleinste inspanning. Heeft het ook 's nachts warm en slaapt steeds zonder dekens.

De in 8 uren geproduceerde urine bedroeg per nacht gemiddeld 300 c.c.; in de gekoelde kamer niet minder dan 625 c.c. (gemiddelden uit 12 waarnemingen).

In dit opzicht bestond er dus een zeer aanzienlijk verschil.

De alkali-reserve was onder gewone omstandigheden omgerekend over 24 uur, 56; in de gekoelde kamer 68.

Dit verschil is groot genoeg om een gunstigen invloed van het micro-klimaat doen vermoeden.

Ik leg den nadruk op „te doen vermoeden”, want ongetwijfeld zijn een veel grooter aantal waarnemingen met een groot aantal personen noodig voor het trekken van veilige conclusies.

Het is zeker de moeite waard om een en ander nader te bestudeeren; ook hier zou dan weer blijken, dat de zwakkeren van de gunstige condities het meeste profiteeren; tevens zou een inzicht verkregen kunnen worden in de diepere oorzaken van den eigen aard der exsudatieve typen die vatbaar zijn, slecht tegen de tropen kunnen. Het koelend vermogen van de huid is bij deze typen lager dan normaal.

Zeker is wel dat het verblijf van ernstige zieken in geconditioneerde lucht groote voordeelen biedt, vooral in de heete kustplaatsen.

Vele perspectieven voor onderzoek openen zich, vooral ook als men eens een onderzoek gaat instellen naar psychische functies.

Een jongeman van de 5de klasse lyceum kwam gaarne in de warme middaguren zijn schoolwerk maken in het gekoelde kamertje.

Het viel mij op dat hij na eenigen tijd steeds eerst begon met het schriftelijk werk en daarna zijn lessen ging leeren.

Onder de proeven met kinderen, die om tal van redenen bleken te behooren tot degenen, die in de tropen wat moeite hebben met de warmte, nam ik nu de proef van Wiersma-Godefroy.

Hierbij geeft men aan de proefpersoon een papier, waarop 33 regels gedrukt staan. Iedere regel bevat 25 figuurtjes, welke uit punten bestaan, sommige uit drie, andere uit vier en weer andere uit vijf puntjes.

De opgave luidt: alle figuurtjes met vier puntjes met een potlood doorstrepen en tevens alle figuurtjes met drie puntjes tellen, achter iederen regel opschrijven hoeveel figuurtjes van drie er in dien regel geteld zijn.

Na het begin van de proef tikt de experimentator iedere minuut met zijn potlood. De proefpersoon zet dan voor den regel, waarmede hij bezig is, een kruisje.

Uit het aantal kruisjes ziet men hoe lang de proef duurde.

Nu gaat men na afloop het aantal fouten na en telt hoeveel fouten er per minuut gemaakt zijn.

Verder splitst men het totaal aantal minuten, dat voor de verrichte taak noodig was, in drieën.

Is het aantal minuten niet door 3 deelbaar, dan neemt men de 1ste en 3de groep gelijk, de midden-groep wordt dan 1 minuut grooter of kleiner.

Is het kind in staat voortdurend zijn aandacht te geven, zonder al te vermoeid te raken, dan zal de verhouding van het aantal fouten in de 3de groep tot het aantal figuren in die groep niet belangrijk verschillen van de verhouding van het aantal van alle fouten tot het aantal van alle figuren.

Is de eerst genoemde verhouding grooter dan is dit een duidelijk bewijs dat er vermoeidheid in de aandacht optrad.

Alle waarnemingen werden 's middags tusschen 16 uur en 17.30 verricht.

De leeftijd der kinderen was tusschen 9 en 12 jaar.

Bij herhaling van deze proeven door dezelfde proefpersoon kan aan een zekere „oefening” gedacht worden, daarom werden deze waarnemingen nu eens het eerst in de geconditioneerde lucht verricht, dan weer eens het eerst er buiten.

In het proefkamertje werd de proef eerst genomen, nadat ten minste een half uur met prentjes kijken was doorgebracht om te acclimatiseeren.

De resultaten vielen zonder uitzondering opvallend in het voordeel van de geconditioneerde lucht uit.

Tevens werd opgemerkt dat het aantal minuten dat er dan noodig was ook steeds kleiner was: behalve mindere vermoeidheid een beter tempo.

Ook hier is het aantal waarnemingen niet zoo groot dat er zekere conclusies mogen worden getrokken, maar men mag toch wel zeggen dat hiermede aangetoond is, dat in koele droge lucht het kind dat zich psychisch inspannt en niet met warmtestuwing wordt bedreigd, betere prestaties levert. Iets wat wel te verwachten was, maar zoover mij bekend nog niet experimenteel werd aangetoond.

Wat dit voor het school-onderwijs, ook voor den onderwijzer en leeraar kan beteekenen, behoef ik nauwelijks te zeggen.

Mededeeling over de gekoelde rijtuigen van de S.S.

door

ir. J. WILDSCHUT,

Bedrijfsingenieur der S.S.-werkplaats te Manggarai.

(Voordracht gehouden op de Algemeene Vergadering van de Sectie voor Koeltechniek van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assainering te Bandoeng, April 1940).

Inhoud.

- | | |
|---|--------------------------------|
| I. Inleiding. Aansluiting op vroegere publicaties. | III. Eenige berekeningen. |
| II. Beschrijving A.C.F.- en Stone-Carrier installaties. | IV. Proefritten en conclusies. |

I. Inleiding. Aansluiting op vroegere publicaties.

Alvorens aan het eigenlijke onderwerp te beginnen, mogen even enkele algemeene punten betreffende koeling van spoorwegrijtuigen worden aangestipt. Ik sluit daarbij aan op de in 1938 alhier gehouden voordracht, gepubliceerd in *De Ingenieur in Ned.-Indië* van November van dat jaar door ir. Brouwer, Chef van den Dienst van Tractie en Materieel der S.J.S. en S.C.S. Tot mijn spijt heb ik geen jongere serie gegevens kunnen machtig worden, dan per 1 Januari 1939, doch ook dit levert reeds een aanknooppunt op voor enkele beschouwingen.

De situatie in Noord-Amerika is samengevat in achterstaande tabel.

In de eerste plaats zij er op gewezen, dat de gegeven absolute cijfers niet vergelijkbaar zijn. De eene maal vindt men cijfers uitsluitend betreffende de Class I Railroads, een andermaal van *alle* spoorwegen en in beide gevallen nu eens inclusief, dan weer exclusief Canada.

Nu voor de compressorsystemen gesplitste cijfers beschikbaar zijn, is het merkwaardig welk een geringe verbreiding de electromechanische koeling heeft gevonden.

	Geïnst. in 1933		Geïnst. in 1934		Geïnst. in 1935		Geïnst. t/m 10-'36		Tot. per 1-11-'36		Tot. per 1-1-'38		Geïnst. in 1938		Tot. per 1-1-'39	
	Aant.	%	Aant.	%	Aant.	%	Aant.	%	Aant.	%	Aant.	%	Aant.	%	Aant.	%
Electromechanisch	310	47,8	932	49,4	1808	53,7	911	42,7	3961	49,3	3982	49,3	68	8,1	1850	15,8
Directe aandrijving																
Afzond. verbr. motor	—	—	—	—	10	0,3	59	2,8	69	9,7	90	1,0	230	27,5	323	2,8
Front-end drive	—	—	8	0,4	6	0,2	6	0,3	20	2,5						
Totaal compr. systemen	310	47,8	940	49,8	1824	54,1	976	45,7	4050	50,4	4072	50,3	398	35,6	6034	51,6
Stoomejector koeling	41	6,3	197	10,4	549	16,3	204	9,6	991	12,4	995	12,3	285	34,1	1587	13,6
IJskoeling	297	45,8	749	39,7	993	29,5	951	44,6	2990	37,2	3011	37,3	253	30,3	4055	34,7
Totaal	648	—	1886	—	3366	—	2131	—	8031	—	8078	—	836	—	11676	—

Het aantal cijfers is overigens te klein om tot een bepaalde conclusie te komen inzake het meest gangbare systeem. Zooals ir. Brouwer reeds uiteenzette, zijn de beide mechanische systemen in Amerika in het algemeen voordeliger bij druk gebruik van het park en bij een lang koelseizoen. Bij de groote klimatologische verschillen in de diverse breedtezones van dit uitgestrekte land, is voor alle systemen wel een eigen plaats weggelegd.

Opvallend is het groote aantal in 1938 geïnstalleerde stoomejectorinstallaties, terwijl vermoedelijk ook een betrekkelijk groot aantal installaties met eigen aandrijving (gasmotor) in dienst is gesteld. Het totale per 1 Januari 1939 aanwezige aantal daarvan zou men echter grooter verwachten.

De z.g. front end drive wordt alleen toegepast bij Dieseltreinen, die steeds één geheel blijven vormen en waarbij een aggregaat voor den geheelen trein in de machinekamer wordt geplaatst.

Van Amerika naar Ned.-Indië overstekend, blijkt de situatie dusdanig, dat de conclusies van ir. Brouwer nog geheel onderschreven kunnen worden. Immers zal het meest gebruikte rijtuig, n.l. dat van dag- of nachtpres, hoogstens 176 000 km/jaar afleggen. In de practijk moet men met niet meer dan 150 000 km rekenen en gemiddeld met 120 000, zoodat bij een installatie van 10 000 cal/h ijs nog iets voordeliger is. De totale kosten zijn dan 1,88 ct/km (bij een ijsprijs van f 7,50/t) tegen 1,95 ct/km electromechanisch. De afschrijvingspercentages enz. zijn dezelfde als die welke ir. Brouwer aannam. Het ijsverbruik is op ongeveer 1 kg/km aangenomen.

Wat nu betreft de eventueel te zijner tijd in aanmerking komende compressorsystemen — stoom-ejectorkoeling is hier practisch niet door te voeren — als een wezenlijke concurrent voor het ijssysteem doemt m.i. alleen op het mechanische systeem met

afzonderlijke aandrijving door een verbrandingsmotor, zooals Waukesha. Hoewel de technische outillage het mogelijk zou maken, hier te lande gas in flesschen beschikbaar te stellen (propan en/of butaan) is er voorloopig nog weinig kans op, dat een volledig distributiesysteem wordt opgezet. Dit is begrijpelijk als men bedenkt, dat hiervoor eenige tienduizenden flesschen noodig zijn, die meer dan 100 at moeten kunnen verdragen en waarvan de prijs per stuk niet ver onder de honderd gulden ligt. Alvorens in dezen tijd een dergelijk bedrag te investeren, moet men wel zeer van de rentabiliteit overtuigd zijn.

Het direct aangedreven systeem moet op plaatsen, waar langer dan enkele minuten wordt gestopt, aangesloten worden op een plaatselijke stroombron. Gevoegd bij de zeer hoge aanschaffingskosten schijnt dit systeem voor Indië voorshands weinig kans te hebben.

De electromechanische installatie tenslotte is (na den stoomejector) de zwaarste en duurder dan Waukesha (en uiteraard veel duurder dan een ijsinstallatie), maar krijgt mogelijk na verdere perfectionneering en bij teruglopende aanschaffingskosten een kans bij onze exprestreinrijtuigen.

Voorloopig doen we het met ijs.

II. Beschrijving A. C. F.- en Stone-Carrier installaties.

De S.S. in Ned.-Indië hebben vier exprestreinrijtuigen uitgerust met een luchtbehandelingsinstallatie met ijs als koelmiddel, waarvan twee met systeem Stone-Carrier en twee met dat van de American Car and Foundry, afgekort A.C.F. In 1940 zullen nog twaalf rijtuigen van een A.C.F.-installatie worden voorzien, zoodat dan alle z.g. ABGL's, dat zijn dus de gangrijtuigen zooals men die in de Eendaagsche Exprestreinen kent, gekoeld zullen zijn. Een definitieve voorkeur voor het

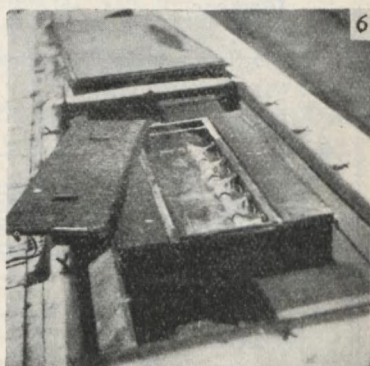
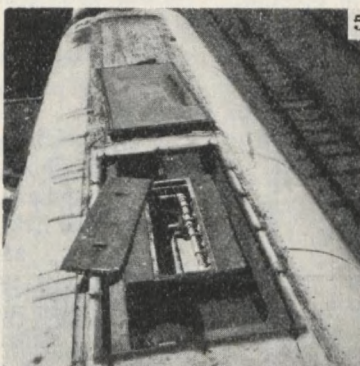
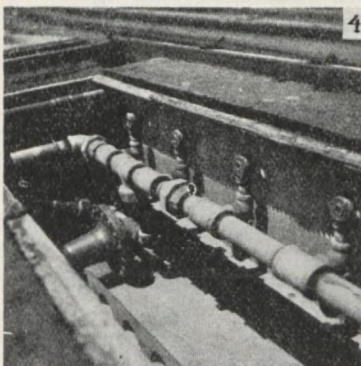
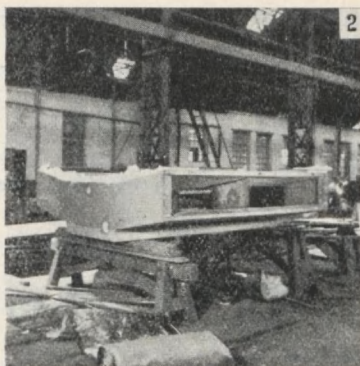


Foto 1. Een gekoeld rijtuig; onder bevindt zich de ijsbunker, boven steekt de montagebak iets uit. Calorexglas.

Foto 2. Ijsbunker tijdens opbouw.

Foto 3. Het A.C.F. koelaggregaat (zie fig. 1).

Foto 4. Sproeiers en drukregelaar van het A.C.F. koelaggregaat.

Foto 5. Inbouw van het A.C.F. koelaggregaat.

Foto 6. De A.C.F. sproeiers in werking bij afgenomen deksel.

A.C.F.-systeem werd hiermee niet uitgesproken; prijzen en levertermijnen hebben bij deze bestelling een groote rol gespeeld.

Het eerste rijtuig, dat in dienst werd gesteld met ijskoeling, was ABGL 8014. Dit is voorzien van een A.C.F.-installatie, welke daarom in eerste instantie beschreven zal worden.

Onder het rijtuig hangt een ijsbunker, welke met

12 blokken à 50 kg, totaal dus 600 kg, wordt gevuld. De blokken liggen in 2×3 rijen, per rij 2 achter elkaar in de lengterichting van het rijtuig. De bunker bestaat uit een dubbelwandigen plaatijzeren bak met isolatie. Aan weerszijden van het rijtuig is een deur voor vulling. De blokken ijs liggen eenigszins hellend naar het midden toe, alwaar water over het ijs wordt

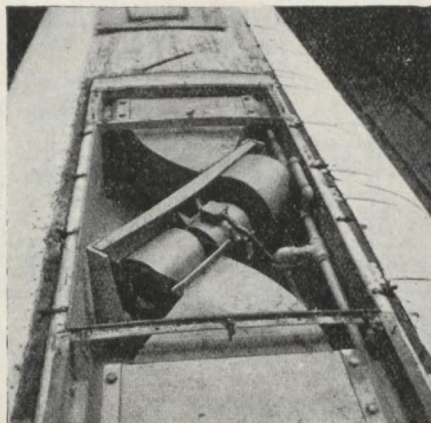


Foto 7. Inbouw van het Stone-Carrier koelaggregaat (zie fig. 5.).

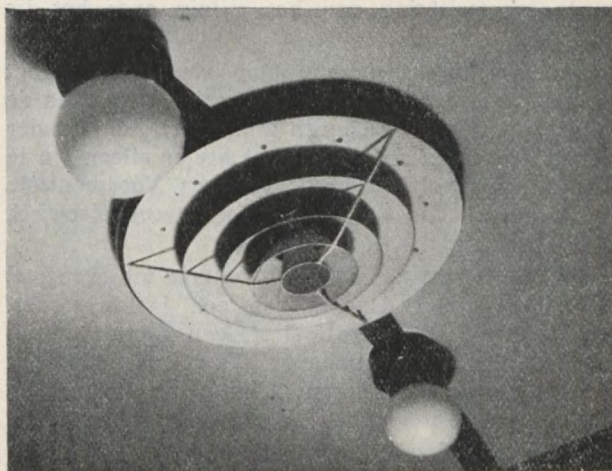


Foto 8. A.C.F. anemostaat.

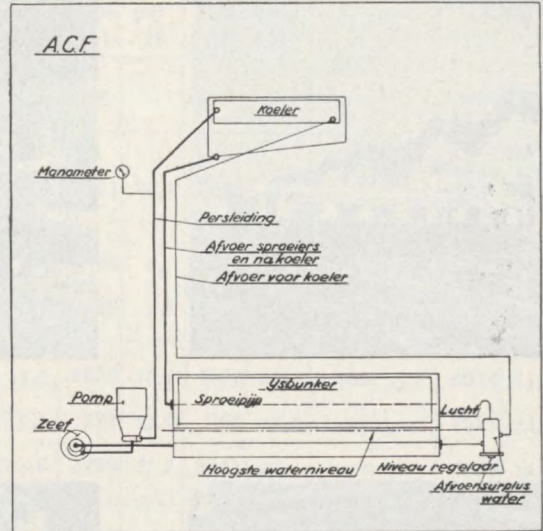
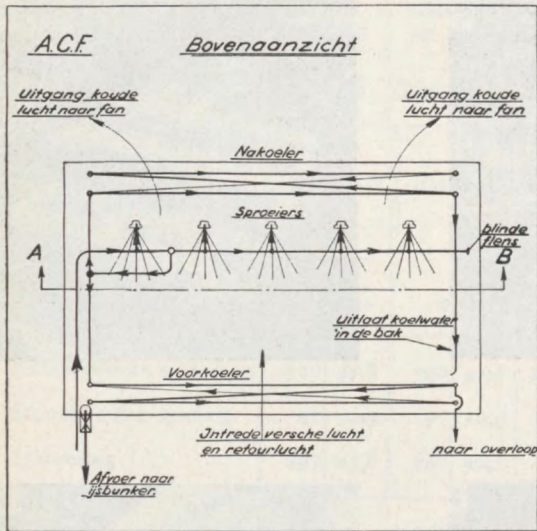


Fig. 2.

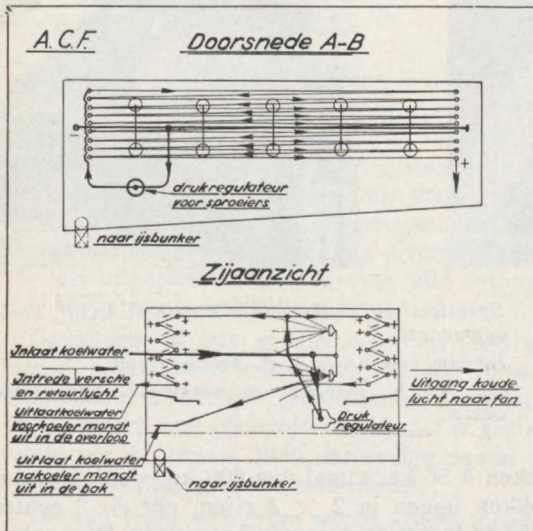


Fig. 1.

gevoerd. De blokken smelten daar dus af en zakken door de hellende ligging vanzelf na. Het water komt uit een geperforeerde pijp met verdeelgoot, die het in de lengterichting van het rijtuig over het ijs verdeelt.

Een Worthington-ijswaterpomp van $\frac{1}{2}$ pk pompt het water via een zeef naar het koelaggregaat. In de persleiding bevindt zich een manometer, die zonder schaalverdeling kan zijn, omdat het er alleen om te doen is te zien of de pomp druk geeft. Voor controle op de inschakeling van de pomp zorgt een electrisch verknikkerlampje.

Het koelaggregaat (fig. 1) bestaat uit twee stel ribbenbuizen met daartusschen een luchtwasscher. Deze laatste is samengesteld uit een aantal verstui- vers, op een gemeenschappelijke pijp gemonteerd, gevoed door de ijswaterpomp. Aan een spruit van de pijp is een drukregelaar aangebracht, welke boven den voor de sproeiers gunstigsten druk van 0,5 à 0,6 at het water doorlaat naar beide groepen ribbenbuizen. Het geheel is ondergebracht in een geïsoleerde plaatijzeren kast en voorzien van een

terugvoerleiding van het water uit de sproeiers en een der ribbenbuizen naar den ijsbunker. Het water uit de andere buisengroep wordt afzonderlijk afgevoerd. De bekleedingskast is bovendien nog voorzien van een afvoerpijpje voor condenswater, dat rechtstreeks naar buiten wordt afgeleid en op de teekeningen niet is aangegeven.

Verder (zie schema fig. 2) is er nog een niveau-regelaar, die het waterniveau in den bunker op constante hoogte houdt en waarin de terugleiding van den voorkoeler uitkomt.

De te koelen lucht (zie fig. 3) wordt aangezogen door twee kortgekoppelde Baldor centrifugaalventilatoren van elk $\frac{1}{2}$ pk en 1140 omw./min. Zij zijn direct naast het koelaggregaat geplaatst en voeren de gekoelde en ontvochtigde lucht naar de compartimenten.

De verse- en retourlucht-leidingen zijn vervaardigd van dun plaatkoper en loopen boven in de kap van het rijtuig over nagenoeg de geheele lengte. Door middel van aftakkingen, voorzien van z.g. anemostaten (foto 8), wordt de lucht zoo tochtvrij

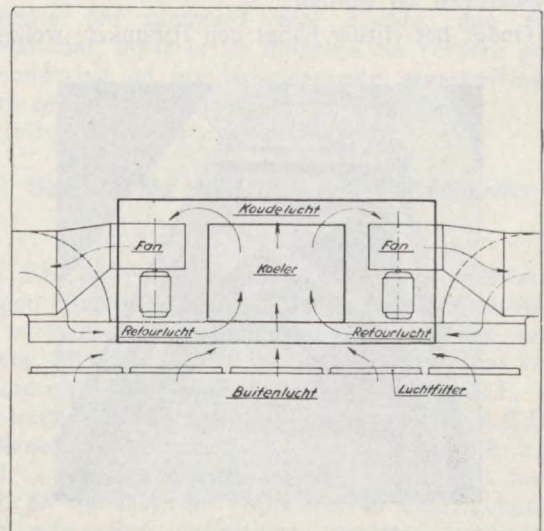


Fig. 3.

mogelijk in de compartimenten gebracht. In tegenstelling met de drukventilatie is het bij koeling n.l. niet aangenaam indien men de luchtbeweging voelt. De retourlucht wordt door aftakkingen in de gang boven de compartimentsdeuren naar de centrale retourleiding gezogen en komt zoo weer in den koeler terug. In de aanzuigleiding van de verse lucht zijn filters aangebracht.

De regelbare vloeistof-thermostaat tenslotte is geplaatst in de retourluchtleiding en schakelt de ijswaterpomp in of uit. De ventilatoren loopen constant door.

Nog even terugkomend op de behandeling van de lucht in het koelaggregaat (fig. 1) het volgende: men ziet deze eerst den voorkoeler passeeren. Die voorkoeler komt dus in aanraking met de warmste lucht en dit is de reden, dat het afloopwater hieruit afzonderlijk wordt afgevoerd.

De lucht passeert daarna een watersluier en wordt hierin zoowel gekoeld als ontvochtigd en gereinigd. Daarna wordt de nakoeler gepasseerd.

Zooals reeds opgemerkt, verzamelt het water van de sproeiers zich met dat uit den nakoeler onder in het koelaggregaat. Het wordt via een gemeenschappelijke leiding rechtstreeks naar den ijsbunker teruggevoerd om na afkoeling weer verder aan de circulatie deel te nemen. Deze hoeveelheid is echter niet voldoende om het niveau in den bunker op peil te houden, ook al is dit aangevuld met condens- en smeltwater. Deze laatstbedoelde aanvulling noodzaakt daarentegen tot doen afvloeien van een gedeelte van het in circulatie zijnde water en wel uit den voorkoeler, welk water daartoe gekozen werd wegens de relatief hoge temperatuur. De afvloeiing, respectievelijk doorlating van dit water naar den ijsbunker bewerkstelt de niveauregelaar.

De verhouding tusschen de aangezogen verse en retourlucht wordt geregeld door schuiven in de retourluchtleiding.

Gebleken is, dat een *constante* temperatuur in het rijtuig (in het algemeen doch vooral bij lange ritten) aangener wordt ondervonden dan een constant

temperatuursverschil met de buitenlucht. Bovendien is eerstgenoemde regeling technisch gemakkelijker te verwezenlijken. Er bestaan wel z.g. differentiaal-thermostaten, maar die schijnen nog niet bepaald railwayproof te zijn.

De *Stone* installatie (zie schema fig. 4) verschilt op diverse punten van die der A.C.F. De belangrijkste verschillen vindt men in de koelers en in de lucht-beweging. Hier geen sproeiers, maar een gesloten stelsel van ribbenbuizen, verdeeld over twee koelaggregaten. Eén motor van 1 pk drijft beide ventilatoren van gelijke capaciteit als die der A.C.F. De lucht wordt hier door de koelers geperst in plaats van gezogen (fig. 5). De retourlucht gaat niet door een aparte leiding terug; de gang doet als zoodanig dienst. De afzuiging hieruit vindt plaats via een stel filters in de onmiddellijke nabijheid van de ventilatoren. Het koelwater komt *geheel* terug in den ijsbunker, die gelijk is aan dien der A.C.F.-installatie. Het overloopwater zal dus wat lager in temperatuur zijn dan bij de A.C.F. bij eenzelfde warmteoverdracht in de koelers.

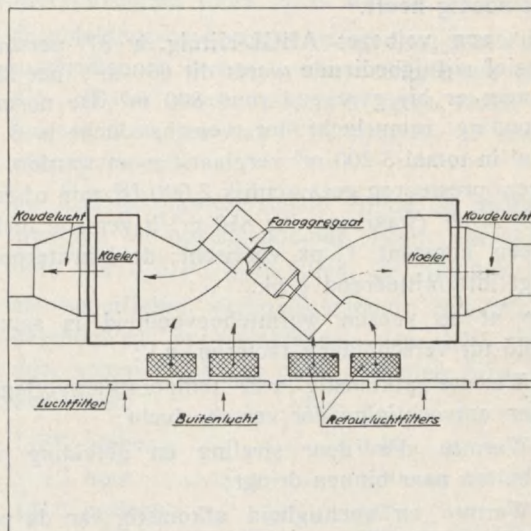


Fig. 5.

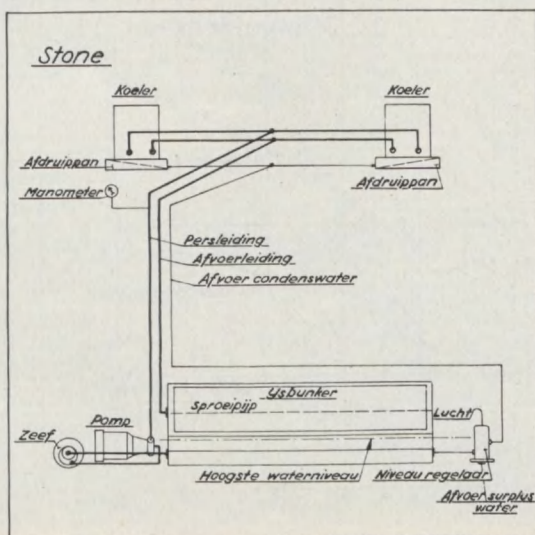


Fig. 4.

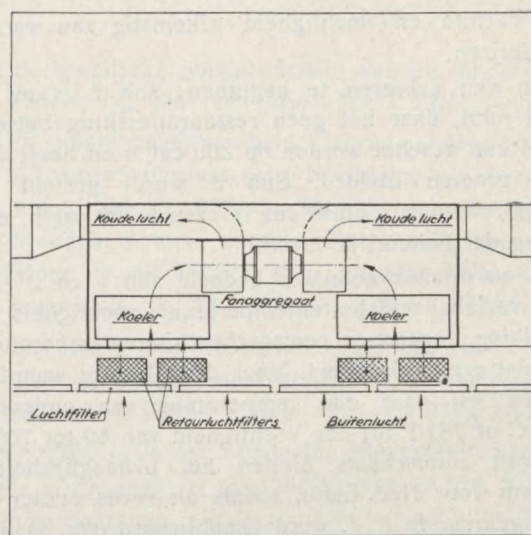


Fig. 6.

De kwikthermostaat van Stone is niet regelbaar. Toen dit bezwaren gaf, zijn drie thermostaten aangebracht, die naar keuze ingeschakeld kunnen worden, waardoor een beperkte regelbaarheid wordt verkregen.

Toen bij nader te bespreken proefritten bleek, dat de resultaten van dit systeem niet geheel op het peil kwamen van die der A.C.F., is getracht dit te verbeteren door de koelers analoog aan laatstgenoemd systeem in de *aangezogen* lucht te plaatsen (fig. 6). Er zijn nog niet voldoende proefritten gehouden om een voorkeur uit te spreken voor een dezer beide opstellingen der Stone-installatie.

III. Eenige berekeningen.

Alvorens nu de proefritten en eenige daaruit te trekken conclusies te bespreken, eerst iets over de theoretisch benodigde energie.

Bij de berekening is op grond van waarnemingen en ervaringscijfers in Amerika en elders, aangenomen dat één persoon per uur ongeveer 17 m^3 verse lucht nodig heeft.

Bij een volbezet ABGL-rijtuig à 37 personen inclusief rijtuigbediende wordt dit 630 m^3 , met 25% lekkages er bij gerekend rond 800 m^3 . De normale verhouding retourlucht tot verse lucht is 3 : 1, zoodat in totaal $3\,200 \text{ m}^3$ verplaatst moet worden. De blowers presteeren gezamenlijk $2\,000 \text{ ft}^3/\text{min}$ of rond $3\,400 \text{ m}^3/\text{h}$ (waarvan dus $850 \text{ m}^3/\text{h}$ verse lucht), hetgeen constant 1 pk vereischt; de ijswaterpomp vraagt intermitterend $\frac{1}{2}$ pk.

De af te voeren warmtehoeveelheid is samengesteld uit verscheidene factoren, n.l.:

1. Warmte afkomstig van temperatuursverlaging en ontvochtiging der verse lucht;
2. Warmte die door straling en geleiding van buiten naar binnen dringt;
3. Warmte en vochtigheid afkomstig van de passagiers zelf;
4. Warmte afkomstig van de fanmotoren;
5. Warmte en vochtigheid afkomstig van warme spijzen.

Om van achteren te beginnen: sub 5 is in dit geval nihil, daar het geen restauratierijtuig betreft. Sub 4 kan geschat worden op 200 cal/h en heeft dus geen grooten invloed. Sub 3 wordt gesteld op $100 \text{ cal/persoon/h}$ en is dus in casu $3\,700 \text{ cal/h}$, een bedrag dat behoorlijk meetelt.

De warmtehoeveelheden bedoeld sub 1 en 2 zijn sterk variabel met buitentemperatuur, vochtigheid en bewolking, tegenover gewenschte binnentemperatuur en relatieve vochtigheid. Voor deze laatste waarden streven wij naar een temperatuur van ongeveer $25\frac{1}{2}^\circ \text{C}$ of 78°F bij een vochtigheid van 60 tot 70%. Dit valt ruimschoots binnen het behaaglijkeheidsdiagram voor Ned.-Indië, zooals dit reeds eerder in *De Ingenieur in N.-I.* werd gepubliceerd (fig. 7). De Amerikaansche conceptie van de Summer Comfort

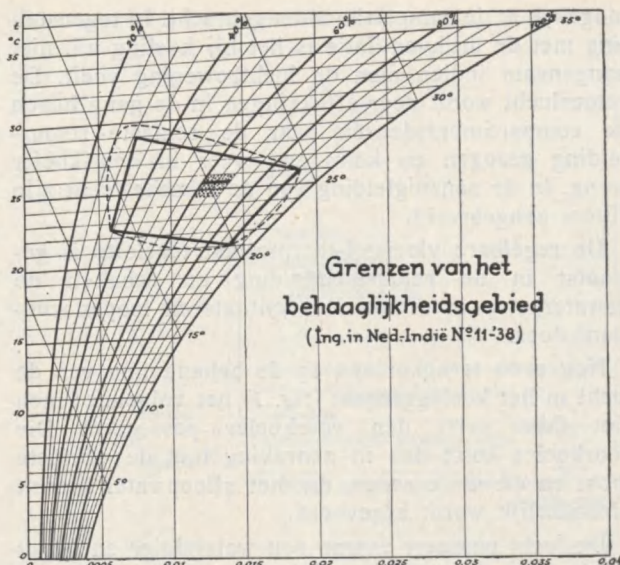


Fig. 7.

Zone is een weinig anders, het optimum van comfort ligt daar bij 71°F of $21\frac{1}{2}^\circ \text{C}$, hetgeen natuurlijk verband houdt met de kleding. De A.C.F. heeft echter op een dergelijke binnentemperatuur de oorspronkelijke berekening van de benodigde koelcapaciteit gebaseerd. Het volgende is daaraan, vrij vertaald, ontleend, waarbij tevens de Heating, Ventilating and Air Conditioning Guide werd geraadpleegd. Waar deze Guide veel praktische tabellen ter vereenvoudiging van de berekening bevat en deze zijn uitgedrukt in Engelsche maten en gewichten en graden Fahrenheit, heb ik de verdere berekeningen ook daarin gehouden en slechts de einduitkomsten weer omgezet in cal/h.

Uitgegaan is van een proefrit, die in Maart 1936 is gehouden. Gereden is van Bandoeng naar Weltevreden (fig. 8), waardoor de abnormale stijging van

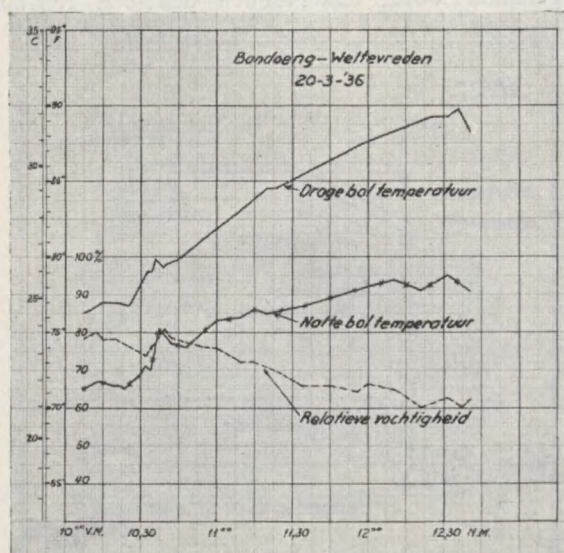


Fig. 8.

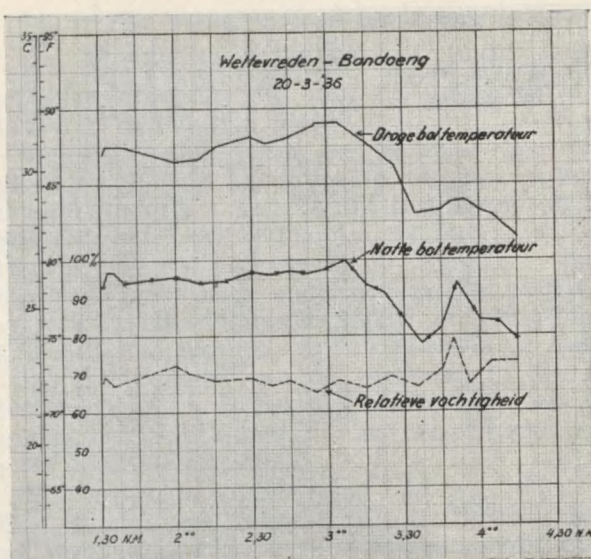


Fig. 9.

de buitentemperatuur wordt verklaard. Des namiddags reed men terug van Weltevreden naar Bandoeng (fig. 9). Blijkbaar is het boven Plered gaan regenen, gezien den sterken temperatuurval en de stijging van de relatieve vochtigheid.

De temperaturen waarom het ging, zijn nader — doch wat schematischer — gecompileerd om een basis voor berekeningen te krijgen (fig. 10). Hier ziet men eenerzijds wat het dak te verwerken krijgt en hoe belangrijk het is, dit speciaal te isoleren en anderzijds, dat het op de onderhavige proefrit in het rijtuig wel erg kil moet zijn geweest als de onderste lijn de werkelijk opgenomen temperatuur voorstelt en niet het Amerikaansche idee van Summer Comfort.

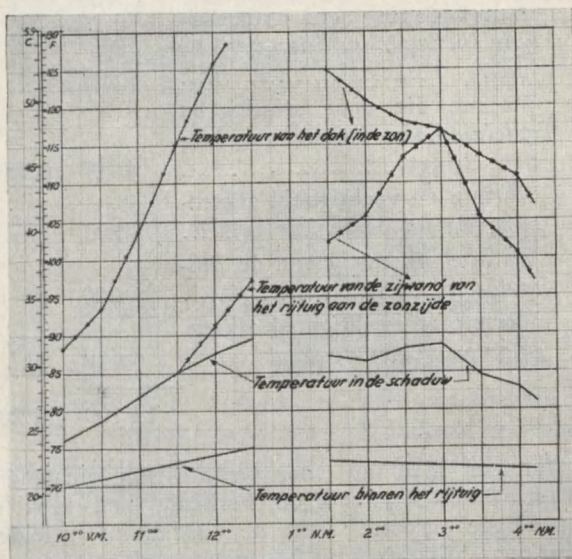


Fig. 10.

Voor de thans te berekenen warmtehoeveelheden sub 2 (en 1) gaan we uit van eenige middelbare temperaturen en vochtigheden, aan fig. 10 ontleend behalve v.w.b. die in het rijtuig, t.w.:

Temperatuur van het dak in de zon	118° F
Temperatuur van den zijwand in de zon	108° F
Temperatuur van den zijwand in de schaduw	88° F en 65%
Temperatuur in het rijtuig	78° F en 65%.

Hierbij valt op te merken, dat bij bewolkte lucht de buitentemperatuur veel lager, de vochtigheid veel hoger zal zijn, terwijl voorts de aandacht gevestigd wordt op het feit, dat in bovenaangehaald voorbeeld reeds belangrijk ontvochtigd wordt, n.l. van 25,4 g/m³ op 18,1 g/m³, zoodat bijna 30% van het in de buitenlucht aanwezige vocht moet worden neergeslagen.

Achtereenvolgens moet thans worden vastgesteld:

- de geleidbaarheid van de in het rijtuig gebruikte materialen in verband met de toegepaste dikte, bijv. 13/16" hout 1,23, 3/8" glas 13,85, 1 1/4" indjoek 0,80, d.z. dan BTU/h/sq.ft./° F temperatuursverschil.
- de z.g. warmteweerstand, zijnde de reciproke waarden van bovengenoemde cijfers, dus 13/16" hout 0,81, 3/8" glas 0,072, 1 1/4" indjoek 1,25.
- de specifieke warmteweerstand van elk te beschouwen oppervlakte-deel van het rijtuig door sommeerling van deze gegevens, bijv. voor den vloer:

1/8" rubber	0,40
1" hout	1,00
1 1/4" indjoek	1,25
13/16" hout	0,81
	3,46

- de specifieke geleidbaarheid van elk oppervlakte-deel, i.c. voor den vloer dus $1 : 3,46 = 0,285$.
- de totale geleidbaarheid hiervan, anders gezegd de warmtedoorlaat per °F temperatuursverschil, uitgedrukt in BTU/h, waartoe dus alle oppervlakken moeten worden uitgerekend; voor den vloer is dit 377,72 sq.ft., zoodat de bedoelde waarde is $377,72 \times 0,285 = 107,50$ BTU/h.
- de totale warmtedoorlaat voor elk vlak bij de gegeven temperatuursverschillen; de vloer draagt hiertoe bij $107,50 \times (88 - 78) = 1075,0$ BTU/h.

Het totaal is de sub 2 bedoelde hoeveelheid warmte, welke in de gegeven omstandigheden 18 574 BTU/h blijkt te bedragen, zijnde rond 4 700 cal/h, verdeeld als volgt:

Overzicht van de berekening van de warmte die door straling en geleiding van buiten naar binnen dringt	Oppervlakte in sq. ft.	Specifieke geleidbaarheid in BTU/h/sqft/°F	Totale geleidbaarheid in BTU/h/°F	Zon of schaduw	Temperatuursverschil in °F	Totale warmte-doorlaat in BTU/h	Subtotalen
Dak (koekoek)	149,40	0,111	16,6	Z	40	664	} 1640
Dak (links of rechts)	141,84	0,1115	15,75	Z	40	630	
Dak (links of rechts)	141,84	0,1115	15,55	S	10	157	
Koekoekrand (idem)	34,51	0,109	3,77	Z	40	151	
Koekoekrand (idem)	34,51	0,109	3,77	S	10	38	
Ramen (idem)	66,4	0,732	48,6	Z	30	1458	} 1944
Ramen (idem)	66,4	0,732	48,6	S	10	486	
Zijwand (idem)	253,68	1,22	310	Z	30	9300	} 12400
Zijwand (idem)	253,68	1,22	310	S	10	3100	
Vloer	377,72	0,285	107,5	S	10	1075	1075
Eindvlakken	124	1,22	151,5	S	10	1515	1515
						18574	
Geheele rijtuig, uitgedrukt in cal/h.						4681	bij de als
volgt aangenomen temperaturen:							
Dak in de zon						118°F	
Zijwand in de zon						108°F	
Zijwand in de schaduw						88°F, 65% vochtig	
Binnen in het rijtuig						78°F, 65% vochtig	

Gegeven het feit, dat de oppervlakken van het dak en van beide zijwanden samen minus de ramen ongeveer gelijk zijn, behoeft de enorme warmtestroom door den zijwand eenige toelichting. Men is n.l. uitgegaan van de constructie der rijtuigen vóór den ombouw tot drukventilatie. Het dak was toen reeds aannemelijk geïsoleerd, de zijwanden nog niet. Het is inmiddels geschied, waardoor het cijfer van 1,22 thans niet hooger zal zijn dan 0,4, zoodat het totaalbedrag van 12 400 gedaald is tot rond 5 000 BTU/h en de 4 700 cal/h tot niet meer dan circa 2 800.

Bij de ramen vindt ook een sterke warmteoverdracht plaats. Hiertegen is aan de buitenzijde calorexglas aangebracht, het binnenraam is normaal helder glas gebleven. Volgens het prospectus laat calorexglas slechts 20% van de stralingswarmte door. Het prospectus zwijgt over de geleidingswarmte (een andere dergelijke glassoort geeft 60% op) en aanzien naar ik meen laboratoriumproeven terzake gaande zijn, zal ik mij tot vorenstaande opmerkingen bepalen, na nog gereleveerd te hebben, dat calorex 39% van het licht heet tegen te houden, hetgeen weldadig voor het oog blijkt te zijn, terwijl verkleuring practisch niet is op te merken.

Rest tenslotte te berekenen de warmte, afkomstig van de temperatuursverlaging en ontvochtiging der verse lucht. De bewuste hoeveelheid lucht werd reeds eerder berekend op 850 m³/h, zijnde rond 30 000 cu. ft./h. De totale warmte-inhoud hiervan laat zich berekenen door dien van de droge lucht en dien van den aanwezigen waterdamp (waarvan men de hoeveelheid dus eerst afzonderlijk moet bepalen), te sommeeren. Doet men dit voor de condities buiten en binnen, dan is het verschil de gezochte hoeveelheid warmte. De tabellen geven e.e.a. aan per gewichts-

eenheid. Teneinde de 30 000 ft³ in lbs om te zetten, moet men eerst de dichtheden van droge lucht en van waterdamp afzonderlijk nagaan en sommeeren. Het totaal blijkt dan te zijn:

$$Q(d_i + d_w)(H_{bu} - H_{bi}) = 30\,000(0,0703 + 0,0013)(43,62 - 33,46) = 21\,840 \text{ BTU/h of rond } 5\,500 \text{ cal/h.}$$

Er kan thans een staatje samengesteld worden van de benodigde frigorieën:

Totaal door de koelinstallatie af te voeren warmte, uitgedrukt in cal/h en afkomstig van de navolgende bronnen:

1. Warmte afkomstig van temperatuurverlaging en ontvochtiging (behandeling) der verse lucht	5 500	
2. Warmte die door straling en geleiding van buiten naar binnen dringt	4 700	(2 800)
3. Warmte en vochtigheid afkomstig van de passagiers zelf ...	3 700	
4. Warmte afkomstig van de fanmotoren	200	
5. Warmte en vochtigheid afkomstig van warme spijsen	nihil	
		14 100 (12 200)

Wanneer men nu voor verschillende omstandigheden deze berekeningen herhaalt, kan men de benodigde grootte van de installatie afleiden. Overigens blijkt wel uit bovengenoemd gereken, dat het allesbehalve exacte waarden betreft en dat controleproefritten onmisbaar zijn.

IV. Proefritten en conclusies.

Wat zijn nu de resultaten van de tot dusver gehouden proefritten en van de exploitatieritten tijdens de Paaschdagen 1940?

Het ijsverbruik kwam bij de proefritten op gemiddeld 70 kg/h (dit is dus voor expres- en snelreinen ongeveer 1 kg/km). Bij een (bij de A.C.F. geconstateerde) temperatuur van 14° C van het afloopwater komt dit overeen met $5\,600 + 980 =$ rond 6 500 cal/h. Bij hoge buitentemperaturen steeg het verbruik in enkele uiterste gevallen tot ruim 1½ kg/km, zoodat de installatie dan 10 000 cal/h verwerkt.

Dit klopt vrijwel met de berekeningen, daar in bedoelde gevallen de bezetting 14 personen was en van de 12 200 cal/h dus $(37 - 14) 100$ of 2 300 cal/h moet worden afgetrokken.

Het maximale koelvermogen van de installatie moet echter veel hooger liggen. De ijspomp bleek n.l. voor het verwerken van de eerstgenoemde 6 500 cal hoogstens 10 minuten noodig te hebben, hetgeen dan in ongeveer 5 perioden van 2 minuten binnen één uur plaats vond. Hierin liepen de A.C.F.- en Stone-installaties niet ver uiteen. Waarborgden de (te) groote installaties een feilloos handhaven van de gewenschte temperatuur, de relatieve vochtigheid en de frisheid van de atmosfeer in het rijtuig waren daardoor minder constant.

Behalve bij enkele proeven om te zien hoever men kon gaan, werd na eenig zoeken een temperatuur van 25½° C ($\pm 78^\circ$ F) aangehouden als wordende algemeen als de aangenaamste ondervonden. Dit gaf verder geen problemen. De relatieve vochtigheid regelde zich naar die van de buitenlucht en naar het aantal reizigers, men heeft die niet al te best in de hand wegens ontbreken van een regelbare verwarmingsinstallatie. Eénige herverwarming vindt plaats in de luchtkokers, maar verder hoofdzakelijk door menging met de reeds in de compartimenten aanwezige lucht. Over het algemeen schommelde de vochtigheid sterk naarmate de pomp werkte of niet.

Dit werken geschiedde gedurende 2 à 3 minuten met pauzes van 10 tot 15 minuten. Tijdens het werken daalt zij snel van 70 à 80 tot 50 à 60%, om in de pauze geleidelijk te stijgen, hetgeen men vrij duidelijk kan waarnemen. Men zou dit kunnen toeschrijven aan het niet wasschen van de lucht in de pauze, ware het niet, dat de Stone-installaties deze eigenschap sterker vertoonden dan de A.C.F. De conclusie is dus gerechtvaardigd, dat (gezien ook de aanwijzingen van de vochtigheidsmeters) het de sterke *stijgingen* in den vochtigheidstoestand zijn, die onaangenaam duidelijk worden waargenomen en die hinderlijker zijn, naarmate de installatie groter is dan strikt noodig. Volgens waarnemingen over 4 proefritten bij zeer matig bezette rijtuigen, bleek de pomp gemiddeld te werken:

bij A.C.F. 5×3 min per uur

bij Stone I 5×2 „ „ „

bij Stone II 2×5 „ „ „ (dit is echter één waarneming van één proefrij, de conclusie, dat dit geen verbetering is ten opzichte van Stone I mag dus nog niet dadelijk getrokken worden).

Ook in het algemeen is het aantal gemaakte ritten thans nog te klein om vèrreikende conclusies te trekken; de Stone-installatie schijnt wat groter te zijn dan die der A.C.F., verbruikt echter onder dezelfde omstandigheden ook iets meer ijs.

Beproefd is nog, of de luchtverversching voldoende was indien door omstandigheden geen ijs aanwezig zou zijn. Dit bleek niet het geval te wezen, ook niet als men de retourluchtkleppen alle sloot, zoodat uitsluitend versche lucht werd aangezogen. Het laten werken van de pomp accentueerde de benauwdheid, daar het niet meer koude water thans als bevochtiger bleek te fungeren.

Meerdere practische gegevens inzake deze rijtuigen zijn nog niet beschikbaar; dit zal veranderen indien per 2 Mei 1940 in beide takken van de Eendaagsche Expresreinen in beide richtingen geregeld gekoelde rijtuigen zullen zijn geplaatst.

Bedrijfsresultaten van een met ijs gekoelde bioscoop

door

ir. P. J. FRITZLIN,

Superintendent IJsmatschappij Petodjo.

(Voordracht gehouden op de Algemeene Vergadering van de Sectie voor Koeltechniek van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assainering te Bandoeng, April 1940).

De bioscoop, waaraan de later te noemen cijfers gevonden zijn, is het Capitol Theater te Soerabaja met een maximum aantal zitplaatsen voor 470 bezoekers. Dit is dus voor Indië een middelgrote bioscoop, waarbij voor het volgende in aanmerking genomen moet worden, dat de gemiddelde bezetting natuurlijk vrij belangrijk lager ligt dan het genoemde maximum.

Bij het ontwerp voor deze installatie was een punt van overweging of al dan niet sproeiers zouden worden toegepast. Het voordeel van een sproeier-

installatie is, dat deze goedkoop is in aanschaffing, terwijl bovendien nog een zekere reiniging van de lucht wordt verkregen. Een installatie met sproeiers is voor air-conditioning met ijs als koelmiddel min of meer aangewezen, daar immers koud water hierbij als koude-medium dienst doet. Wil men bij een compressorinstallatie met sproeiers werken, dan zal in het algemeen ook water als koude-medium moeten worden toegepast, hetgeen dus daarbij een complicatie beteekent, daar de lucht ook direct door de verdampers van de compressorinstallatie kan worden afgekoeld.

Het nadeel van sproeiers is, dat deze een eigenaardig ruischend geluid teweeg brengen, dat niet gemakkelijk te dempen is, zooals eerder gebleken was bij een proefinstallatie elders. Aangezien verder voor het opstellen van de geheele air-conditioning installatie in het Capitol Theater een plaats werd aangewezen vlak achter het projectiedoek, zoodat de verbindingsluchtleidingen van de installatie met de zaal vrij kort werden, bestond de vrees, dat het ruischen van de sproeiers onvoldoende zou worden gedempt en op grond van deze overweging werden voor dit theater dan ook geen sproeiers aangebracht.

De installatie bestaat uit een ijsbunker van eenvoudige constructie, n.l. een rechthoekige kast, waarvan de bodem geïsoleerd is met kurk, de wanden en de bovenzijde geïsoleerd zijn met kapok. Het ijs wordt in deze kast in lagen gelegd, zonder dat er daarbij speciaal op gelet wordt of deze lagen nu wel alle mooi vlak liggen. Aan de beide korte zijden van den bunker, even boven den bodem en over de geheele breedte zijn sproeierpijpen aangebracht, die het water in schuin opwaartsche richting onder tegen het ijs spuiten. De resultaten hiervan zijn bevredigend, zoowel wat watertemperatuur als gelijkmatige afsmelting betreft. Sinds kort zijn bij wijze van proef in de plaats van deze beneden liggende sproeierpijpen bovenliggende sproeierpijpen aangebracht, ten einde na te gaan in hoeverre hiermede nog betere resultaten te bereiken zouden zijn. Hierover kunnen thans echter nog geen inlichtingen worden verstrekt, daar de bovenliggende sproeierpijpen hiervoor nog te kort in bedrijf zijn. Het water, dat zich in den bunker, na tegen het ijs gespoten te

zijn, verzamelt in een trekbak, wordt daaruit door een centrifugaalpomp door een stel ribbenbuizen geperst en komt na het passeeren van dezen koeler weer in de sproeierpijpen in den bunker terug. Aangezien door het smelten van het ijs de waterhoeveelheid in het systeem zou toenemen, indien geen speciale maatregelen getroffen werden, is een overloop aangebracht door middel van een vlotter, die het waterniveau in de trekbak op constante hoogte houdt. Deze vlotter bedient een klep in de verbindingsleiding tusschen den koeler en de sproeierpijpen op zoodanige wijze, dat het overtollige water uit deze leiding naar buiten geloosd wordt. Het voordeel van deze inrichting is, dat zodoende het warmste water uit het systeem verwijderd wordt, hetgeen natuurlijk ten gunste van het ijsverbruik is. De lucht passeert achtereenvolgens luchtfilters en daarna den bovengenoemden ribbenkoeler om dan met behulp van een centrifugaal-fan door een luchtleiding in de zaal gebracht te worden.

De bedrijfsresultaten met deze installatie kunnen als volgt worden gesteld:

De kosten voor het ijsverbruik bedragen per persoon en per voorstelling 6,6 ct. De kosten voor rente en afschrijving van de installatie kunnen worden gesteld op 1 ct per persoon, terwijl voor stroomverbruik van den ventilator en de pomp, benevens eventuele reparatiekosten een bedrag van 0,4 ct wordt getaxeerd, waardoor de totale kosten zouden komen op 8 ct per persoon en per voorstelling. Deze cijfers zijn gebaseerd op de resultaten over de laatste 3 maanden.

Luchtconditionneerings-installaties bij de Artillerie Inrichtingen

door

ir. R. J. H. POT.

(Voordracht gehouden op de Algemeene Vergadering van de Sectie voor Koeltechniek van het Instituut voor Technische Hygiëne en Assaineering te Bandoeng, April 1940).

I. Inleiding.

De thans in bedrijf zijnde installaties bij de Artillerie Inrichtingen zijn als volgt ingedeeld:

- a. De *Pyrotechnische Werkplaats* met in totaal 9 installaties van diverse merken, t.w. General Electric (3 stuks), Westinghouse (4 stuks) Carrier en Silica-gel (type Werkspoor) van elk 1 installatie.
- b. De *Artillerie Constructie Winkel* met 2 installaties beide van Carrier, terwijl binnen afzienbaren tijd een derde installatie zal worden aangeschaft.
- c. De *Projectieelfabriek*, waar thans ten behoeve van een in de naaste toekomst op te richten *Centrale Kaliberaanmaak Afdeeling* een project is uitgewerkt, voorloopig alleen voor wat betreft constructie en inrichting der gebouwen.

II. Luchtconditionneerings-installaties bij de Pyrotechnische Werkplaats.

a. Doel.

In een pyrotechnische inrichting dient men (met minimum gevaar) de beschikking te hebben over verscheidene *droge opslag- en werkruimten, waarin doorlopend een rel. vochtigh. van 40 — 60% kan worden onderhouden*. De temperatuur is van secundair belang, bij voorkeur echter beneden 30° C. Deze ruimten zijn noodzakelijk voor het drogen en verwerken van poedervormige stoffen voor:

- 1) aanmaken van licht- en slagsassen;
- 2) vullen van ontstekingsmiddelen als slaghoedjes, detonatoren en ontstekingsdoppen;
- 3) drogen van diverse hulpmaterialen als papier, bordpapier en vilt, welke bij den munitieaanmaak noodig zijn.

De *lichtsassen* die worden verwerkt, moeten *volkomen droog* zijn (vochtgehalte hoogstens 0,1%), omdat men anders groote kans heeft op *zelfontbranding*. Vandaar dat het afwegen en mengen der bestanddeelen plaats heeft in gesloten ruimten, waar de rel. vochtigh. *niet boven 50%* stijgt.

De bestanddeelen der *slagsassen* zijn eveneens poedervormige chemicaliën, die ook een vochtgehalte van ten hoogste 0,1% mogen hebben, wil men verzekerd zijn van een goede ontsteking door het slaghoedje. Het mengen der bestanddeelen en daarna vullen en persen slaghoedjes heeft daarom plaats in een *werkrimte*, waar de r.v. ten hoogste 60% bedraagt. Hoewel de stoffen in de slagsassen geen van alle vocht aantrekkend zijn en verder door proeven bij diverse rel. vochtigheden is gebleken, dat versch. aangemaakte, droge slagsas pas bij 80% r. v. *geringe* hoeveelheden vocht begint op te nemen, neemt men in de practijk een maximum grens van 60%, om zeker te zijn dat vochtcondensatie ten eenen male is uitgesloten.

b. Enkele typen luchtconditionerings-installaties.

1. General Electric-type.

Door een electromotor met een *vermogen van 1 pk* wordt een compressor aangedreven, terwijl motor en compressor *buiten* de te conditionneeren ruimte zijn opgesteld. Op den compressor zijn aangesloten de tank met circulatievloeistof (d.i. *freon*, het dichloor-difluoormethaan, dat thans algemeen in gebruik is bij de luchtcond. installaties vanwege zijn indifferente werking op de leidingen), benevens de zuig- en persleidingen. Deze leidingen zijn van koper, gaan door één der muren van het vertrek en verder naar de aan het betonnen plafond opgehangen „*koelcel*”. Deze laatste is een compact aggregaat van ca $60 \times 60 \times 60$ cm waarin als voornaamste onderdeelen een *thermostatische expansieklep* gevolgd door een *verdamer* zijn ingebouwd. De freon onder druk gaat uit de tank naar de expansieklep, wordt geëxpandeerd en koelt hierdoor af, gaat daarna naar den verdamer, welke door een leiding in verbinding staat met de zuigzijde van den compressor. De overdruk bedraagt hier ca 1,5 at. Aan de perszijde van den compressor, waar een overdruk is van $\pm 8,5$ at, wordt freondamp geperst naar een soort voorcondensor, welke *aan den voorkant van de koelcel* is gemonteerd. Bij dit apparaat nu heeft er een warmteuitwisseling plaats en wel als volgt:

Door een electr. waaier aan de achterkant van den koelcel wordt lucht van het vertrek aangezogen en geblazen langs de ribvormige wanden van den kouden verdamer, zoodat *deze lucht plaatselijk tot beneden zijn dauwpunt wordt afgekoeld*, waardoor de *waterdamp grootendeels condenseert* en via een platte vergaarbak onder de cel naar buiten wordt afgevoerd langs een $\frac{3}{4}$ ” leiding. De koude lucht strijkt vervolgens langs de warme serpentijn van den voorcondensor, *stijgt aanmerkelijk in temperatuur en wordt dan relatief droger*. De temperatuur van deze uitgeblazen lucht bedraagt ca 20° C en is te regelen. Anderzijds wordt de warme serpentijn van den voorcondensor door de koude inblaaslucht afgekoeld, dus ook de in deze

voorcondensor stroomende freondamp. Deze afgekoelde damp gaat dan door een leiding weer naar buiten en passeert den *condensor* (deze is op de machine gemonteerd) welke *gekoeld* wordt door den luchtstroom van een krachtige elektrische fan. Hierdoor zal de freondamp verder afkoelen en condenseren om dan tenslotte terecht te komen in de freon-tank.

De installatie werkt *continu* door, zolang de elektrische stroom is ingeschakeld. Door middel van 2 regelkranen op den compressor kan men de werking van de installatie variëren: eenerzijds kan men de machine meer als koelinstallatie, anderzijds meer als drooginstallatie laten fungeeren.

Bij de installatie behoort nog een automatisch werkende *humidistaat*. Op ieder oogenblik is de r. v. op het toestel af te lezen, terwijl het ook nog op bepaalde r.v.'s instelbaar is.

Komt de lucht in het vertrek beneden de ingestelde r. v. dan wordt de motor uitgeschakeld en komt ze daarboven dan wordt de motor weer ingeschakeld. Het in- en uitschakelen van den stroom gebeurt door middel van een beweegbaar kwikcontact.

Het *gebouw* dat door deze installatie wordt geconditionneerd heeft betonnen wanden en een inhoud van ± 75 m³. In het gesloten vertrek kan met 4 man gewerkt worden aan het afwegen en mengen van bestanddeelen voor lichtsasaanmaak. Verder is voor een luchtverversching gezorgd door middel van een rond luchtkanaal door één der wanden. Dit kanaal is van gegalvaniseerd plaatijzer, heeft een diameter van 20 cm, is voorzien van een regelbare klep voor grooter of kleiner luchttoevoer en het geheel is aangesloten op de elektrische fan van de koelcel.

In het gebouw staan verder als *contrôle-toestellen* een zelfregistreerende hygrometer en thermometer. Zooals reeds eerder gezegd mag in dit gebouw der r. v. niet boven de 50% komen en moet de temperatuur bij voorkeur liggen tusschen 25 — 30° C.

Tenslotte kan nog worden medegedeeld, dat de bedrijfsleider over de General Electric installaties zeer tevreden is. Vrijwel zonder onderbreking zijn deze machines sinds ongeveer 3 jaren in bedrijf geweest.

2. Silica-gel installatie, type Werkspoor.

Zooals bekend zal zijn is dit type uitsluitend *drooginstallatie* en deze machine is dan ook aangesloten op een gebouw, dat als „droogstoof” fungeert. In deze ruimte van 90 m³ inhoud (afm. $8 \times 4,5 \times 2,5$ m) worden o.a. materialen gedroogd als papier, bordpapier, vilt en hout, die bij het confectionneeren van munitie noodig zijn. Meermalen worden hier ook de gefabriceerde slaghoedjes, voordat ze in de geweerpatronen worden verwerkt, tijdelijk bewaard om het aangebrachte vernislaagje sneller te laten opdrogen.

Inrichting en werking van de installatie.

Deze is veel eenvoudiger dan van de luchtconditioneringsinstallaties en is ook geheel electrisch uitgevoerd.

Door een snelloopende centrifugaal-luchtpomp (vermogen 0,3 pk, aantal toeren 3000/min) wordt de vochtige lucht uit het vertrek aangezogen via een $2,5$ ” leiding en geperst door de eigenlijke *droogcel*

(afm. $80 \times 80 \times 80$ cm), waarin zich ± 55 kg silica-gel (droogmiddel) bevindt. Dit droogmiddel is op een aantal metalen horren geplaatst, welke in etagevorm onder elkaar zijn gemonteerd en wel beurtelings op den linker- en rechterwand van de kubusvormige droogcel.

Bij het zig-zag strijken langs de horren wordt de waterdamp uit de lucht rechtstreeks door het droogmiddel opgenomen, waarbij de lucht eenigszins wordt opgewarmd (condensatie-warmte). Deze *intensief gedroogde lucht* verlaat de droogcel, stroomt door een soort radiator waar ze door luchtkoeling door middel van een elektrische fan wat afgekoeld wordt. Indien noodig kan de radiator ook door water worden gekoeld. Verder stroomt deze droge lucht bij $26 - 28^\circ \text{C}$ weer in het vertrek, waarna de kringloop zich telkens herhaalt.

Capaciteit van de installatie:

1. aanzuiging maximaal 150 m^3 lucht/uur;
2. droogvermogen max. 2 kg water/uur;
3. na opname van ca 8 kg water is het droogmiddel vrijwel verzadigd en moet geactiveerd worden.

Activeeren van de silica-gel.

Blijkt uit de curve van den zelfregistreeren den hygrometer, dat de gel-massa vrijwel verzadigd is met water, dan moet ze geactiveerd worden, d.w.z. door verhitting op ca. 160°C wordt de vochtmassa uitgedreven. Dit regeneratieproces neemt ongeveer 4 uren in beslag en gedurende dezen tijd wordt het „drogen” uitgeschakeld.

Bij het regenereren worden de aanzuig- en persleiding door kranen afgesloten en wordt eenvoudig buitenlucht door den ventilator aangezogen en geblazen over de verwarmde gel-massa. Dit verwarmen geschiedt door een aantal in de cel aangebrachte elektrische verhittingselementen die in totaal 4 kW energie vereischen. De ingeblazen lucht neemt dan de waterdamp van de verwarmde gel-massa mee en door een zijleiding verlaat deze zeer vochtige lucht de installatie. Door de afvoerkraan in deze zijleiding op een bepaalde wijze te knippen, kan men zorgen dat na ± 4 uren verhitten het regeneratieproces is afgelopen, waarbij dan een eindtemperatuur van $\pm 160^\circ \text{C}$ op den thermometer van de cel moet worden bereikt. Tevens wordt dan op dit moment door een *electrisch werkende thermostaat*, die men te voren op 160°C heeft ingesteld, de stroomtoevoer automatisch verbroken.

De ventilator en verhittingselementen worden aldus uitgeschakeld en het regeneratie-proces is afgelopen. Door omschakeling op de „droogleiding” en stroomtoevoer naar den ventilator kan men direct doorgaan met het drogen. Uit een en ander zien we dus dat de silica-gel installatie — in tegenstelling met de luchtconditioneering — discontinu werkt. Om dit op te heffen zou men een tweede droogcel moeten inschakelen.

Inrichting van het gebouw.

Alle 4 wanden en ook het dak zijn dubbel uitgevoerd in gewapend beton, met een tusschenliggenden luchtmantel van 20 cm dikte. In het gebouw bevinden zich de zuig- en persleiding en verder een *electrisch*

werkende humidistaat, welke in verbinding staat met de buiten het gebouw opgestelde drooginstallatie.

Als bijzonderheid kan nog worden medegedeeld, dat *alle wanden* (ook de betonnen vloer) van deze droogruimte *afgedicht* zijn en wel met paraffine, die in gesmolten toestand bij $\pm 150^\circ \text{C}$ op de wanden is aangebracht. Dit afdichten is geschied, omdat gebleken is, dat de *vochtdoorlating der wanden daardoor aanmerkelijk gedrukt wordt*.

Aan de hand van diverse berekeningen is dit gebleken. Een enkel voorbeeld ter toelichting.

Uit de curven op de strooken van hygrograaf en thermograaf werd de *gemidd. stijging in r.v. per 16 uren* (d.i. periode van *stilstaan van de machine*, welke per etmaal slecht 8 uren loopt) alsmede de *gemidd. temp.* nagegaan.

Stijging in r.v. bedraagt gedurende het stilstaan van de installatie gemidd. 20% resp. 7% per 16 uren; gemidd. temp. 28°C resp. 28°C . Inh. droogruimte 90 m^3 , totaal opp. der 6 wanden 135 m^2 . De uitkomsten der vochtdoorlating worden dan:

zonder paraffine afdichting	$0,248 \text{ g/m}^2/\text{uur}$.
met „ „ „	$0,085 \text{ g/m}^2/\text{uur}$.

Hieruit blijkt dus, dat door het paraffineeren der wanden de vochtdoorlating ongeveer $3 \times$ zoo klein is geworden!

Een andere berekening over een *langere stop-periode n.l. van 64 uren* van de silica-gel machine leert, dat dan de vochtdoorlating nog gunstiger wordt. Stijging in r.v. bedraagt 15% en gemidd. temp. is 27°C .

Uitkomst vochtdoorlating $0,043 \text{ g/m}^2/\text{uur}$, d.i. dus inderdaad een zeer fraai resultaat!

Door toepassing van een *afdichtingsmiddel* op de wanden kan men n.l. besparen op den electrischen stroom door met behulp van de drooginstallatie in het begin de opslagruijnte op lage r.v. te brengen en daarna de machine gedurende een langere periode stop te zetten. Stijgt de r.v. boven het vereischte minimum, dan kan men de machine weer 1 à 2 dagen laten loopen om de r.v. weer op peil te brengen. Wat men verder door deze werkwijze bespaart, doordat de *opgeslagen materialen* — die vaak groote bedragen vertegenwoordigen, o.a. bij munitien — in de geconditioneerde ruimten *langer goed blijven*, zal ongetwijfeld niet gering zijn.

III. Air-conditioning installaties bij den Artillerie Constructie Winkel.

Zooals reeds eerder genoemd zijn momenteel bij deze inrichting 2 installaties opgesteld, beide van het fabrikaat Carrier.

a. Toepassing in het zwakstroomlaboratorium.

Door den bedrijfsleider werd voor deze werkruimte als eisch gesteld een *rel. vochtigh. beneden 65%*, terwijl de temperatuur van secundair belang was (bij voorkeur echter beneden 30°C).

Doel: het kunnen uitvoeren in de werkruimte van *toon-, hoogfrequent- en isolatiemetingen*, zonder de kans te loopen dat op de te onderzoeken objecten vochtfilms ontstaan, waardoor de uitkomsten onnauwkeurig zouden worden.

Inrichting van de installatie en het gebouw.

De Carrier-installatie heeft een vermogen van 0,75 pk en het geheel is in de werkruimte zelf opgesteld (tegen een der wanden).

Het apparaat is compact gebouwd, neemt dus weinig ruimte in (afm. $\pm 120 \times 100 \times 80$ cm) en de buitenkast maakt een eenvoudigen, fraaien indruk, zooals bij de kamersmodellen, doch van een robuster gedaante. Opvallend was de nagenoeg geruischlooze werking van het apparaat.

Het principe van de werking is dezelfde als bij de meeste luchtconditioneeringsapparaten. Maken we het deksel van het apparaat open, dan zien we tevens, dat de condensor met water gekoeld wordt. Verder is een scharnierklep te zien, waarmee de toevoer van verse buitenlucht naar wensch kan worden geregeld.

Omtrent het *gebouw* zelf kan worden medegedeeld, dat de inhoud $\pm 130 \text{ m}^3$ bedraagt (afm. $\pm 8 \times 4 \times 4$ m) en dat zonder prepareren der wanden aan de gestelde eischen wordt voldaan. Uit de curven der strooken van een hygrograaf en thermograaf blijkt n.l. dat de r.v. tusschen 60 en 65% blijft en de temperatuur tusschen 25 en 28° C, een en ander terwijl er door 3 à 4 personen wordt gewerkt.

b. De Hydroptic machine.

De tweede Carrier-installatie heeft ten doel:

Het onderhouden van een *constante temperatuur* — met tolerantie van $\pm$ of $- 2^\circ \text{ C}$ — in een ruimte, waar bovengenoemde machine is opgesteld. Deze *Hydroptic* is een *precisie frais- en boormachine* van Zwitsersche fabrikaat. Aan de robuuste machine, waarvan het frame $\pm 2 \times 1,5$ m en de hoogte ± 2 m is, zitten o.a. diverse kijkertjes. De verplaatsingen van het snijgereedschap in horizontalen en verticalen zin worden door de machine zelf volbracht en om de afstanden op de werkstukken zoo zuiver mogelijk te houden, wordt de geheele machine ondergebracht in een geconditioneerde ruimte, waar de *temperatuur constant* moet zijn. Plaats en inrichting van deze werkruimte zijn nog niet definitief uitgezocht. Vermoedelijk wordt de Carrier-installatie van 0,75 pk vervangen door één met grooter vermogen, wegens de heerschende vrij hooge temperatuur in de werkplaats van gereedschapswerktuigen, waar deze hydroptic wordt opgesteld.

c. Een derde Carrier-apparaat zal mettertijd worden aangeschaft voor het onderhouden van een *droge atmosfeer* in een magazijnsruimte, waar lenzen, prisma's en andere optische artikelen bewaard moeten worden.

IV. De luchtconditioneerings-inrichting bij de Projectieffabriek.

Deze zal moeten dienen voor de *Kaliberaanmaak Afdeeling*. Waar het bij de kalibers gaat om toleranties van honderdste en zelfs duizendste mm, is hierbij allereerste vereischte *constante temperatuur*.

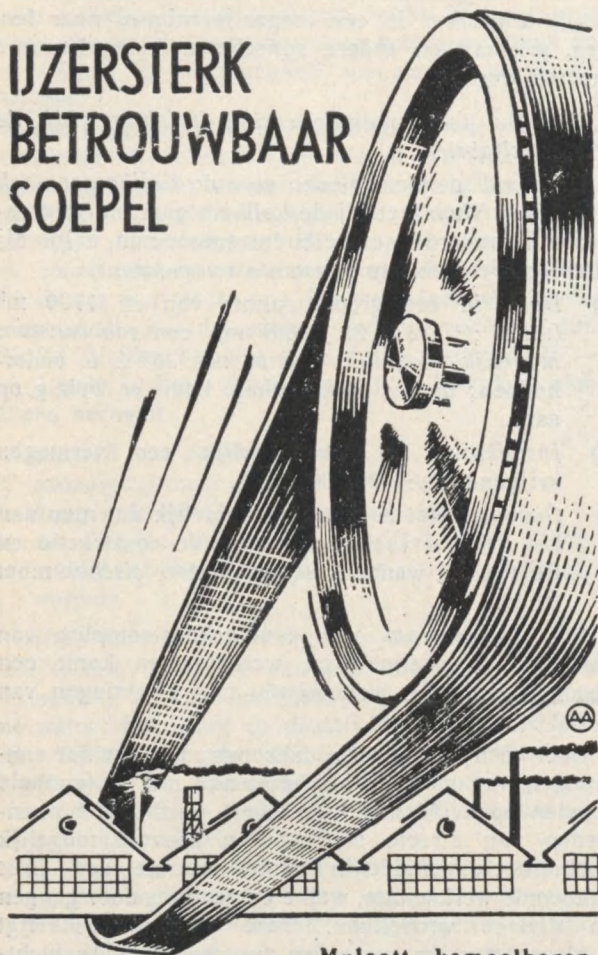
- a) *Doel*: in een groote ruimte van $\pm 1700 \text{ m}^3$ (afm. $\pm 22 \times 22 \times 3,5$ m) een *zoo constant mogelijk mogelijke temp. van 20° C* te onderhouden; de r.v. in de ruimte komt er weinig op aan.
- b) *Installatie*: zal vermoedelijk een vermogen krijgen van $\pm 20\,000$ cal/h.
- c) *Gebouw*: Het is uiteraard duidelijk dat men aan het gebouw voor wat betreft de constructie en isolatie der wanden *zeer bijzondere eischen* moet stellen.

In het *centrum* van een gebouwcomplex van kantoren, magazijnen en werkplaatsen komt een geconditioneerde *werkruimte* met afmetingen van ca $22 \times 22 \times 3,5$ m.

Door een bijzondere dakconstructie en het aanbrengen van speciale afschermende muren (dubbele wanden opgevuld met kiezelgoer) wordt het binnentreden van directe zonnestralen zooveel mogelijk geëlimineerd. Middenin komt dan de zoo juist genoemde werkruimte, welke omgeven is door gangen en diverse vertrekken. Deze werkruimte krijgt 3 glazen wanden met twee tusschenliggende luchtmantels.

Binnen deze ruimte komt dan de *eigenlijke meetafdeeling*, een vertrek van ca $14 \times 14 \times 3$ m, geheel voorzien van meerdere glazen wanden met tusschenliggende luchtmantels. De *eisch* voor deze *meetafdeeling* is: een temperatuur van 20° C, met een tolerantie van $\pm$ of $- 0,5^\circ \text{ C}$. Verder moet de temperatuur van de werkruimte 0,5° C *lager* zijn dan die van de meetruimte. In de werk- en meetruimte samen moet met ca 30 personen gewerkt kunnen worden, zonder dat de genoemde temperaturen noemenswaard worden beïnvloed.

IJZERSTERK
BETROUWBAAR
SOEPEL



Mulcott kameelharen drijfriemen zijn vervaardigd van lange haren, op een bijzondere wijze geweven, waardoor een groote trekvastheid en elasticiteit worden verkregen. Absoluut waterproof. Worden nòch door verschil in temperatuur, nòch door droogte of vocht beïnvloed.

Mulcott
KAMEELHAREN
DRIJFRIEMEN

Imp: N. V. BORNEO SUMATRA HANDEL MIJ.
TECHNISCHE ZAKEN

OLVEH VAN
1879

's GRAVENHAGE - BATAVIA

VERZEKERD KAPITAAL

Ruim F 150.000.000

PREMIERESERVE

Ruim 35 MILLIOEN

EXTRA - RESERVE

Ruim 2 MILLIOEN

O. L. V. E. H.

zorgt voor de toekomst:



van **U ZELF**,

van **UW KINDEREN**,

van **UW NA-
BESTAANDEN.**

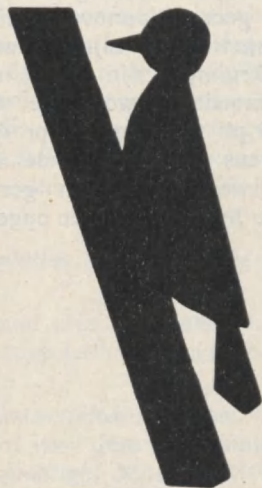
**N.V. VEREENIGDE JAVASCHE
HOUTHANDELMAATSCHAPPIJEN**



AMSTERDAM
Tel. adres: Vejahoma
SEMARANG
Tel. adres: Javahout

**WAAROM
PICUS TRIPLEX?**

Omdat dit prima product met gegarandeerde water-vaste tropen-verlijming zijne superioriteit bewezen heeft.



**In voorraad bij onze
agentschappen:**

BATAVIA, Pasar Ikan	Telf. Bt.	11
BANDOENG, Kebon Djati	„ Bd.	853
DJOKJA, Balokan	„ Dk.	467
SOLO, Gilingan	„ Slo.	81
SEMARANG, Javaboschstraat	„ Sm.	293
SOERABAJA, Passar Toeri	„ Z.	1079