

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

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

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

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

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

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh;
Leden: ir. G. Meesters,
ir. J. Duyfjes.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

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

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

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

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: De spanningsverdeling in een homogene elastisch-isotrope plaat tengevolge van een axiaal-symmetrische belasting, door Ir. P. L. E. H a p p é. — *Berichten van allerlei aard*: Comité Bouw Scheepsmodellen; Octrooien. — *Ontvangen geschriften*. — *Uit inhoud van tijdschriften*. — *Personalia*. — *Kon. Inst. v. Ingenieurs*: Bestuursmededeelingen; Kringnieuws.

De spanningsverdeling in een homogene elastisch-isotrope plaat tengevolge van een axiaal-symmetrische belasting

door

ir. P. L. E. H A P P É.

Korte inhoud.

In een korte beschouwing over axiaal-symmetrische potentiaalfuncties, welke Besselsche en welke bol-functies bevatten, wordt op eenige merkwaardige betrekkingen gewezen, zooals de samenhang tusschen bol- en Besselsche functies. Daarna worden deze functies toegepast bij de bepaling van de potentiaal van een homogeen belegde schijf, zoowel voor een punt buiten als binnen de schijf. Vervolgens wordt een algemeene oplossing in potentiaalfuncties gegeven van de differentiaalvergelijkingen van het elastisch evenwicht. Het vraagstuk van Boussinesq (puntbelasting op een halfruimte) wordt op andere wijze in beschouwing genomen, waarbij respectievelijk de oplossing wordt verkregen voor het geval van een langwerpig projectiel in een vuurmond en dat voor een plaat van eindige dikte, waarop een pseudo puntlast werkt. De verkregen resultaten kunnen o.m. worden toegepast voor de berekening van de spanningsverdeling in een wegdek, rustende op harden grondslag.

Inleiding.

Sedert door Navier de differentiaalvergelijkingen voor het elastisch evenwicht werden opgesteld, heeft het vraagstuk van de spanningsverdeling in een lichaam, veroorzaakt door een last, velen bezig gehouden.

Zoo verscheen reeds korten tijd daarna, van de hand van Lamé en Clapeyron, een verhandeling „Sur l'équilibre intérieur des solides homogènes” ¹⁾, waarin de oplossing van bovenbedoelde

differentiaalvergelijkingen in den vorm van een vier-voudige — practisch echter onbruikbare — integraal gegeven wordt.

Tenslotte gelukte het aan Boussinesq voor het geval van een oneindig groot lichaam — n.l. de halfruimte — een zeer eenvoudige oplossing te

1) Mémoires des savants étrangers de l'Académie des Sciences de Paris 1833. Tome IV pag. 541.

geven²⁾, welke aan alle grensvoorwaarden voldoet, doch welke niettemin niet geheel bevredigend wordt geacht. Men zie hierover bijv. „Mathematical Theory of Elasticity” van Love. Een andere oplossing werd echter tot nog toe niet gevonden; ook Hertz is in zijn theorie over de hardheid van stoffen langs anderen weg tot een oplossing gekomen, welke in wezen dezelfde is, als die van Boussinesq.

Deze oplossing van Boussinesq vindt men o.m. uitvoerig aangegeven in de bekende leerboeken van A. Föppl³⁾. Elders beschrijft deze auteur in een zijner leerboeken een zeer zuivere proefneming voor de bepaling van de inzinking van den grond, rondom een gewicht van 100 kg. Deze inzakkingen blijken echter in het geheel niet in overeenstemming te zijn met de theorie van Boussinesq.

Een en ander gaf steller dezès aanleiding, het vraagstuk ook in beschouwing te nemen. Aangezien echter daarbij gebruik gemaakt zal worden van axiaal-symmetrische potentiaalfuncties, zal op verzoek der Redactie van dit tijdschrift, ten dienste van de niet met deze materie vertrouwde lezers, een korte beschouwing over bedoelde functies aan de eigenlijke verhandeling (Hoofdstuk II) voorafgaan.

HOOFDSTUK I.

Zooals bekend moge worden verondersteld, moeten potentiaalfuncties — bijv. V —, voldoen aan de vergelijking van Laplace:

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

Een der eenvoudigste oplossingen van deze vergelijking is wel $V = \frac{1}{R}$, waarin $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

We hebben hier dan de potentiaalfunctie der aantrekkingskracht tusschen hemellichamen.

In het onderhavige geval, waarbij alleen axiaal-symmetrische belastinggevallen zullen worden beschouwd, kan bovenstaande vergelijking tot den navolgenden axiaal-symmetrischen vorm vereenvoudigd worden:

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} = 0 \quad \text{..... (I)}$$

In dezen vorm is de X -as de as van symmetrie en is $x^2 + y^2 = r^2$, zoodat de vergelijking dus is gegeven in cylindercoördinaten. In bolcoördinaten (R, Θ) luidt deze axiaal-symmetrische vergelijking:

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial V}{\partial R} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \Theta^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial V}{\partial \Theta} = 0 \quad \text{..... (II)}$$

De algemeene oplossing van vergelijking (I) kan men in verschillende leerboeken vinden; ze leidt tot

2). Application des Potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques. 1885.

3). Drang und Zwang, 2e deel; Technische Mechanik, 5e deel.

stamvormen, waarin cylinder- of Besselsche functies van de orde 0 voorkomen.

Voor bovenstaande vergelijking (I) vond steller dezès echter een willekeuriger oplossing op navolgende wijze.

$$\text{Stellen we } \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial r^2} = \Delta_1$$

$$\text{zoodat } \Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \Delta_1 V$$

dan vinden we, uitgaande van e^{-ix} of, hetgeen eenvoudiger is, uitgaande van $\cos x$, dat navolgende vergelijking aan de potentiaalvoorwaarde voldoet:

$$V = f(r) - \frac{x^2}{2!} \Delta_1 f(r) + \frac{x^4}{4!} \Delta_1^2 f(r) - \dots \quad \text{..... (III)}$$

$$\text{Immers dan is } \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -\Delta_1 f(r) + \frac{x^2}{2!} \Delta_1^2 f(r) - \frac{x^4}{4!} \Delta_1^3 f(r) + \dots$$

$$\text{en } \Delta_1 V = \Delta_1 f(r) - \frac{x^2}{2!} \Delta_1^2 f(r) + \frac{x^4}{2!} \Delta_1^3 f(r) - \dots$$

$$\text{waaruit blijkt dat: } \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \Delta_1 V = \Delta V = 0.$$

Functies, waarin differentiaalquotienten van opvolgende orde voorkomen, kan men vaak z.g. symbolisch voorstellen.

$$\text{Zij bijv. } F(x) = a + bx + cx^2$$

dan beteekent $F\left(x \frac{\partial}{\partial x}\right) f(r)$:

$$a f(r) + b x f'(r) + c x^2 f''(r).$$

Op dezelfde wijze kunnen we derhalve voor vergelijking (III) schrijven:

$$V = \cos(x \Delta_1) f(r) \quad \text{..... (IV)}$$

Waren we, in stede van $\cos x$, uitgegaan van $\sin x$, dan hadden we op gelijke wijze gevonden

$$V = \sin(x \Delta_1) f(r)_x \quad \text{..... (V)}$$

Hier is echter — terwille der consequentie — onder $f(r)$ de index x aangebracht, om aan te geven, dat $f(r)$ vermenigvuldigd moet worden, niet met den constanten term, maar met dien term, welke x in de eerste macht bevat.

In de oplossingen (IV) en (V) komt een geheel willekeurige functie van r voor; het zijn dus zeer algemeene oplossingen. Al dadelijk moge opgemerkt worden, hoe met deze vergelijkingen een gezochte potentiaalfunctie onmiddellijk bekend is, wanneer de verdeling der potentiaal op het vlak $X = 0$, gegeven is. Immers is die potentiaal voor $X = 0$ gelijk aan $\varphi(r)$, dan is de gezochte potentiaalfunctie = $\cos(x \Delta_1) \varphi(r)$, aan welke oplossing we echter $\sin(x \Delta_1) \psi(r)_x$ zullen mogen toevoegen, — waarin

$\psi(r)$ een geheel willekeurige functie van r is —, omdat immers deze laatste potentiaalfunctie voor $X = 0$, ook gelijk 0 wordt.

We kunnen nu trachten, om bijv. uit vergelijking (IV) een minder willekeurigen, maar toch algemeenen vorm voor een potentiaalfunctie te verkrijgen. Het is duidelijk, dat zoo'n eenvoudiger — maar toch nog algemeene — vorm verkregen wordt, wanneer we kunnen bewerkstelligen dat:

$$f(r) = \Delta_1 f(r) = \Delta_1^2 f(r) = \text{enz.} \dots\dots\dots \text{(VI)}$$

$$\text{of dat } f(r) = -\Delta_1 f(r) = +\Delta_1^2 f(r) = -\text{enz.} \dots\dots\dots \text{(VII)}$$

Geven we nu met het teeken $\int$ de omkeering van Δ_1 aan, — zooals $\int dx$ de omkeering is van $\frac{\partial}{\partial x}$ — dan

kunnen we blijkbaar $f(r)$ van bijv. vergelijking (VII) onmiddellijk aldus uitschrijven:

$$f(r) = \rho - \int \rho + \int \int \rho - \text{enz.} \dots\dots\dots \text{(VIIa)}$$

waarin ρ een zoodanige functie is van r , dat $\Delta_1 \rho = 0$ wordt. Immers $\Delta_1 f(r)$ uit (VIIa) wordt dan:

$$\Delta_1 f(r) = -\rho + \int \rho - \int \int \rho + \dots = -f(r)$$

Zooals we zagen moet dus $\Delta_1 \rho = 0$ zijn. Nu is

$$\Delta_1 = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial r^2} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial}{\partial r} \right)$$

zoodat dus $\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \rho}{\partial r} \right) = 0$ moet zijn, hetgeen opge-

lost geeft: $\rho = c$ en $\rho = \ln(kr)$

1^e geval $\rho = c$, zeg $= 1$

Aangezien $\Delta_1 r^n = n^2 r^{n-2}$ dus

$$\int r^n = \frac{1}{(n+2)^2} r^{n+2}$$

wordt de gezochte $f(r)$ van vergelijking (VIIa):

$$f(r) = 1 - \frac{r^2}{2 \cdot 2} + \frac{r^4}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4} - \frac{r^6}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 6} + \dots\dots$$

Deze reeks nu is geen andere, dan de Bessel'sche functie $J_0(r)$ van de eerste soort en de orde 0. Ingevoerd in de potentiaalfunctie $V = \cos(x \Delta_1) f(r)$ vinden we dan:

$$V = \cos(x \Delta_1) J_0(r) = \cosh(x) J_0(r).$$

Om met dimensiellooze grootheden te werken, kunnen we r vermenigvuldigen met een constante k van de dimensie $[L^{-1}]$ Dan geldt echter, zooals gemakkelijk kan blijken:

$$\Delta_1 J_0(kr) = -k^2 J_0(kr)$$

$$\Delta_1^2 J_0(kr) = +k^4 J_0(kr) \text{ enz.}$$

$$\text{dus } \cos(x \Delta_1) f(r) = \cos(x \Delta_1) J_0(kr) = \cosh(kx) J_0(kr) \dots\dots\dots \text{(VIII)}$$

Evenzoo zouden we, indien we van de potentiaalfunctie $V = \sin(x \Delta_1) f(r)$ waren uitgegaan, gevonden hebben:

$$V = \sinh(kx) J_0(kr),$$

welke laatste functie, met de tevoren gevonden functie (VIII) gecombineerd kan worden tot:

$$V = e^{\pm kx} J_0(kr).$$

Dit is de vorm, waarin men de oplossing van vergelijking (I) meestal vindt gegeven.

Waren we, in stede van verg. (VII), uitgegaan van verg. (VI) dan zouden we voor $f(kr)$ gevonden hebben:

$$f(kr) = 1 + \frac{k^2 r^2}{2 \cdot 2} + \frac{k^4 r^4}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4} + \dots\dots$$

welke reeks de Bessel'sche functie $J_0(ikr)$ is, ook voorgesteld door $I_0(kr)$. Ingevoerd in de verg. (VI), vinden we dan:

$$V = \cos(kx) J_0(ikr) \text{ of } = \cos(kx) I_0(kr)$$

Deze vergelijking is dus geen andere dan verg. (VIII), waarin k vervangen is door ik .

We hebben dus als algemeene cilindrische potentiaalfuncties gevonden:

$$\begin{array}{l} \cosh(kx) \int J_0(kr) \text{ en } \cos(kx) \int I_0(kr) \\ \sinh(kx) \int J_0(kr) \text{ en } \sin(kx) \int I_0(kr) \end{array}$$

waarbij het laatste paar functies uit het eerste paar verkregen is, door daarin k te vervangen door ik .

We hadden nog verder kunnen gaan, en k kunnen hebben vervangen door $k\sqrt{i}$. Door dan b.v. in $\cos(kx \sqrt{i}) I_0(kr \sqrt{i})$ de reële en imaginaire deelen te scheiden, zouden we 2 verschillende potentiaalfuncties hebben gekregen, in elk waarvan de reële en imaginaire gedeelten van $I_0(kr \sqrt{i})$ als cylinderfuncties voorkomen. Van deze, door Thomson in de leer der electrotechniek ingevoerde functies $ber_0(kr)$ of $reI_0(kr \sqrt{i})$ en $bei_0(kr)$ of $imI_0(kr \sqrt{i})$ is het verloop, evenals dat van de functies J_0 en I_0 berekend en in tabellen vastgelegd. Uitgebreid komen ze voor in de „Functionentafeln” van Jahnke-Emde.

Wanneer we een der bovenvermelde potentiaalfuncties naar x of naar k differentieëren, zal de uitkomst ook een potentiaalfunctie zijn. Immers

$$\frac{\partial}{\partial k} \Delta V(x, r, k) = \Delta \frac{\partial}{\partial k} V = 0, \text{ dus } \frac{\partial}{\partial k} V \text{ is een}$$

potentiaalfunctie.

Zoo vinden we door verg. (VIII) naar k te differentieëren de nieuwe potentiaalfunctie:

$$V = x \sinh(kx) J_0(kr) + \cosh(kx) \frac{\partial}{\partial k} J_0(kr)$$

$$\text{Nu is } \frac{\partial}{\partial k} J_0(kr) = -r J_1(kr), \text{ een Bessel'sche}$$

functie van de orde 1. Zoo voortgaande kan men axiaal-symmetrische functies verkrijgen, waarin Bessel'sche functies van een zekere gewenschte orde voorkomen.

De Besselsche functie $J_p(kr)$ van de orde p , is de functie die voldoet aan de differentiaalvergelijking ⁴⁾

$$r^2 \frac{\partial^2 J_p}{\partial r^2} + r \frac{\partial J_p}{\partial r} + \left(\frac{r^2}{k^2} - p^2 \right) J_p = 0.$$

De orde p van zoo'n functie kan ook negatief, gebroken of complex zijn. In het algemeen is:

$$J_p(kr) = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{\left(\frac{1}{2} kr\right)^{p+2n}}{n! (p+n)!}$$

Zeër veel mathematici hebben zich met de studie der Besselsche functies, haar integraalvoorstellingen, eigenschappen en samenhang met andere functies bezig gehouden. Het laatste standaardwerk over deze functies is: „Theory of Bessel Functions” door G. N. Watson, Cambridge 1922.

In de hieronder volgende grafiek, fig. 1, vindt men het verloop van eenige der bovengenoemde functies aangegeven.

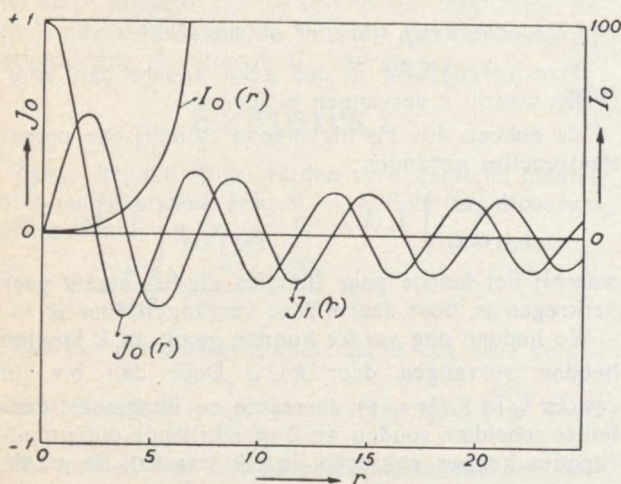


Fig. 1.

2^e geval: $\rho = \ln(kr)$

We vinden met weinig moeite:

$$\int \ln(kr) = \frac{r^2}{2 \cdot 2} (\ln(kr) - 1);$$

$$\int \int \ln(kr) = \frac{r^4}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4} \left(\ln(kr) - 1 - \frac{1}{2} \right)$$

$$\int \int \int \ln(kr) = \frac{r^{2n}}{2^2 \cdot 4^2 \cdot \dots (2n)^2} \left(\ln(kr) - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{1}{4} - \dots - \frac{1}{n} \right)$$

Wederom uitgaande van verg. (VII) vinden we dus:

$$f(r) = \ln(kr) - \frac{r^2}{2 \cdot 2} \left(\ln(kr) - 1 \right) + \frac{r^4}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4} \left(\ln(kr) - 1 - \frac{1}{2} \right) - \dots =$$

$$= \sum_{n=0,2,4}^{\infty} (-1)^{\frac{1}{2}n} \frac{r^n}{2^2 \cdot 4^2 \dots n^2} \left(\ln(kr) - 1 - \frac{1}{2} \dots - \frac{2}{n} \right).$$

Deze reeks is de oorspronkelijke Besselsche functie van de tweede soort van Neumann, n.l. de functie Y_0 .

Op geheel overeenkomstige wijze als voor het eerste geval vinden we daaruit de potentiaalfuncties:

$$\left. \begin{matrix} \cosh(kx) \\ \sinh(kx) \end{matrix} \right\} Y_0(kr) \text{ en } \left. \begin{matrix} \cos(kx) \\ \sin(kx) \end{matrix} \right\} Y_0(ikr)$$

Opgemerkt moge worden, dat we het 2^e geval hadden kunnen combineeren met het 1^e geval, door uit te gaan van $\rho = \ln(kr) + c$. Dit kan nuttig zijn, omdat dan een verloop verkregen wordt, hetwelk zich beter aan andere eischen aanpast. Inderdaad verstaat men thans onder de Besselsche functie van de tweede soort $Y_0(kr)$ of wel $N_0(kr)$ (de Deutsche schrijfwijze voor „Neumannsche” functie):

$$Y_0(kr) \equiv N_0(kr) = \frac{2}{\pi} \left[Y_0(kr) - (\ln 2 - C) \cdot J_0(kr) \right]$$

waarin C = constante van Euler of Mascheroni = 0,57721.....

Wat $Y_0(ikr)$ betreft, deze functie is in tegenstelling tot $J_0(ikr)$ complex, evenals $Y_0(ikr)$, immers:

$$Y_0(ikr) = \sum_{n=0,2,4}^{\infty} \frac{k^n r^n}{2^2 \cdot 4^2 \dots n^2} \left[\ln(ikr) - 1 - \frac{1}{2} - \dots - \frac{2}{n} \right] + i \frac{\pi}{2} I_0(kr).$$

Teneinde toch een reële functie te verkrijgen, heeft Watson de functie $K_0(kr)$ ingevoerd

$$K_0(kr) = -\frac{\pi}{2} \left[Y_0(ikr) - i I_0(kr) \right] = -\sum_{n=0,2,4}^{\infty} \frac{k^n r^n}{2^2 \cdot 4^2 \dots n^2} \left[\ln(kr) - 1 - \dots - \frac{2}{n} \right] + (\ln 2 - C) \cdot I_0(kr)$$

Intusschen moge opgemerkt worden, dat Heine reeds werkte met een functie $K = -\frac{\pi}{2} \left[Y_0(kr) - i J_0(kr) \right]$, zoodat de functie K van Watson

feitelijk geen andere is dan de functie van Heine met imaginair argument.

4) Zie b.v. Ir. O. Stevens: Iets over Besselsche functies, dit tijdschrift No. 1 — 1936.

Voor vele berekeningen maakt men vaak gebruik van een combinatie van de functies J_0 en Y_0 n.l.

$$H_0^1(kr) = J_0(kr) + iY_0(kr)$$

$$\text{en } H_0^2(kr) = J_0(kr) - iY_0(kr)$$

welke de Hankelsche functies worden genoemd en beide complex zijn. We zien echter dat:

$$iH_0^1(ikr) = iI_0(kr) - Y_0(ikr) =$$

$$= iI_0(kr) + \frac{2}{\pi} K_0(kr) - iI_0(kr) = \frac{2}{\pi} K_0(kr)$$

$$\text{dus } K_0(kr) = \frac{1}{2} \pi i H_0^1(ikr).$$

De potentiaalfuncties, die de gebruikelijke Besselsche functies van de tweede soort bevatten, zijn derhalve:

$$\left. \begin{array}{l} \cosh(kx) \\ \sinh(kx) \end{array} \right\} Y_0(kr) \quad \text{en} \quad \left. \begin{array}{l} \cos(kx) \\ \sin(kx) \end{array} \right\} K_0(kr)$$

Ook bij deze functies komt men, door k met $\sqrt{i}$ te vermenigvuldigen, tot nieuwe cylinderfuncties, n.l.

$$\text{re} K_0(kr \sqrt{i}) = \text{ker}_0(kr) = -\frac{1}{2} \pi \text{im} H_0^1(kr \sqrt{i})$$

$$\text{en } \text{im} K_0(kr \sqrt{i}) = \text{kei}_0(kr) = +\frac{1}{2} \pi \text{re} H_0^1(kr \sqrt{i})$$

Van deze functies, evenals natuurlijk ook van Y_0 en K_0 , is het verloop berekend en in tabellen vastgelegd. Een toepassing van de functie kei_0 vindt men b.v. bij de berekening van de doorbuiging van een groote plaat op elastischen grondslag⁵⁾.

In ondervolgende grafiek fig. 2 vindt men het verloop van eenige der genoemde Besselsche functies van de tweede soort aangegeven.

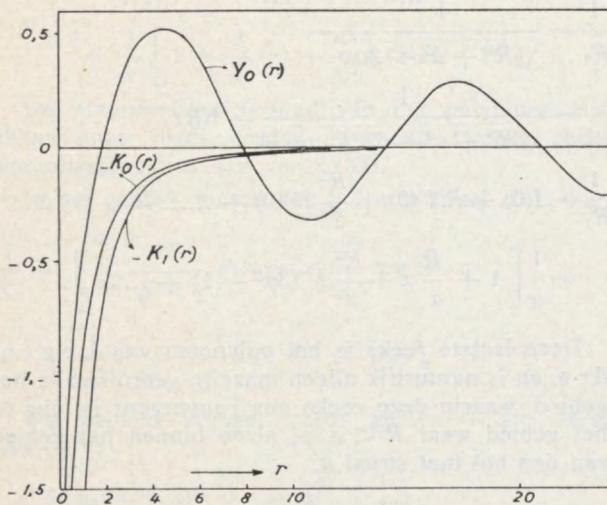


Fig. 2.

Met het bovenstaande is een kort overzicht gegeven van de axiaal-symmetrische potentiaalfuncties, welke Besselsche functies bevatten. Zoeken we de oplossing voor de vergelijking $\Delta V = 0$ in bolcoördinaten (verg. II), dan komen we tot potentiaalfuncties welke bolfuncties bevatten.

5) Zie: „De overbrenging van den druk door de wegverharding op den ondergrond”, door ir. P. L. E. Happé, (Praeadvis Int. Wegencongres Scheveningen 1938).

Vergelijking (II) luidde:

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial V}{\partial R} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \Theta^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial V}{\partial \Theta} \frac{\partial \Theta}{\partial \Theta} = 0$$

Stellen we $V = \bar{R} \cdot \bar{\Theta}$, waarin $\bar{R}$ een functie is, alléén van R , en $\bar{\Theta}$ een functie is, alléén van Θ . We vinden dan, na deeling door $\bar{R} \cdot \bar{\Theta}$

$$\frac{R^2}{\bar{R}} \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial R^2} + \frac{2R}{\bar{R}} \frac{\partial \bar{R}}{\partial R} + \frac{\partial^2 \bar{\Theta}}{\bar{\Theta} \partial \Theta^2} + \frac{\partial \bar{\Theta}}{\bar{\Theta} \text{tg} \Theta \partial \Theta} = 0$$

In deze vergelijking stellen we nu:

$$\frac{R^2}{\bar{R}} \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial R^2} + \frac{2R}{\bar{R}} \frac{\partial \bar{R}}{\partial R} = k^2, \text{ zoodat}$$

$$\frac{\partial^2 \bar{\Theta}}{\bar{\Theta} \partial \Theta^2} + \frac{\partial \bar{\Theta}}{\bar{\Theta} \text{tg} \Theta \partial \Theta} = -k^2.$$

Het is duidelijk, dat k^2 een grootheid is, die Θ noch R kan bevatten en dus een constante moet zijn.

De eerste der bovenstaande vergelijkingen geeft:

$$R^2 \frac{\partial^2 \bar{R}}{\partial R^2} + 2R \frac{\partial \bar{R}}{\partial R} = k^2 \bar{R}$$

Stellen we hierin $\bar{R} = R^p$, dan vinden we:

$$p(p-1)R^p + 2pR^p = k^2 R^p$$

$$\text{dus } p = -\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + k^2}$$

Stellen we nu verder $k^2 = n(n+1)$, dan is $p = n$ of $p = -(n+1)$, zoodat dus

$$\bar{R} = R^n \text{ of } \bar{R} = \frac{1}{R^{n+1}}$$

De tweede vergelijking wordt nu dus:

$$\frac{\partial^2 \bar{\Theta}}{\bar{\Theta} \partial \Theta^2} + \frac{\partial \bar{\Theta}}{\bar{\Theta} \text{tg} \Theta \partial \Theta} + n(n+1) \bar{\Theta} = 0$$

en kan omgevormd worden tot.

$$\frac{\partial}{\partial \cos \Theta} \left[\sin^2 \Theta \frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial \cos \Theta} \right] + n(n+1) \bar{\Theta} = 0$$

$$\text{of } \frac{\partial}{\partial \mu} \left(1 - \mu^2 \right) \frac{\partial \bar{\Theta}}{\partial \mu} + n(n+1) \bar{\Theta} = 0 \quad \dots \dots \dots \text{(IX)}$$

Moet $\bar{\Theta}$ voor de uiterste waarden van μ (dus voor ± 1) eindig blijven, dan kan n slechts een geheel getal zijn⁶⁾.

De differentiaalvergelijking (IX) is door reeksontwikkeling op te lossen. Stelt men in die oplossing voor n achtereenvolgens 0, 1, 2, 3, enz. dan vindt men:

$$\left. \begin{array}{l} n=0; \bar{\Theta} = P_0(\mu) = 1 \\ n=1; \bar{\Theta} = P_1(\mu) = \mu \\ n=2; \bar{\Theta} = P_2(\mu) = \frac{1}{2}(3\mu^2 - 1) \end{array} \right\} \mu = \cos \Theta = \frac{x}{R}$$

$$P_n(\mu) = \frac{1}{2^n \cdot n!} \frac{\partial^n}{\partial \mu^n} (\mu^2 - 1)^n$$

6) Zie voor het bewijs hiervan en voor de oplossing van de differentiaalvergelijking o.m. „Lehrbuch der Hydrodynamik” van H. Lamb.

ook is $P_n(\mu) = (-)^n \frac{R^{n+1}}{n!} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right) \dots\dots\dots (X)$

De bij deze oplossingen behorende potentiaalfuncties zijn derhalve, indien $\bar{R} = R^n$:

$$\begin{aligned} n=0; & \quad R^0 \cdot P_0(\mu) = 1 \\ n=1; & \quad R \cdot P_1(\mu) = x \\ n=2; & \quad R^2 \cdot P_2(\mu) = \frac{1}{2} (3x^2 - R^2) \\ & \quad \text{enz.} \end{aligned}$$

$$\text{indien } \bar{R} = \frac{1}{R^{n+1}}:$$

$$\begin{aligned} n=0; & \quad \frac{1}{R} \cdot P_0(\mu) = \frac{1}{R} \\ n=1; & \quad \frac{1}{R^2} \cdot P_1(\mu) = \frac{x}{R^3} \\ n=2; & \quad \frac{1}{R^3} \cdot P_2(\mu) = \frac{1}{2} \left[\frac{3x^2}{R^5} - \frac{1}{R^3} \right] \\ & \quad \text{enz.} \end{aligned} \dots\dots\dots (XI)$$

De hier met P aangeduide functies zijn de eenvoudige (of zonale) bolfuncties van de eerste soort. Voor het niet axiaalsymmetrische geval bestaan ook dergelijke, echter minder eenvoudige functies, n.l. de tesserale bolfuncties. Een standaardwerk over bolfuncties is het „Handbuch der Kugelfunctionen” van E. Heine Berlin, 1878.

Men kan bewijzen (zie Heine, deel I blz. 68) dat:

$$\int_{-1}^{+1} P_m(\mu) \cdot P_n(\mu) d\mu = 0 \quad m \neq n$$

$$\text{en } \int_{-1}^{+1} P_n(\mu) \cdot P_n(\mu) d\mu = \frac{2}{2n+1}.$$

Deze eigenschappen, waaruit blijkt dat P_n, P_m , beschouwd kunnen worden als de eigenfuncties van een integraalvergelijking met symmetrische kern ⁷⁾ maken het mogelijk een willekeurige functie van μ volgens deze bolfuncties te ontwikkelen.

$$\text{Immers, zij } f(\mu) = a_0 + a_1 P_1(\mu) + a_2 P_2(\mu) + \dots\dots\dots (XII)$$

Vermenigvuldigen we nu beide leden van bovenstaande vergelijking met $P_n(\mu) d\mu$ en integreeren we daarna tusschen de grenzen $+1$ en -1 , dan vinden we:

$$\int_{-1}^{+1} f(\mu) P_n(\mu) d\mu = a_n \cdot \frac{2}{2n+1}$$

$$\text{dus } a_n = (n + \frac{1}{2}) \int_{-1}^{+1} f(\mu) P_n(\mu) d\mu$$

Op deze wijze kan men dus alle onbekende coëfficiënten a van vergelijking (XII) bepalen, zoodat men vindt:

$$f(\mu) = \sum_{n=0}^{\infty} (n + \frac{1}{2}) P_n(\mu) \int_{-1}^{+1} f(\mu) P_n(\mu) d\mu \dots (XIII)$$

De functies P_n verkrijgt men ook als de coëfficiënten van $\left| \frac{R}{a} \right|^n$ of van $\left| \frac{a}{R} \right|^n$, bij de ontwikkeling van de potentiaalfunctie $\frac{1}{R_1}$ in een reeks van Maclaurin.

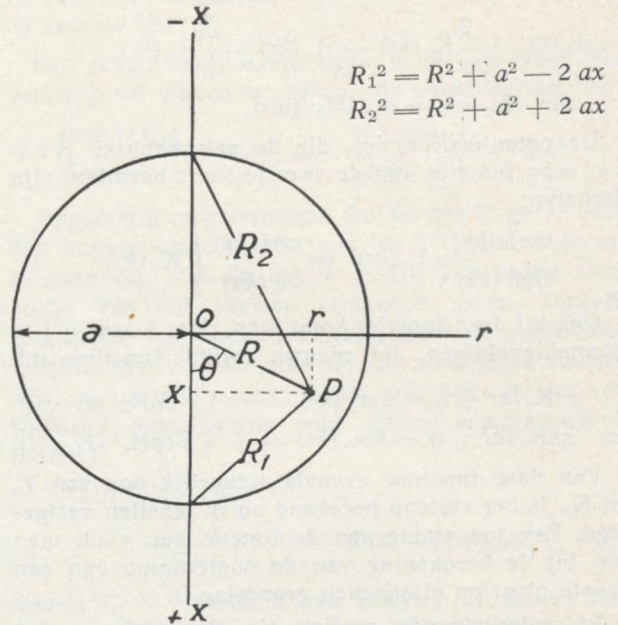


Fig. 3.

We vinden n.l. volgens deze reeks ontwikkelende:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_1} &= \frac{1}{\sqrt{R^2 + a^2 - 2ax}} = \\ &= \frac{1}{\sqrt{R^2 + a^2 - 2aR \cos \Theta}} = f(R) \\ \frac{1}{R_1} &= f(0) + R f'(0) + \frac{R^2}{2!} f''(0) + \dots\dots\dots = \\ &= \frac{1}{a} \left[1 + \frac{R}{a} \mu + \frac{R^2}{a^2} \frac{1}{2} (3\mu^2 - 1) + \dots\dots\dots \right]. \end{aligned}$$

Deze laatste reeks is het polynoom van Legendre, en is natuurlijk alleen maar te gebruiken in het gebied, waarin deze reeks nog convergent is, dus in het gebied waar $R < a$ is, zoo binnen het gebied van den bol met straal a .

De coëfficiënten van $\left| \frac{R}{a} \right|^n$ in bovenstaande reeks zijn:

$$\begin{aligned} n=0; & \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{a} P_0(\mu) \\ n=1; & \quad \frac{1}{a} \cdot \mu = \frac{1}{a} P_1(\mu) \\ n=2; & \quad \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{2} (3\mu^2 - 1) = \frac{1}{a} P_2(\mu) \\ & \quad \text{enz.} \end{aligned}$$

We zien verder, dat de afzonderlijke termen van

⁷⁾ Zie b.v. „Eigenfuncties” door C.G.J. Vreedenburgh, dit tijdschrift Nos. 11 en 12, — 1937.

het polynoom n.l. $\frac{R^n P_n}{a^{n+1}}$ onze reeds eerder gevonden eerste reeks potentiaalfuncties van vergelijking (XI) is.

De potentiaalfunctie $\frac{1}{R_1}$ kunnen we derhalve, binnen het gebied van den bol met straal a , ontwikkelen in een reeks potentiaalfuncties $\frac{R^n}{a^{n+1}} P_n$. We zullen deze potentiaalfuncties met S_n aanduiden, dus

$$\frac{1}{R_1} = \sum_{n=0}^{\infty} S_n \text{ en } \frac{1}{R_2} = S_0 - S_1 + S_2 - \dots = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n S_n$$

In het gebied, buiten den bol met straal a , dus voor $R > a$ kunnen we stellen:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_1} &= \frac{1}{\sqrt{R^2 + a^2 - 2aR\mu}} = \\ &= \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{a^2}{R^2} - 2\frac{a}{R}\mu}} = \frac{1}{R} f\left(\frac{1}{R}\right) \end{aligned}$$

en alweer volgens Maclaurin ontwikkelende:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_1} &= \frac{1}{R} \left[f(0) + \frac{1}{R} f'(0) + \frac{1}{2!R^2} f''(0) \dots \right] \\ &= \frac{1}{R} \left[1 + \frac{a}{R} \mu + \frac{a^2}{R^2} \frac{1}{2} (3\mu^2 - 1) + \dots \right]. \end{aligned}$$

De afzonderlijke termen van het polynoom zijn thans onze reeds eerder gevonden tweede reeks potentiaalfuncties van verg. (XI).

In het gebied, buiten den bol met straal a , is dus:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_1} &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a^n}{R^{n+1}} P_n(\mu) = \sum_{n=0}^{\infty} \text{zeg } S'_n; \\ \frac{1}{R_2} &= \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n S'_n \end{aligned}$$

We hebben vroeger reeds gezien — zie verg. (X) — dat:

$$P_n(\mu) = (-1)^n \frac{R^{n+1}}{n!} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right),$$

$$\text{zoodat } S'_n = \frac{a^n}{R^{n+1}} P_n(\mu) = (-1)^n \frac{a^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{en } S_n &= \frac{R^n}{a^{n+1}} P_n(\mu) = \\ &= (-1)^n \frac{R^{2n+1}}{n! a^{n+1}} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right). \end{aligned}$$

Uit $S'_n = (-1)^n \frac{a^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right)$ volgt dus de merkwaardige eigenschap:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} S'_n &= -\frac{n+1}{a} S'_{n+1} \\ \text{Evenzoo is } \frac{\partial}{\partial x} S_{n+1} &= +\frac{n+1}{a} S_n \end{aligned} \right\} \dots \text{ (XIV)}$$

Voor het bewijs van de laatste dezer stellingen moge naar leerboeken verwezen worden.

De oplossing van de differentiaalvergelijking (IX) levert, behalve de functies P_n , de bolfuncties van de 2de soort Q_n 8).

$$\begin{aligned} Q_n(\mu) &= \frac{1}{2} P_n(\mu) \ln \frac{1+\mu}{1-\mu} - \frac{2n-1}{1 \cdot n} P_{n-1} - \\ &\quad - \frac{2n-5}{3(n-1)} P_{n-3} - \frac{2n-9}{5(n-2)} P_{n-5} - \dots \end{aligned}$$

$$\text{dus } Q_0(\mu) = \frac{1}{2} \ln \frac{1+\mu}{1-\mu}$$

$$Q_1(\mu) = \frac{1}{2} \mu \ln \frac{1+\mu}{1-\mu} - \frac{1}{2}$$

$$Q_2(\mu) = \frac{1}{4} (3\mu^2 - 1) \ln \frac{1+\mu}{1-\mu} - \frac{3}{2} \mu.$$

$$\text{We zien dus dat } \frac{\partial}{\partial x} Q_0(\mu) = \frac{1}{R} = S'_0$$

De potentiaalfuncties, welke men met Q_n kan vormen zijn dus:

$$\begin{aligned} \frac{R^n}{a^{n+1}} Q_n(\mu) &= \text{zeg } T_n \\ \frac{a^n}{R^{n+1}} Q_n(\mu) &= \text{zeg } T'_n. \end{aligned}$$

Ook voor deze functies, die dus alle een log. factor bezitten, geldt:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} T_{n+1} &= +\frac{n+1}{a} T_n \\ \text{en } \frac{\partial}{\partial x} T'_n &= -\frac{n+1}{a} T_{n+1}. \end{aligned}$$

We hebben vroeger gezien, hoe door symbolische voorstelling een ingewikkelde vergelijking als verg. (III) de eenvoudige gedaante van verg. (IV) kan verkrijgen.

Ook de bolpotentiaalfuncties kunnen symbolisch worden voorgesteld, b.v.

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_1} (R > a) &= \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{a^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right) \text{ is} \\ &\left(e^{-a \frac{\partial}{\partial x}} \right) \left(\frac{1}{R} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Zoo is ook: } \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} (R > a) &= \sum_0^{\infty} S'_n + \\ &+ \sum_0^{\infty} (-1)^n S'_n \end{aligned}$$

8) Zie Heine, Deel I blz. 125 e.v.

$$= 2(S_0' + S_2' + S_4' \dots) = \left(e^{-a} \frac{\partial}{\partial x} + e^a \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{1}{R} \right) =$$

$$= 2 \cosh \left(a \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{1}{R} \right)$$

Het is op eenvoudige manier te bewijzen, dat $J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \psi(x)$ een axiaal-symmetrische potentiaal-functie is.

Aangezien $J_0(kr)$ voor $r = 0$, gelijk aan $+1$ wordt, is dus met bovenstaande voorstellingswijze een gezochte potentiaalfunctie onmiddellijk bekend, wanneer het verloop van de potentiaal langs de X-as ($r = 0$) gegeven is.

Voor de potentiaalfuncties S_n en S'_n hebben we de volgende symbolische voorstelling:

$$\left. \begin{aligned} S_n &= \frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{x}{a} \right)^n \\ S'_n &= \frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{a}{x} \right)^{n+1} \end{aligned} \right\} \quad \text{9) } \dots \dots \dots \text{ (XV)}$$

Van het bovenstaande gebruik makende zullen we nu de waarde berekenen van de reeks potentiaal-

functies: $S_0 + S_1 + \frac{1}{2!} S_2 + \frac{1}{3!} S_3 + \dots$. We hebben hier dan, door het invoeren van een coëfficiënt $\frac{1}{n!}$

een reeks gekregen, die ook convergeert voor $R > a$ en dus geldig is, zoowel in het gebied binnen, als in het gebied buiten den bol met straal a .

Bovenbedoelde reeks wordt alzoo:

$$\frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left\{ 1 + \frac{x}{a} + \frac{1}{2!} \left(\frac{x}{a} \right)^2 + \dots \right\} =$$

$$= \frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) e^{\frac{x}{a}} = \frac{1}{a} e^{\frac{x}{a}} J_0 \left(\frac{r}{a} \right).$$

Schrijven we nu voor $\frac{1}{a} = k$, dan blijkt dus, dat

onze vroeger gevonden Besselsche potentiaal-functie

$$k e^{kx} J_0(kr) \equiv S_0 + S_1 + \frac{1}{2!} S_2 + \dots \text{ (XVI)}$$

Dit is een zeer merkwaardige gelijkheid, welke, voor zooverre steller bekend is, tot dusverre nog niet werd geconstateerd en welke het verband tussen Besselsche en bolfuncties duidelijk doet uitkomen.

9) Deze gelijkheid leidde steller af uit de door Watson (blz. 51) medegedeelde formule van Filon:

$$P_\nu^{-\mu} \left(\frac{z}{\sqrt{\rho^2 + z^2}} \right) = \frac{\Gamma(\nu - \mu + 1)}{\Gamma(\nu + 1) \cdot (\rho^2 + z^2)^{1/2}} J_\mu \left(\rho \frac{\partial}{\partial z} \right) z^\nu$$

Op dezelfde wijze vond steller, dat:

$$k \cosh(kx) J_0(kr) = S_0 + \frac{1}{2!} S_2 + \frac{1}{4!} S_4 + \dots$$

$$k \sinh(kx) J_0(kr) = S_1 + \frac{1}{3!} S_3 + \frac{1}{5!} S_5 + \dots$$

$$k \cos(kx) I_0(kr) = S_0 - \frac{1}{2!} S_2 + \frac{1}{4!} S_4 - \dots$$

$$k \left\{ \operatorname{re} \cos(kx \sqrt{i}) \operatorname{ber}_0(kr) + i \operatorname{im} \cos(kx \sqrt{i}) \cdot \right.$$

$$\left. \operatorname{bei}_0(kr) \right\} = S_0 - \frac{1}{4!} S_4 + \frac{1}{8!} S_8 - \dots$$

Reeds eerder werd erop gewezen, dat bij differentiëren van b.v. $e^{-kx} J_0(kr)$ naar k , een nieuwe potentiaalfunctie ontstaat. Ook bij het integreeren zullen nieuwe potentiaalfuncties ontstaan. Zoo zal dus ook:

$$\int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) dk$$

een potentiaalfunctie zijn, terwijl we, door toevoeging van een willekeurige functie van k , als factor achter het integraalteeken, waardoor de vorm:

$$\int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) \psi(k) dk$$

ontstaat, zéér willekeurige potentiaalfuncties zullen verkrijgen.

In bovenstaanden vorm komen potentiaalfuncties veel voor, en daarom zullen we de waarde van de integraal

$$\int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) dk$$

bepalen.

Daartoe zullen we gebruik maken van de zoojuist gevonden identiteit (verg. XVI)

$$e^{-kx} J_0(kr) = \frac{1}{-k} S_0 - \frac{1}{k} S_1 + \frac{1}{2!k} S_2 - \dots$$

$$= \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{a} P_0 - \frac{1}{k} \cdot \frac{R}{a^2} P_1 + \frac{1}{2!k} \frac{R^2}{a^3} P_2 - \dots$$

Voor $\frac{1}{a} = k$ wordt het tweede lid:

$$= P_0 - k R P_1 + \frac{1}{2!} k^2 R^2 P_2 - \dots$$

$$\begin{aligned}
\text{Bijgevolg: } \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) dk &= \\
&= \left| k P_0 - \frac{1}{2!} k^2 R P_1 + \frac{1}{3!} k^3 R^2 P_2 - \dots \right|_0^\infty = \\
&= \left| S_0 - \frac{1}{2!} S_1 + \frac{1}{3!} S_2 - \dots \right|_0^\infty = \\
&= \frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left| 1 - \frac{1}{2!} \frac{x}{a} + \frac{1}{3!} \frac{x^2}{a^2} - \dots \right|_0^\infty = \\
&= \frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left| \frac{1 - e^{-\frac{x}{a}}}{\frac{x}{a}} \right|_0^\infty = \\
&= J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{1}{x} = S'_0 = \frac{1}{R}
\end{aligned}$$

$$\text{Alzoo is } \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) dk = \frac{1}{R}.$$

Aangezien $\frac{1}{R}$ de potentiaal van een bronpunt is,

neemt men aan, dat ook $\int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) dk$ het poten-

tiaalveld van een bronpunt voorstelt, evenals de inte-

$$\text{graal } \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \cos(kx) K_0(kr) dk \text{ welke eveneens} = \frac{1}{R}$$

is. Het bewijs hiervan verkrijgt men, door den cosinusfactor achter het integraalteeken in een reeks uit te schrijven en verder gebruik te maken van de stelling:

$$\int_0^\infty K_r(t) t^{\mu-1} dt = 2^{\mu-2} \Gamma \frac{\mu-r}{2} \Gamma \frac{\mu+r}{2}$$

$$\text{Aangezien } S'_{n+1} = -\frac{a}{n+1} \frac{\partial}{\partial x} S'_n \text{ (zie verg. XIV)}$$

$$\text{is dus ook: } S'_1 = a \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) k dk =$$

$$= a \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \sin(kx) K_0(kr) k dk$$

$$\text{en } S'_n = \frac{a^n}{n!} \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) k^n dk$$

$$\begin{aligned}
\text{of } S'_n &= (-1)^{\frac{1}{2}n} \frac{a^n}{n!} \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \cos(kx) K_0(kr) k^n dk \\
&\quad (n \text{ is even}) \\
\text{of } &= (-1)^{\frac{1}{2}(n-1)} \frac{a^n}{n!} \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \sin(kx) K_0(kr) k^n dk \\
&\quad (n \text{ is oneven})
\end{aligned} \quad \text{(XVII)}$$

Wij kunnen de laatste bolfunctie P_n , dus $P_n(\mu)$, $n = \infty$, in een Bessel'sche functie uitdrukken.

$$\text{Verg. (XV) geeft: } S_n = \frac{1}{a} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{x}{a} \right)^n$$

Wanneer $n = \infty$ heeft deze uitdrukking echter alleen maar dan beteekenis, wanneer $x \rightarrow a$, dus voor de functie S_n op het oppervlak van den bol met straal a . Moet deze functie bruikbaar zijn voor eindige waarden van r , grooter dan 0, dan zal die straal a oneindig groot moeten zijn, omdat alleen maar in dat geval $x \rightarrow a$ blijft. Ook de hoek Θ uit $P_n(\cos \Theta)$ blijft dan voor alle eindige waarden van r oneindig klein.

$$\begin{aligned}
\text{Stellen we nu: } \left(\frac{x}{a} \right)^n &= \left\{ 1 - \left(1 - \frac{x}{a} \right) \right\}^n = \\
&= e^{-n} \cdot e^{\frac{nx}{a}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{dan vinden we: } S_n &= \frac{e^{-n}}{a} e^{\frac{nx}{a}} J_0 \left(\frac{n}{a} r \right) = \\
&= \frac{1}{a} \left(\frac{x}{a} \right)^n J_0 \left(\frac{n}{a} r \right).
\end{aligned}$$

Nu is echter ook $S_n \equiv \frac{R^n}{a^n + 1} P_n(\mu)$, zoodat gelijkstelling levert:

$$P_n(\mu) = \frac{x^n}{R^n} J_0 \left(\frac{n}{a} r \right) \text{ en aangezien } R = a \rightarrow x$$

$$P_n(\mu) = J_0 \left(\frac{n}{a} r \right).$$

Deze formule komt geheel overeen met de door Heine gegeven uitdrukking:

$$P_n \left(\cos \frac{\psi}{n} \right) = J_0(\psi).$$

Immers voor $\frac{\psi}{n} = \Theta$ zou deze uitdrukking worden:

$$\begin{aligned}
P_n(\cos \Theta) &= J_0(n \Theta) = J_0(n \sin \Theta) = \\
&= J_0 \left(\frac{n}{a} r \right).
\end{aligned}$$

Nu zijn in deze laatste uitdrukking n zoowel als a oneindig groot. De verhouding $\frac{n}{a}$ kunnen we dus in

het algemeen eindig veronderstellen.

Stellen we nu dus $\frac{n}{a} = k$, dan zien we ook dat, aangezien n met de éénheid aangroeit, de aangroeiing van k , dus $dk = \frac{1}{a}$.

Keeren we nu terug tot de vergelijking (XIII)

$$f(\mu) = \sum_{n=0}^{\infty} (n + \frac{1}{2}) P_n(\mu) \int_{-1}^{+1} f(\mu') P_n(\mu') d\mu'$$

Hierin is $d\mu' = d\cos \Theta = -\sin \Theta d\Theta$
en $r = 2a \sin \frac{1}{2} \Theta$, alzoo $r dr = a^2 \sin \Theta d\Theta = -a^2 d\mu'$.

Vervangen we nu in bovenstaande verg. P_n door $J_0\left(n \frac{r}{a}\right) = J_0(kr)$, dan vinden we:

$$\psi(r) = - \sum_0^{\infty} (n + \frac{1}{2}) J_0(kr) \frac{1}{a^2} \int_{2a}^0 \psi(r') J_0(kr') r' dr'$$

$$\text{Nu is, zooals we zagen: } kdk = \frac{n}{a} \cdot \frac{1}{a} \\ \text{alzoo } \frac{1}{a^2} = \frac{kdk}{n}$$

Voeren we dit hierboven in, en gaan we verder tot de limiet over, dan vinden we op niet strenge wijze¹⁰⁾ de belangrijke tweedimensionale integraalformule:

$$\psi(r) = \int_0^{\infty} J_0(kr) k dk \int_0^{\infty} \psi(r') J_0(kr') r' dr' \quad (\text{XVIII})$$

welke analoog is aan de bekende éédimensionale integraalformule van Fourier:

$$f(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} dk \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos k(t-x) dt.$$

Hierboven vonden we (zie verg. XV) slechts voor de functies S_n en S'_n een symbolische voorstelling.

Wanneer we nu terugkeeren tot de in aanvang dezes door steller opgestelde potentiaalfuncties:

$$\cos(x \triangle_1) f(r) \quad \text{en} \quad \sin(x \triangle_1) f(r)_x$$

dan kan, door deze functies in een reeks uit te schrijven blijken dat:

10) Het strenge bewijs van deze door Neumann gevonden integraalformule kan men in leerboeken vinden. Het hier gegeven eenvoudige bewijs treft men aan bij Lamb, en is oorspronkelijk afkomstig van Mehler.

$$\left. \begin{aligned} S_{2n} &= (-)^n \frac{(2n)!}{2^{2n} (n!)^2} \frac{1}{a} \cos(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^{2n} \\ S_{2n+1} &= (-)^n \frac{(2n+1)!}{2^{2n} (n!)^2} \frac{1}{a} \sin(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^{2n} \\ T_{2n} &= (-)^n \frac{2^{2n} (n!)^2}{(2n)!} \frac{1}{a} \sin(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^{2n-1} \\ T_{2n-1} &= (-)^n \frac{2^{2n-2} (n-1)!^2}{(2n-1)!} \cdot \frac{1}{a} \cos(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^{2n-1} \\ S'_{2n} &= (-)^n \frac{(2n)!}{2^{2n} (n!)^2} \cdot \frac{1}{a} \cos(x \triangle_1) \left(\frac{a}{r}\right)^{2n+1} *) \\ S'_{2n-1} &= (-)^n \frac{(2n-1)!}{2^{2n-2} (n-1)!^2} \cdot \frac{1}{a} \sin(x \triangle_1) \left(\frac{a}{r}\right)^{2n+1} *) \\ T'_{2n} &= (-)^n \frac{2^{2n} (n!)^2}{(2n)!} \cdot \frac{1}{a} \sin(x \triangle_1) \left(\frac{a}{r}\right)^{2n+2} *) \\ T'_{2n+1} &= (-)^n \frac{2^{2n} (n!)^2}{(2n+1)!} \cdot \frac{1}{a} \cos(x \triangle_1) \left(\frac{a}{r}\right)^{2n+2} *) \end{aligned} \right\} \quad (\text{XIX})$$

Uit bovenstaande voorstelling volgt, dat voor $n = \infty$ en met gebruikmaking van de bekende formule van Wallis:

$$\sqrt{\pi} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{2n} (n!)^2}{(2n)! \sqrt{n}}$$

$$\text{dat } S_{2n} = (-)^n \frac{1}{\sqrt{\pi n}} \frac{1}{a} \cos(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^{2n}$$

$$\text{of } S_n = \text{even} = (-)^{\frac{1}{2}n} \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}\pi n}} \frac{1}{a} \cos(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^n$$

$$\text{Nu is } \cos(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^n = \left(\frac{r}{a}\right)^n - \frac{x^2}{2!} n^2 \frac{r^{2n-2}}{a^n} + \frac{x^4}{4!} n^2 (n-2)^2 \frac{r^{2n-4}}{a^n} - \dots$$

en aangezien $(n-2) \rightarrow n$, wanneer $n = \infty$ is:

$$\cos(x \triangle_1) \left(\frac{r}{a}\right)^n = \left(\frac{r}{a}\right)^n \left\{ 1 - \frac{1}{2!} \left(\frac{nx}{r}\right)^2 + \dots \right\} = \left(\frac{r}{a}\right)^n \cos\left(\frac{nx}{r}\right)$$

*) Alleen voor het gebied $r > x$.

$$\text{dus wordt } S_{n=\infty} = (-)^{\frac{1}{2}n} \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}\pi n}} \frac{r^n}{a^{n+1}} \cdot \cos\left(\frac{nx}{r}\right) \dots\dots\dots (\text{XX})$$

Aangezien echter $n = \infty$ is, heeft deze uitdrukking alleen maar dān beteekenis, wanneer $r \rightarrow a$. Moet de functie ook gelden voor eindige waarden van x , grooter dan 0, dan moet a tevens oneindig groot zijn. S_n is dan een functie op het oppervlak van den bol met straal $a = \infty = r$, dus in het gebied gelegen, waar $0 \rightarrow \frac{1}{2}\pi$. Aangezien ook $R = a$, hebben we dan:

$$P_n(\mu) = \frac{a^{n+1}}{R^n} S_n = a S_n = (-)^{\frac{1}{2}n} \left(\frac{r}{a}\right)^n \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}\pi n}} \cdot \cos\left(\frac{nx}{r}\right)$$

$$\text{of omdat } r \rightarrow a : P_n(\mu) = (-)^{\frac{1}{2}n} \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}\pi n}} \cos\left(\frac{nx}{a}\right)$$

Eerder vonden we, dat voor het gebied $\Theta \rightarrow 0$ en $n = \infty$

$$P_n(\cos \Theta) = J_0\left(n \frac{r}{a}\right) \quad (\text{formule van Heine})$$

Met het bovenstaande geeft steller derhalve een analoge formule voor het gebied $\Theta \rightarrow \frac{1}{2}\pi$.

Deze nieuw gevonden waarde voor $P_n(\mu)$ zullen we eens substitueeren in de verg. (XIII)

$$\psi(\mu) = \sum_0^{\infty} (n + \frac{1}{2}) P_n(\mu) \int_{-1}^{+1} \psi(\mu') P_n(\mu') d\mu'$$

$$\text{Nu is } x = a \cos \Theta = a \mu \text{ en } d\mu = \frac{1}{a} dx$$

$$\text{Stellen we evenals vroeger, } \frac{n}{a} = k \text{ en verder } dk = \frac{1}{a}, \text{ dan vinden we (op niet strenge wijze):}$$

$$f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \cos(kx) dk \int_0^{\infty} f(x') \cos(kx') dx' \dots\dots (\text{XXIa})$$

Hiermede is de bekende integraalformule van Fourier voor even functies gevonden. Uitgaande van de oneven functie S_{2n-1} hadden we op dezelfde wijze de formule voor oneven functies kunnen vinden:

$$f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \sin(kx) dk \int_0^{\infty} f(x') \sin(kx') dx' \dots\dots (\text{XXIb})$$

Na bovenstaande korte beschouwing over axiaalsymmetrische potentiaalfuncties zal thans nog de potentiaal bepaald worden van een cirkelvormige schijf, welke we ons belegd denken met een massa van de dichtheid 1, zoodat ieder punt van die schijf

ten opzichte van een buiten dat punt gelegen massa-deeltje een potentiaal heeft groot $\frac{1}{\rho}$ en waarbij dus ρ de afstand tusschen die 2 punten is.

De potentiaal van zoo'n schijf is op verschillende wijzen te bepalen. Heine (Handbuch der Kugelfunctionen, 2de deel) gaat b.v. uit van de potentiaal van een ellipsoïde en laat de lengte van de omwentelingsas ervan tot 0 naderen. Ook gaat hij uit van een omwentelingscylinder, waarvan hij de hoogte oneindig klein laat worden, voor het laatste geval de potentiaal vindende:

$$V = 2\pi b \int_0^{\infty} e^{-kx} J_0(kr) J_1(kb) \frac{dk}{k} \dots\dots (\text{XXII})$$

Hierin is b de straal van de schijf.

We kunnen deze potentiaal V echter zeer wel rechtstreeks bepalen en beginnen daartoe eerst de potentiaal van een ring uit te rekenen. Deze ring hebbe een straal b en een dikte $= db$

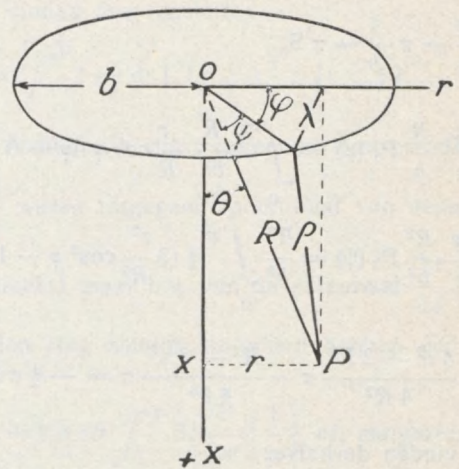


Fig. 4.

Het buiten den ring gelegen punt P hebbe de coördinaten x en r , of ook R en Θ . Een willekeurig oneindig klein ringgedeelte, ter oppervlakte van $db \cdot b d\varphi$ heeft dan ten opzichte van het punt P een potentiaal:

$$dV = \frac{b db d\varphi}{\rho}$$

$$\text{dus de geheele ring: } V = 2b db \int_0^{\pi} \frac{d\varphi}{\rho}$$

$$\begin{aligned} \text{Nu is (zie fig. 4) } \rho^2 &= \lambda^2 + x^2 \\ \text{en } \lambda^2 &= r^2 + b^2 - 2rb \cos \varphi \\ \text{dus } \rho^2 &= R^2 + b^2 - 2Rb \cos \varphi \\ \text{ook is echter } \rho^2 &= R^2 + b^2 - 2Rb \cos \psi \end{aligned}$$

$$\text{waaruit volgt } \cos \psi = \frac{r}{R} \cos \varphi = \sin \Theta \cos \varphi$$

Aangezien Θ en φ onafhankelijk zijn van R , is dus $\cos \psi$ ook onafhankelijk van R .

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + b^2 - 2 R b \cos \psi}}$$

kunnen we derhalve volgens het polynoom van Legendre ontwikkelen, zoodat we voor de integraal vinden:

$$\int_0^\pi \frac{d\varphi}{\rho} = \int_0^\pi \frac{d\varphi}{b} \left\{ 1 + \frac{R}{b} P_1(\psi) + \frac{R^2}{b^2} P_2(\psi) + \dots \right\} \quad (b > R)$$

$$\text{of} = \int_0^\pi \frac{d\varphi}{R} \left\{ 1 + \frac{b}{R} P_1(\psi) + \frac{b^2}{R^2} P_2(\psi) + \dots \right\} \quad (b < R)$$

Beide reeksen zijn onder de gestelde voorwaarden convergent en mogen derhalve term voor term worden geïntegreerd. Voor de eerste reeks hebben we dan:

$$\int_0^\pi \frac{d\varphi}{b} = \pi \cdot \frac{1}{b} = \pi S_0$$

$$\int_0^\pi \frac{d\varphi}{b} \cdot \frac{R}{b} P_1(\varphi) = \int_0^\pi \frac{R}{b^2} \cdot \frac{r}{R} \cos \varphi d\varphi = 0$$

$$\int_0^\pi \frac{d\varphi}{b} \cdot \frac{R^2}{b^2} P_2(\psi) = \frac{R^2}{b^3} \int_0^\pi \frac{1}{2} (3 \frac{r^2}{R^2} \cos^2 \varphi - 1) d\varphi =$$

$$= \frac{R^2}{b^3} \cdot \frac{3 r^2 - 2 R^2}{4 R^2} \pi = \frac{R^2 - 3 x^2}{4 b^3} \pi = -\frac{1}{2} \pi S_2.$$

We vinden derhalve:

$$\int_0^\pi \frac{d\varphi}{\rho} = \pi \left[S_0 - \frac{1}{2} S_2 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} S_4 - \dots \right].$$

Voeren we nu in: $S_n = \frac{1}{b} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(\frac{x}{b} \right)^n$ (zie verg. XV)

$$\begin{aligned} \text{dan is } \int_0^\pi \frac{d\varphi}{\rho} &= \frac{\pi}{b} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \left[1 - \frac{1}{2} \frac{x}{b} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \frac{x^2}{b^2} - \dots \right] = \\ &= \frac{\pi}{b} J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{b}{\sqrt{x^2 + b^2}} = \pi J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{1}{R_1}; \\ &\left(R_1 = \sqrt{x^2 + b^2} \right) \end{aligned}$$

$$\text{dus } V = 2 b db \cdot \pi \cdot J_0 \left(r \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{1}{R_1} \dots \dots \dots (\text{XXIIIa})$$

Voor het gebied $R > b$ vinden we op gelijke wijze:

$$\int_0^\pi \frac{d\varphi}{b} = \pi \left[S_0' - \frac{1}{2} S_2' + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} S_4' - \dots \right]$$

Voeren we hier nu in: $S'_n = (-1)^n \frac{b^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{R} \right)$

$$\begin{aligned} \text{dan is: } \int_0^\pi \frac{d\varphi}{\rho} &= \pi \left[\frac{1}{R} - \frac{b^2}{2!2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{1}{R} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{b^4}{4! \cdot 2 \cdot 4} \frac{\partial^4}{\partial x^4} \left(\frac{1}{R} \right) - \dots \right] \\ &= \pi J_0 \left(b \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{1}{R}. \end{aligned}$$

Dus voor punten, buiten het gebied van den bol met straal b gelegen, bedraagt de potentiaal van den ring:

$$V = 2 b db \pi J_0 \left(b \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{1}{R} \dots \dots \dots (\text{XXIIIb})$$

Echter is ook een andere voorstelling mogelijk. Stellen we n.l.

$$S'_n = \frac{b^n}{n!} \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) k^n dk \quad (\text{zie verg. XVII})$$

$$\begin{aligned} \text{dan wordt } \int_0^\pi \frac{d\varphi}{\rho} &= \pi \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) \left\{ 1 - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2} \frac{k^2 b^2}{2!} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \frac{k^4 b^4}{4!} - \dots \right\} \end{aligned}$$

$$\text{en } V = 2 b db \pi \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) J_0(kb) dk.$$

Om nu de potentiaal van de schijf te bepalen, beschouwen we b als een veranderlijke en integreeren tusschen de grenzen b en 0 . We vinden dan:

$$V_{\text{schijf}} = \int_0^b 2 \pi b db \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) J_0(kb) dk$$

Volgens een bekende regel uit de Besselsche functieleer is:

$$\int_0^b b J_0(kb) db = \frac{b}{k} J_1(kb)$$

$$\text{dus } V_{\text{schijf}} = 2 \pi b \int_0^\infty e^{-kx} J_0(kr) J_1(kb) \frac{dk}{k}$$

Hiermede hebben we de vroeger genoemde formule van Heine (verg. XXII) verkregen. Deze formule geldt zoowel voor $R > b$ als voor $R < b$. Volgens verg. (XXIIIb) is echter ook voor $R > b$

$$V = \int_0^b 2\pi b db J_0\left(b \frac{\partial}{\partial x}\right) \frac{1}{R} =$$

$$= 2\pi b J_1\left(b \frac{\partial}{\partial x}\right) \left(\frac{1}{R}\right)_x \dots\dots\dots (\text{XXIIa})$$

In dezen vorm gebracht kunnen we de waarde van de potentiaal (integraal XXII) voor $R > b$ dadelijk in een reeks uitschrijven.

Valt het punt P in het vlak van de schijf, doch buiten de schijf zelve, dan moet in bovenstaande formule (XXIIa) $x=0$ gesteld worden. Om in dit geval tot een resultaat te komen, wordt opgemerkt, dat aangezien

$\frac{1}{R}$ een potentiaalfunctie is, waarvoor geldt: $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -\Delta_1 V$, wij bovenstaande formule (XXIIa) ook hadden kunnen schrijven in den vorm:

$$V = 2\pi b I_1(b \Delta_1) \left(\frac{1}{R}\right)_b \quad [R > b]$$

welke laatste vorm, voor $x=0$ thans verandert in:

$$V_{\text{schijf}} = 2\pi b I_1(b \Delta_1) \left(\frac{1}{r}\right)_b \quad [R < b; x=0]$$

Valt het punt P precies op den rand van de schijf, dan is $r=b$ en wordt de potentiaal, de reeks uitschrijvende:

$$V = 2\pi b \left[\frac{b}{2} \cdot \frac{1}{b} + \frac{b^3}{2 \cdot 2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{b^3} + \right.$$

$$\left. + \frac{b^5}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{3 \cdot 3}{b^5} + \dots \right]$$

De factor tusschen haakjes van deze vergelijking is voor te stellen door de hyper-geometrische functie $\frac{1}{2} F\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}; 2; 1\right)$ en heeft dus de waarde

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\Gamma 2 \cdot \Gamma 1}{\Gamma 1\frac{1}{2} \cdot \Gamma 1\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{\pi} = \frac{2}{\pi}, \text{ zoodat } V = 4b.$$

Valt het punt P echter binnen de schijf zelve, dan heeft men volgens fig. 5:

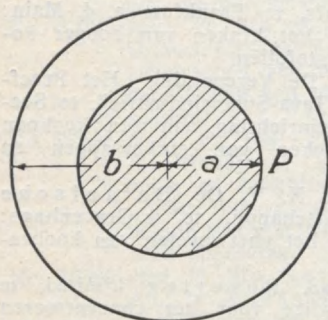


Fig. 5.

P ligt binnen den schijfring — potentiaal V_i — waarvan de buitenstraal b en de binnenstraal a bedraagt en ook ligt P op den rand van de schijf, waarvan de straal a bedraagt. De potentiaal van deze laatste schijf bedraagt — zie boven — $4a$.

Uit verg. (XXIIIa) volgt verder, dat voor $x=0$ en voor het punt

P , waarvoor $r=a$, de potentiaal van de schijfring bedraagt:

$$V_i = \int_a^b 2\pi r dr I_0(a \Delta_1) \frac{1}{r}$$

De totale potentiaal van de schijf voor een punt P binnen de schijf vallende, op een afstand a van het middelpunt, bedraagt dus:

$$V = 4a + V_i = 4a + \int_a^b 2\pi r dr I_0(a \Delta_1) \frac{1}{r} =$$

$$= 4a + \int_a^b 2\pi r dr I_0(a \Delta_1) \frac{1}{r} -$$

$$- 2\pi a \left[1 - \frac{1}{2 \cdot 2} - \frac{3}{2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4} - \dots \right]$$

De factor tusschen haakjes in bovenstaande vergelijking is voor te stellen door de hyper-geometrische functie $F\left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}; 1; 1\right)$ en heeft dus de waarde

$$\frac{\Gamma 1 \cdot \Gamma 1}{\Gamma 1\frac{1}{2} \cdot \Gamma 1\frac{1}{2}} = \frac{2}{\pi}.$$

We vinden dus tenslotte:

$$V = \int_a^b 2\pi r dr I_0(a \Delta_1) \frac{1}{r}; [r < b] \dots (\text{XXIIb})$$

Het is duidelijk, dat wanneer we niet van de potentiaal $\frac{1}{\rho}$ waren uitgegaan (potentiaal van de aantrekkingskracht) maar b.v. van de potentiaal $\frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{\rho}\right)$ wij

voor den ring zouden gevonden hebben een potentiaal:

$$V = 2b db \int_0^\pi d\varphi \frac{\partial^n}{\partial x^n} \left(\frac{1}{\rho}\right) \text{ of, aangezien } \varphi \text{ on-}$$

afhankelijk is van x : $V = 2b db \frac{\partial^n}{\partial x^n} \int_0^\pi \frac{d\varphi}{\rho}$

dus voor $R < b$ (zie verg. XXIIIa):

$$V = 2\pi b db J_0\left(r \frac{\partial}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial^n}{\partial x^n} \frac{1}{R_1}\right)$$

en voor $R > b$ (zie verg. XXIIIb):

$$V = 2\pi b db J_0\left(b \frac{\partial}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial^n}{\partial x^n} \frac{1}{R}\right)$$

zoodat ook voor $R > b$ de potentiaal van de schijf wordt

$$V_{\text{schijf}} = 2\pi b J_1\left(b \frac{\partial}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial^n}{\partial x^n} \frac{1}{R}\right)_b$$

Nu is $\frac{\partial^n}{\partial x^n} \frac{1}{R}$ de potentiaal van het massapunt in het middelpunt van de schijf (in den oorsprong van

het assenstelsel). Was die potentiaal niet $\frac{\partial^n}{\partial x^n} \frac{1}{R}$ geweest, maar $= \psi = \sum \alpha_n \frac{\partial^n}{\partial x^n} \frac{1}{R}$, dan hadden we dus kunnen schrijven:

$$V_{\text{schijf}} = 2 \pi b J_1 \left(b \frac{\partial}{\partial x} \right) (\psi)_b; \quad [R > b]$$

of ook $V = 2 \pi b I_1 (b \triangle_1) (\psi)_b$, (XXIVa)

en wanneer het punt P in de schijf valt, op een afstand a uit het schijfmidden:

$$V = 2 \pi a I_1 (a \triangle_1) (\psi)_a (x=0) + \int_a^b 2 \pi r dr I_0 (a \triangle_1) (\psi) (x=0) \dots \text{(XXIVb)}$$

(Wordt vervolgd).

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Comité Bouw Scheepsmodellen.

Het Comité deelt mede, dat de oorspronkelijke voorraad, welke naar Indië werd gezonden, bestond uit 300 handleidingen, 200 pakken hout, 100 motortjes en 75 kistjes verf. Deze voorraad werd over verschillende plaatsen gedistribueerd en was binnen 14 dagen vrijwel geheel uitverkocht. Een verdere zending van 100 handleidingen en 100 pakken hout was reeds voor aankomst in Indië grootendeels verkocht, zoodat bij het schrijven van dit artikel nog slechts enkele exemplaren beschikbaar zijn.

Een aanvulling van den voorraad is reeds eenigen tijd geleden aangevraagd en wordt eind Maart/begin April te Batavia verwacht.

Het Comité, ofschoon uiteraard zeer verheugd, dat de bouw van het model van het m.s. „Oranje” zoo veel belangstelling vindt, betreurt het zeer, dat niet aan alle aanvragen onmiddellijk kan worden voldaan, doch zal er zorg voor dragen, dat de nieuwe zending zoo spoedig mogelijk wordt verspreid en dat begin April de handleidingen en materialen weder bij de kantoren der N. V. Stoomvaart Mij. „Nederland” te Batavia, Batavia-Centrum, Medan, Semarang, Soerabaja en Makassar beschikbaar zijn.

Zooals bekend, is het de bedoeling, dat de modellen van de deelnemers, die prijs stellen op een beoordeeling door het Comité, naar Batavia worden gezonden. Het Comité had oorspronkelijk als uitersten datum voor de inlevering van de modellen bij een der kantoren van S.M.N., R.L. of K.P.M. vastgesteld 31 Augustus 1938.

Nu het echter niet mogelijk was, alle belanghebbenden reeds in Februari van de door hen gevraagde artikelen te voorzien en een deel van hen, in verband met de aankomst van een verdere voorraad over enkele weken, pas in April met den bouw van het model zal kunnen beginnen, ligt het in het voornemen den inschrijvingstermijn met enkele maanden te verlengen. De juiste datum zal t.z.t. worden vastgesteld,

doch voorloopig kan er rekening mede worden gehouden, dat deze datum niet zal vallen vóór 31 October a.s.

Octrooien.

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

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

15 Juni 1938:

- No. 78478 Ned. kl. 5a. Reed Roller Bit Company, te Houston, Texas, Ver. St. v. Am.: Boorkroon, voorzien van rolfreenzen.
- No. 80004 Ned. kl. 1a. E. Coppée & Cie., te Brussel: Schudzeef.
- No. 75375 Ned. kl. 1c. G. J. de Vooys, te Hückelhoven, Duitschland en Westfalia-Dinnendahl-Gröppel A. G., te Bochum, Duitschland: Inrichting voor het wasschen van kolen, erts en mineralen.
- No. 77700 Ned. kl. 84c. Felten & Guillaume Carlswerk Eisen und Stahl Akt. Ges., te Keulen-Mülheim: Werkwijze voor het verhoogen van de zekerheid tegen horizontale krachten bij fundeeringen.
- No. 69171 Ned. kl. 23b4a1. I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, te Frankfort a.d. Main: Werkwijze voor het bereiden van laagkokende koolwaterstoffen, in het bijzonder klopvaste motorbrandstoffen, uit hoogkokende oliën, aardolieresten, teersoorten en dergelijke.
- No. 73052 Ned. kl. 12d1. The Dorr Company, Inc., te New-York: Werkwijze en inrichting voor het klaren van een met vaste stof bezwangerde vloeistofstroom.
- No. 73328 Ned. kl. 50a4. Robert Henry Brown en W. E. Mouldale and Company Limited, beiden te Westminster, Londen: Machine voor het pellen van rijst en andere harde korrels, zaden of boonen.
- No. 74959 Ned. kl. 23b5c. I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, te Frankfort a. d. Main: Werkwijze voor het kraken van hooger kokende koolwaterstofoliën.
- No. 76656 Ned. kl. 89c16. De Vereeniging „Het Proefstation voor de Java-Suikerindustrie”, te Soerabaja: Contrôleinrichting aan een kookpan voor het verkoken van suikersappen en -stropen.
- No. 77051 Ned. kl. 23b7e. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, te 's-Gravenhage: Werkwijze voor het ontzwellen van koolwaterstofmengsels.
- No. 77139 Ned. kl. 39b1a3. Revertex Limited, te Londen: Werkwijze voor het concentreeren van latex of dergelijke waterige dispersies door indamping onder verminderden druk.
- No. 77776 Ned. kl. 39b1a1. Lehmann & Voss & Co., te Hamburg: Werkwijze voor het concentreeren van latex door oproomen.

- No. 78121 Ned. kl. 39b10a. Rubtex Ltd., te Londen: Werkwijze voor de bereiding van plastische en tevens elastische massa's uit ge vulcani-seerde rubber.
- No. 76846 Ned. kl. 18b. N. V. Philips' Gloeilampen-fabriek, te Eindhoven: Werkwijze voor het vervaardigen van staalgeeringen voor per-manente magneten.
- No. 76377 Ned. kl. 19e. N. V. Heesseltsche Steenfa-briek voorheen W. P. de Vries & Co., te Rossum (G): Klinkerwegdek, voorzien van verkeersteekens of -strepen.
- No. 80877 Ned. kl. 20c. Orenstein & Koppel A. G., Berlijn: Inrichting voor het vastzetten van een kipbaren bak.
- No. 79679 Ned. kl. 20d. Acéries de Haine-St. Pier-re & Lesquin Soc. An., te Haine-St. Pierre, België: Draaistel voor een spoorweg-wagen.
- No. 77651 Ned. kl. 20i. E. Koopmans, J. B. Wee-da, en T. E. Klimm, allen te 's-Graven-hage: Railcontact voor spoorwegen.
- No. 79064 Ned. kl. 20i. Bell Telephone Man. Co. An., te Antwerpen: Stelsel voor het besturen van spoorwegsignalen met behulp van astelinrich-tingen.
- No. 79502 Ned. kl. 20i. Bell Telephone Man. Co. Soc. An., te Antwerpen: Inrichting voor het tellen van treinwielen.
- No. 77057 Ned. kl. 20i. Ringsdorff-Werke K. G., te Mehlem a. d. Rijn, Duitschland: Koolsleep-stuk voor stroomafnemers van electrisch aan-gedreven voertuigen.
- No. 78222 Ned. kl. 21a. Siemens & Halske A. G., te Berlijn-Siemensstad: Druktelegraafontvang-toestel.
- No. 75547 Ned. kl. 21a. Autophon A. G., te Solo-thurn, Zwitserland: Typendruktelegraaf met synchroon en volgens het startstopprincipe roteerende verdeelers in zend- en ontvangpost.
- No. 74921 Ned. kl. 21a. Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G.m.b.H. te Berlijn: Muntelefoonstelsel met inrichtingen voor het omschakelen van dit toestel van automa-tische contrôle van het ingebrachte bedrag naar contrôle van dat bedrag door een tele-phoniste.
- No. 76070 Ned. kl. 21a. Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G.m.b.H., te Berlijn: Schakeling voor het bedrijven van muntele-foonstelsels, waarmee verbindingen van verschillende waarde kunnen worden opge-bouwd.
- No. 76769 Ned. kl. 21a. Bell Telephone Man. Co. Soc. An., te Antwerpen: Stelsel van overdracht van wisselstroom met twee of meer golf-lengten met een netwerk(en), dat (die) de impedantie der transmissielijn aanpast(sen) aan die der belasting.
- No. 67782 Ned. kl. 21a. F. C. P. Henroteau, te Ottawa, Canada: Zendingrichting voor het langs electrischen weg overbrengen van beelden met behulp van een electronenbuis met mozaiek-scherm.
- No. 72535 Ned. kl. 21a. Vereinigte Glühlampen und Electricitäts A. G., Ujpest, Hongarije: Werk-wijze en inrichting voor het opteekenen of registreeren van electrische verschijnselen met behulp van electrische ladingen op een isolee-rend oppervlak.
- No. 76380 Ned. kl. 21c. Bell Telephone Man. Co. Soc. An., te Antwerpen: Electrisch apparaat met een diëlectricum, dat geheel of ten deele be-staat uit een organisch materiaal met een hoo ge diëlectrische constante.
- No. 78561 Ned. kl. 21c. Allgemeine Elektricitäts-Ges., te Berlijn: Geleidende band, geschikt voor de electrostatische afscherming in signaalkabels.
- No. 74220 Ned. kl. 21c. Siemens & Halske A. G., te Berlijn-Siemensstad: Kabtl voor telefonie-doelenden met één of meer afgeschermd e groepen aders.
- No. 68499 Ned. kl. 26c. Staatsmijnen in Limburg, Heer-len: Werkwijze voor het uitvoeren van ver-brandingsprocessen met behulp van alkanen en alkanen bevattende mengsels verkregen uit steenkoolengas.
- No. 76646 Ned. kl. 38h. Th. J. J. Joosten, te Sit-tard: Werkwijze voor het behandelen van houtvezelplaat en voorwerpen, vervaardigd volgens deze werkwijze.
- No. 78070 Ned. kl. 42b. Herbert Lehmann, te Wolf-gang bij Hanau a. d. M., Duitschland: Meet-inrichting, voor het bepalen van den inwen-digen diameter van lange holle ruimten, in het bijzonder van schietwapens met aflees-optiek.
- No. 77201 Ned. kl. 42c. Sperry Gyroscope Company, Inc., te New-York: Automatische stabiliseer-of stuurinrichting voor een luchtvaartuig.
- No. 73239 Ned. kl. 42e. Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, Montrouge, Frankrijk: Regelinrichting voor vleugelradmeters.
- No. 75695 Ned. kl. 42f. J. L. F. M. Molenschot, te Breda: Kraanunster met een of meer, on-der den invloed van de, door den last uitge-oefende kracht, uitzwaibare pendels.
- No. 76884 Ned. kl. 47f. Mr. A. Stoop, te Bloemen-daal, J. F. Köhnke en T. Mulder, beiden te Haarlem: Mofbuisverbinding.
- No. 78582 Ned. kl. 47g. Dr. O. H. Dräger, te Lü-beck: Klepinrichting voor een ademhalings-toestel.
- No. 78546 Ned. kl. 49h. A. Wagenbach, te Wup-pertal-Elberfeld: Machine voor het buigen van staf- en profielijzer, in het bijzonder beton-ijzer.
- No. 69572 Ned. kl. 49h. N. V. Machinerieën- en Appa-raten Fabrieken, te Utrecht: Werkwijze voor het verkrijgen van een practisch poriënvrije laschnaad door middel van lasschen met den electrischen lichtboog en onder toepassing van omhulde laschstaven.
- No. 73395 Ned. kl. 55f. H. B. Passenier, hande-lende onder den naam van Agentuur en Com-missiehandel „Aco”, te Utrecht: Werkwijze ter vervaardiging van bouwplaten bestaande uit asbestcement met eventuele vulstoffen als deklaag en hout, kurk, karton of derge-lijke als onder- of tussenlaag.
- No. 74323 Ned. kl. 62. Kay Gyroplanes Ltd., te Edin-burgh: Giroplaan met instelmechanisme voor met behulp van Z-krukken bevestigde rotor-bladen.
- No. 74548 Ned. kl. 62. Kay Gyroplanes Ltd., Edin-burgh: Elastisch, tevens omklapbaar beves-tigde roteerende draagvlakvleugels.
- No. 75720 Ned. kl. 62. J. F. Paulsen, te Viroflay, Seine & Oise en N. Strachovsky, te Parijs: Elastische ondersteuning voor een ra-dialen vliegtuigmotor.
- No. 75777 Ned. kl. 62. Soc. d'inventions Aéronautiques et Mécaniques S.I.A.M., Freiburg: Intrek-baar wielonderstel met opvouwbaaren poot voor vliegtuigen.
- No. 78239 Ned. kl. 62. Rheinmetall-Borsig A. G., te Düsseldorf: Bevestigingsinrichting voor glazen of andere ruiten, in het bijzonder bij de kap van een geschutsstand van een vliegtuig.
- No. 77518 Ned. kl. 63c. P. M. de Jonge, te Scheve-ningen: Gesloten voertuig met een nooduit-gang.
- No. 72677 Ned. kl. 65a A. Varni, te Pallanza, Italië: Drijvend gietvormelement voor het vervaardi-gen van drijvende betonconstructies van groote lengte, zooals bruggen, kaden of vlieg-havens.

- No. 81583 Ned. kl. 65a. N. V. Kon. Mij. „De Schelde“ Scheepswerf en Machinefabriek, te Vlissingen: Werkwijze voor het aan elkander lassen van platen, onder toepassing van laschstrippen.
- No. 75548 Ned. kl. 65a. J. Stone & Comp. Ltd., te Deptford, Kent, Engeland: Electriche bedieningsinrichting van een afsluitorgaan, zooals een schotdeur van een schip, een inbraakvrije, waterdichte of brandvrije deur, een sluisdeur, een klep van een afsluiter, bij welks openen een groote beginweerstand kan worden onderhouden.
- No. 74901 Ned. kl. 65a. Siemens Apparate und Maschinen Ges. m.b.H., te Berlijn: Schip, aan elk boord of aan elk einde voorzien van een slingertank of van een stamp tank.
- No. 74547 Ned. kl. 72d. Soc. Schneider & Cie. en Comp. des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, beiden te Parijs: Inrichting voor het gelijktijdig in den laadstand brengen van de munitie van twee voor het gelijktijdig bakken met elkaar verbonden loopen.
- No. 80008 Ned. kl. 72h. Rheinmetall-Borsig A. G., Düsseldorf: Spaninrichting voor een automatisch vuurwapen met een heen en weer beweegbaren spanhefboom.
- No. 78064 Ned. kl. 72i. H. Junghans, te Schramberg, Duitschland: Schokbuis met een vuurmondveiligheid, bestaande uit een aantal onder den invloed van de centrifugaalkracht naar buiten zwaaijende grijparmen, welke in den grendelstand onder een kraag van de slagpin grijpen.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

De staalbouw en zijn berekeningen, door J. L. Zon.

Deel I: Grafische methoden.

Druk van G. Kolff & Co. — Soerabaja. Prijs f 4,90 (gebonden).

In de onder den bovenstaande verzameltitel verschijnende uitgave geeft het eerste deel een samenvatting van de grafische methoden, welke in gebruik zijn bij het berekenen van staalbouwconstructies. De behandelde stof is verdeeld over een 8-tal hoofdstukken: statisch bepaalde constructies; statisch onbepaalde constructies; het bepalen der doorbuiging bij parallel dragers; het bepalen der doorbuiging bij vakwerken; dragers met trekband; de volwandige tweescharniers-boog; de tweescharnier-vakwerkconstructie, en invloedslinjen.

UIT INHOUD VAN TIJDSCHRIFTEN.

Der Bauingenieur, Jhr. 19 Heft 1/2, 7 Januari 1938.

Dezimalklassifikation und Bauingenieurwesen, von Dr.-Ing. O. Frank. — Ausbildung wasserdichter Dehnungsfugen, von Dr.-Ing. Press. Lösung linearer Gleichungen durch Iteration, von Dr.-Ing. W. Darnedde. — Französische Eisenbetonbrücken, von Dr.-Ing. S. Kiehne. — Kurze technische Berichte: Eisenbeton-Wasserbehälter der Stadt Nantes. — Schachtbau beim Kraftwerk am Fort Peck. — Weitgespannte Rahmenbrücke in Seattle (USA.). — Druck unter Flachgründungen. — Neues Trockendock in Genua.

Der Bauingenieur, Jhr. 19 Heft 3/4, 21 Januari 1938.

Getrennte Schlammfäulung in Deutschland und Amerika, von Dr.-Ing. H. Rohde. — Zur Auflösung der Gleichungen höheren Grades im Eisenbetonbau, von Prof. Dr.-Ing. O. Domke. — Die Berechnung des

Stockwerkrahmens nach der Festpunktmethode, von Prof. Dr.-Ing. K. Kammüller. — Näherungsweise Berechnung von durchlaufenden Trägern und Rahmen, von Dr.-Ing. W. Darnedde. — Kurze technische Berichte: Bauunfall in New York. — Wasserkundliche Untersuchungen für die Anreicherung des Kanals von Saint-Quentin. — Der Hafen von Paris. — Kaischuppen und Lastkraftwagnabfertigung. — Mischer für bituminöse Strassenbaustoffe. — Verschiedene Mitteilungen: Bericht über die 6. Holztagung.

Die Bautechnik, Jhr. 16 Heft 1, 7 Januari 1938.

Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1937, von G. Schaper. — Die Wasserversorgung für die „Wassergenossenschaft Obstbaugelände Glindow und Umgegend“, von Dr.-Ing. F. Schuster. — Ueber die Ursachen der Wasserstandshebung an der deutschen Nordseeküste, von Bauass. W. Heusen. — Ueber die Messung der Kräfte in einer Baugrubenaussteifung, von Reg.-Baurat Niebuhr. — Zeitgemässe Betrachtung über Holztragwerke, von Bauing. W. Greim. — Der Lincoln-Tunnel, ein neuer Strassentunnel unter dem Hudson in New York. — Beilage: Der Stahlbau, Jhr. 11 Heft 1: Leichte weitgespannte Stahlhallen unter besonderer Berücksichtigung von Flugzeughallen, von Dr.-Ing. habil. A. Mehmel.

Die Bautechnik, Jhr. 16 Heft 2, 14 Januari 1938.

Die Arbeiten der Reichswasserstrassenverwaltung im Jahre 1937, von Dr.-Ing. ehr. Gährs. — Die Stahlüberbauten der Lechbrücke bei Augsburg, von R. Burger. — Gestaltung von Brücken, von G. Schaper. — Setzungsbeobachtungen, von Dr.-Ing. H. Press.

Die Bautechnik, Jhr. 16 Heft 3, 21 Januari 1938.

Der Bau des Mirower Kanals, von Reg.-Bauass. Wilke. — Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1937 (Schluss), von G. Schaper. — Die neue Staatsstrasse am Luganer See. — Vermischtes: Hershey-Sporthalle. — Patentschau: Betonkern für Erddämme. — Beilage: Der Stahlbau, Jhr. 11 Heft 2: Zur Dauerfestigkeit von Walzträgern, von Dr.-Ing. ehr. Bühler. — Die Berechnung harmonischer Stockwerksrahmen und Vierendeelträgern mit Hilfe von Kreisfunktionen (Schluss), von Dipl.-Ing. A. Thoms. — Erfahrungen bei der Prüfung von Elektroden.

Beton und Eisen, Jhr. 37 Heft 1, 5 Januari 1938.

Das Rütteldruckverfahren und seine Anwendung im Erd- und Betonbau, von Reg.-Baurat a. D. H. Schneider. — Prüfung von Hartbeton und Betonhartstoffen, von Dr. C. R. Platzmann. — Ein Sonderfall für die Anwendung von Pumpbeton, von Dipl.-Ing. A. Goertz. — Der bildsame Bereich im Eisenbetonbalken, von Prof. Dr.-Ing. R. Saliger. — Berechnung der Geschosswirkung, von Dipl.-Ing. Dr. W. Vieser. — Vermischtes: Ein Lichtspielhaus in Rio de Janeiro. — Betonblöcke und Beton zur Ausmauerung einer Abwasserleitung.

Beton und Eisen, Jhr. 37 Heft 2, 20 Januari 1938.

Neuere Filmtheatergalerien Mittelitaliens unter Vermeidung blickstörender Zwischenstützen, von Dr.-Ing. G. Neumann. — Standsicherheit von Schalungsgerüsten, von Prof. Dr.-Ing. Gaede. — Die Haftfestigkeit von Rundstahl im Vergleich mit Knotenstahl, von Dr.-Ing. ehr. F. v. Emperger. — Bemessungstabellen für Eisenbetonplatten und rechteckige Eisenbetonquerschnitte bei Biegung mit Axialkraft, von Reg.-Baum. H. Löw. — Vermischtes: Höchstleistungen bei der Betonbereitung.

Deutsche Wasserwirtschaft, Jhr. 33 Heft 1, 1 Januari 1938.

Die Grundwasserverhältnisse in Berlin seit 1870, von Reg. und Bauräten Dr. J. Denner und F. Mösenhain. — Reise zu Wasserkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada im Anschluss an die Weltkraftkonferenz in Washington 1936, von Reg.-Baurat a. D. O. Henninger. — Wasserwirtschaftliche Rundschau: Die Tagung des Internationalen Verbandes für Wasserbauliches Versuchswesen.



de *Alimanda*

Kelli

... is een van die wondere bloemen, die de praal van het Indische landschap zijn. Schitterend zijn haar kleuren, maar deze vermogen haar niet te beschermen tegen de alls verzengende tropenzon.

Zo is het met verf ook!

Bedenkt dat het niet de kleur is die hout of ijzer beveiligt tegen de invloeden van ons tropisch klimaat. De verf, de kwaliteit er van moet het 'm doen! Alleen goede verf doorleeft de seizoenen.

Voor Indië is alleen de sterkste verf goed genoeg. Schildert daarom met

P.A.R.-VERF — TROPENVERF!



P.A.R. EGNault's

VERF-INKT EN BLIKFABRIEKEN
SOERABAJA - SEMARANG - BANDOENG - BATAVIA

N. V. MACHINEFABRIEK BRAAT

SOERABAIA

Amsterdam

—

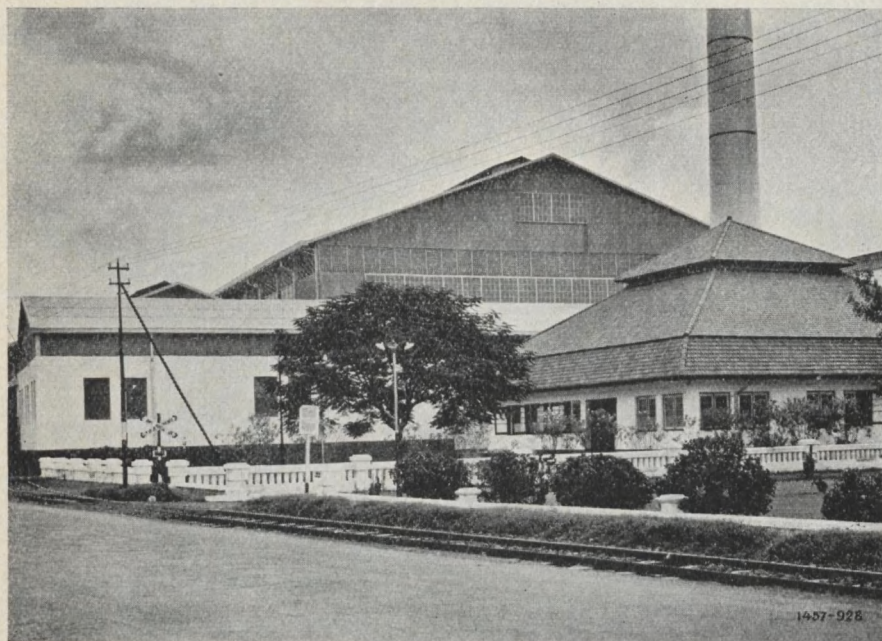
Djokja

—

Tegal

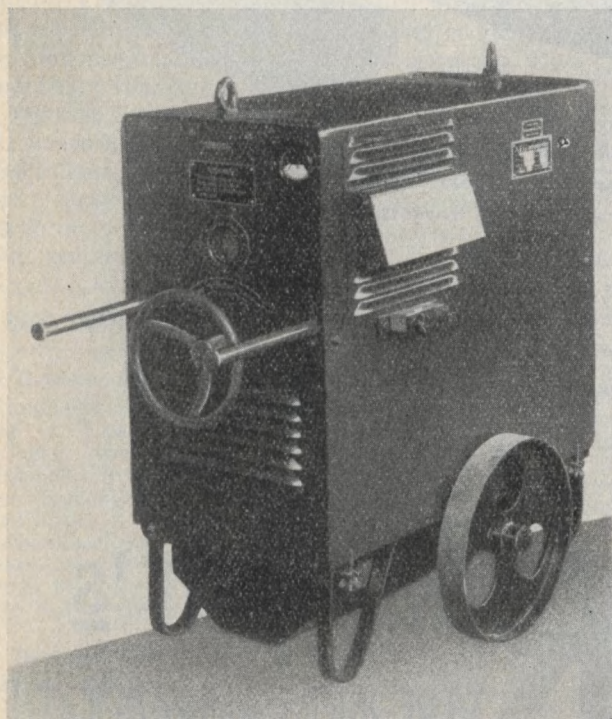
—

Soekaboemi



Stalen Ramen
en Jalouzieën
voor
Fabrieksgebouwen

AEG LASCHGELIJKRICHTER



regelbaar van
15-280 Amp.
lage nullastverliezen
gunstige $\cos \varphi$
rustige boog
geen collector
geen draaiende deelen
geen slijtage

Vraagt onze speciale brochure

AEG Electriciteits Mij.
Ingenieurbureaux
Soerabaia Batavia

Deutsche Wasserwirtschaft, Jhrg. 33 Heft 2, 1 Februar 1938.

Betrachtungen über den Entwurf von Gewölbestaumauern mit unveränderlichem Mittenwinkel, von L. Jörgensen. — Reise zur Wasserkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada im Anschluss an die Weltkraftkonferenz in Washington 1936 (Schluss), von Reg.-Baurat a. D. O. Henninger. — Wasserwirtschaftliche Aufgaben im Grossen Längstal in Kalifornien, von Dr.-Ing. W. Borkenstein. — Aus der neueren Entwicklung im Grosswehrbau, von Dipl.-Ing. F. Hartung.

Engineering News-Record, Volume 119 No. 25, 16 December 1937.

Plenty of good water at low cost, by W. W. De Bernard. — Operating county roads for safety, by L. C. Smith. — Armored steel highway trestle. — Modernizing headwater forecasting, by M. M. Bernard. — Data from road research.

Engineering News-Record, Volume 119 No. 26, 23 December 1937.

Sewage disposal at Middletown, by T. F. Bowe. — Home made swing bridge at Fort Peck. — Servicing grout pumps, by A. W. Simonds and V. L. Minnear. — Grand Coulee high dam. — A new stadia rod technique, by J. A. Oakey. — Bituminous roads studied. — From field and office: New pipe hanger saves breakage. — Log-crib bridges. — Spray nozzles keep concrete wet.

Engineering News-Record, Volume 119 No. 27, 30 December 1937.

Pile driving in debris fill. — Pumps and pipes serve three objectives, by A. P. Malley. — Worn pavement topped and widened. — Salvage from sewage?, by W. Rudolfs. — New rock drill dust control. — Formulas and tables for computing cylinder intersections, by L. J. Sack.

Engineering News-Record, Volume 120 No. 1, 6 Januari 1938.

Grouting under an earth dam. — High timber falsework bents. — Estimating earth pressures, by N. M. Newmark. — Industry taps an underground lake, by C. M. Maratta. — Salt lake solves airport problem. — Notes on sewage disposal, by W. Rudolfs.

Engineering News-Record, Volume 120 No. 2, 13 Januari 1938.

Trends in types. — Better surfacing ahead. — This year's road materials. — Research aids increased, by E. F. Kelly. — Design perfects line and profile, by R. E. Toms. — From field and office: Average core length. — Mirror for inspecting culverts. — Hints for asphalt testers. — Measuring pulverization of filler soil. — Piles cut by blasting. — Cotton-laying cart. — Asphalt mixing machine. — Test for asphalt residue. — Novelty in road grading. — Three job aids sketched.

Le Génie Civil, Tome CXII No. 2, 8 Januari 1938.

Electricité: L'interconnexion des centrales thermiques et des usines hydroélectriques alimentant la région parisienne, par J. Dumas. — Chemins de fer: L'état actuel du réseau du chemin de fer métropolitain de Paris, et les travaux récemment exécutés (suite), par G. Bardout. — Chemins de fer: La répétition des signaux de la voie à bord des locomotives, par le système „Parisien-Metrum" (P.A.M.).

Le Génie Civil, Tome CXII No. 3, 15 Januari 1938.

Construction navales: Drague marine automotrice „Victor Guilloux", du port de Rouen. — Chemins de fer: L'état actuel du réseau du chemin de fer métropolitain de Paris, et les travaux récemment exécutés (suite et fin), par G. Bardout. — Congrès: Journée consacré à l'étude technique des flammes (Paris, 16 décembre 1937), par

G. Kimpflin. — Electricité: Les principales centrales hydrauliques et thermiques de la Russie, par P. Kandaouroff et K. Pohl. — Variétés: La déritisation dans les ports et à bord des navires. — L'antenne tour-nante de la station radioélectrique de Huizen (Pays-Bas).

Le Génie Civil, Tome CXII No. 4, 22 Januari 1938.

Travaux publics: Le nouveau quai de l'Empire, prolongation du quai des Esclavons, à Venise, par G. Tian. — Matériaux de construction: La soudure électrique des armatures principales, dans les constructions en béton armé. La technique de ce mode de soudure, par J. Devault. — Physique industrielle: La station centrale et l'usine frigorifique de Dhibban (Irak). — Variétés: Les balances électro-dynamométriques. — Les unités de mesures acoustiques, d'après les travaux de la Conférence internationale de l'Acoustique.

Le Génie Civil, Tome CXII No. 5, 29 Januari 1938.

Traction électrique: Le matériel roulant électrique à l'Exposition internationale de Paris (1937) (suite et fin), par H. Martin. — Matériaux de construction: La soudure électrique des armatures principales dans les constructions en béton armé. Les réglementations étrangères (suite et fin), par J. Devault. — Télévision: Les caractéristiques des nouvelles émissions de télévision de la Tour Eiffel, par M. Adam. — Variétés: Vibrographe, système de la Cambridge Instrument Co., servant à déterminer le pouvoir amortisseur des métaux. — L'autocostéographe, appareil à imprimer les lignes de coupe vêtements.

Journal of the Institution of Civil Engineers, Volume 2 No. 3, Januari 1938.

Paper No. 5088: The design and operation of the Coleshill Sewage-Disposal Works of the Birmingham Tame and Rea District Drainage Board, by F. C. Vokes. — Lecture: Air-raids as they affect the work of the civil engineer, by Colonel W. Garforth. — Paper No. 5150: The reconstruction of Chelsea Bridge, by E. J. Buckton and H. J. Fereday. — Paper No. 5145: An application of the principle of superposition to certain structural problems, by Prof. A. J. S. Pippard.

Schweizerische Bauzeitung, Band 111 Nr. 1, 1 Januari 1938.

Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaues, von Ing. R. Maillart. — Neue Reformierte Kirche in Zürich-Wollishofen. — Die Akustik der Kirche, von L. Villard. — Vom heutigen Stand der Deckenheizung.

Schweizerische Bauzeitung, Band 111 Nr. 2, 8 Januari 1938.

Zwei Industriebauten in Kloten bei Zürich, von Dipl.-Ing. R. Guyer. — Tessiner Architekten von heute. — Raum—Bild—Farbe in der heutigen Architektur. — Das dreidimensionale Maschennetz, ein Stromverteilungssystem für grosse Gebäude.

Schweizerische Bauzeitung, Band 111 Nr. 3, 15 Januari 1938.

Fünf Jahre Brückenbau in Graubünden, von Obering. A. Sutter. — Druckgasflaschen aus Leichtmetall, von Dr.-Ing. M. Koenig. — Mitteilungen: Neuzeitliche Verkehrsflughäfen.

Schweizerische Bauzeitung, Band 111 Nr. 4, 22 Januari 1938.

Beitrag zur Kenntnis des Druckverlustes in Rohrleitungen. — Neue AB4ü-Wagen für den Auslandverkehr No. 2841/2850 der Schweiz. Bundesbahnen. — Fünf Jahre Brückenbau in Graubünden (Schluss), von Obering. A. Sutter. — Zur Erhaltung des Münsterhofs in Zürich. — Mitteilungen: Ueber passiven Luftschutz für grosse Stauanlagen. — Dachhaut in Stahlblech ohne Versteifung.

Schweizerische Bauzeitung, Band 111 Nr. 5, 29 Januari 1938.

Verschleiss der Bogenschienenflanken, von Prof. Dr.-Ing. H. Heumann. — Wettbewerb Schulhaus Hochstrasse Zürich (Schluss). — Die Melioration der Magadineebene, von Ing. Dr. H. Fluck. — Tessiner Architekten von heute (Fortsetzung). — Mitteilungen: Neue Triebfahrzeuge der SBB. — Ein Holzfeuchtigkeitsmesser. — Ueber den Bau dünner bituminöser Strassendecken.

Travaux, 22. année No. 61, Januari 1938.

Les travaux d'extension du port de Dunkerque, par M. P. Jung. — Le central téléphonique „Daumesnil“, par M. Heliot. — Calcul des silos, par M. Kellner. — Le calcul des conduites circulaires enterrées, par M. A. Guerrin. — Les services publics municipaux en Amérique, par M. M. Fontaine. — La pratique de l'éclairage public, par M. R. Vialat. — Extraits de presse technique: L'influence des vibrations provoquées par le trafic routier sur les constructions en béton armé.

Z. d. V.D.I., Band 82 Nr. 2, 8 Januari 1938.

Erfahrungen mit dem Schweißen von Eisenbahnbrücken, von Reichsbahnbauss. K. Brückner. — Die landwirtschaftliche Abwasserwertung. — Grundlage der Wassermessungen mit dem Messflügel. — Aus der Ingenieurarbeit: Sicherung von Rohr-Schweisstellen durch Steglaschen. — Eine Kugelsonde mit kleinem Durchmesser für Druck- und Geschwindigkeitsmessung. — Feuer-sicherheit und Wohnlichkeit auf Schiffen. — Leichte amerikanische Eisenbahn-Personenwagen.

Z. d. V.D.I., Band 82 Nr. 3, 15 Januari 1938.

Versuche mit Kleinschleppern im Holzgasbetrieb, von Dr.-Ing. H. Meuth. — Eiszeugung durch Teilverdampfung im Vakuum, von H. Tietz. — Funkpeilverfahren der Reichsflugsicherung, von O. Heer. — Nichtstationäres Verfahren zur Messung der Wärme- und Temperaturleitfähigkeit von Flüssigkeiten, von H. Pfriem. — Aus der Ingenieurarbeit: Neuzeitliche Schwingungsfragen. — Einige Ergebnisse aus dem Schiffbau-Modellversuchswesen.

Z. d. V.D.I., Band 82 Nr. 4, 22 Januari 1938.

Deutsche Kriegsflugzeuge, von R. Lucht. — Die Schwabenhalle in Stuttgart. Ein bemerkenswerter Holzhallenbau, von Prof. Dr.-Ing. H. Maier-Leibnitz. — Aus der Ingenieurarbeit: Neue Bauformen von Quecksilber-Wasserdampf-Kraftanlagen. — Selbsttätiges Führerbremssystem für Lokomotiven.

Z. d. V.D.I., Band 82 Nr. 5, 29 Januari 1938.

Die Entwicklung des Unterseeboots Während des Weltkriegs und bis zur Jetztzeit, von Dr.-Ing. ehr. W. Techel. — Fortschritte der Luftfahrt in Deutschland und im Ausland. — Ultra-Zentrifugen, von Dr. W. Keil. — Aus der Ingenieurforschung: Film- und Tropfenkondensation von Wasserdampf. — Eine wirksame Bauart von Schalldämpfern für Rohrleitungen. — Spannungsverteilung in Federn — Gegenseitige Beeinflussung von Flügel und Rumpf an Flugzeugen.

Verkehrstechnik, Jhrg. 19 Heft 1, 5 Januari 1938.

Gegenwarts- und Zukunftsaufgaben des Kraftomnibusverkehrs, von Dir. Baum. W. Benninghoff. — Betrachtungen zur Stromrückgewinnung, von Dipl.-Ing. E. Kühn. — Betriebserfahrungen mit der Stromrückgewinnung, von Dir. Dipl.-Ing. M. Cremer-Chapé. — Diesel-elektrische Triebwagen der österreichischen Bundesbahnen, von Dr. L. Handl. — Strassenbau und Strassenverkehr: Die Reichsautobahn Stuttgart-Ulm.

Verkehrstechnik, Jhrg. 19 Heft 2, 20 Januari 1938.

Zwei Versuchstriebwagen der Bremer Strassenbahn, von P. Wellmann. — Verkehrsregelung in England, von Dipl.-Ing. K. Heymann. — Strassenbau und Strassenverkehr: Radfahrverkehr in Kopenhagen, von Dr.-Ing. H. Schacht.

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, Jhrg. 33 Heft 1/2, 15 Januari 1938.

Die Moore und die Wasserwirtschaft, von A. F. Meyer. — Wissenschaftliche Grundlagen der Theorie der Setzung von Tonschichten, von Dr.-Ing. G. Heinrich. — Sickerwiderstand von Kernen bei Dämmen, von Prof. E. Samarin. — Die Anstrommung eines Pelton-bechers, von Prof. W. Wagenbach. — Rundschau: Kalorimetrisches Verfahren zur Wirkungsgrad-Bestimmung an Wasserturbinen. — Das Kraftwerk Stadsforsen. — Die Eintrittsverluste in Rohrleitungen und Stollen. — Ueber die zweidimensionale Strömung schiessenden Wassers.

Wasserwirtschaft und Technik, Jhrg. 4 (30) Nr. 34-36, 15 December 1937.

Dränwasseruntersuchungen, von Min.-Rat Dr.-Ing. B. Ramsauer. — Der Neusiedlersee. Eine wasserwirtschaftliche Studie, von Ziv.-Ing. C. Grunhut-Bartoletti. — Versuche an gestörten Tonproben unter dreiachsigen Druckzuständen, von Dr. L. Rendulic. — Systematische Grundwasserbeobachtungen, von Dr.-Ing. J. Kár.

Werft Reederei Hafen, Jhrg. 19 Heft 2, 15 Januari 1938.

Ein neuer Riesenschwimmkran, von Dr.-Ing. E. Kemn. a. — 38. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft (2. Fortsetzung und Schluss): Theorie und Erfahrungen bei der Schlingerdämpfung von Seeschiffen, von Dr. L. Rellstab. — Auszüge wichtiger Fachliteratur: Kavitation an Schraubenpropeller.

Werft Reederei Hafen, Jhrg. 19 Heft 3, 1 Februari 1938.

Neuzeitliche Fischdampfer, von Schiffbauing. F. Schulefe. — Die schiffahrtstechnische Entwicklung in Südosteuropa 1937, von Dr. Friedrich. — Nachrichten über den Kriegsschiffbau: Flak-Schiffe. — Verschiedene Nachrichten: Das Gas-Güterschiff „Gustav Knepper“.

PERSONALIA.

Ir. Ch. F. van Haften is bij zijn terugkeer van buitenlandsch verlof weder benoemd tot Directeur van Verkeer en Waterstaat met ingang van den dag der dienstaanvaarding, welke plaats had op Zaterdag 26 Maart j.l.

Ir. C. Hillen, fd. Directeur van V. en W., is met ingang van evengenoemden datum benoemd tot Hoofd van den P.T.T.-dienst.

Prof. ir. J. J. I. Sprenger, Hoogleraar bij de T. H. te Bandoeng, is wegens 7-jarigen dienst 9 mnd. verlof naar Europa verleend, met bepaling, dat hij zijn betr. den 18den Juli 1938 zal neerleggen.

Ir. J. J. Jonker, Hoofd van den Provincialen Waterstaat van West-Java is met ingang van ult^o. Mei 1938 op verzoek eervol ontslagen uit den vasten dienst der Provincie West-Java, onder dankbetuiging voor de goede diensten door hem aan de Provincie bewezen.

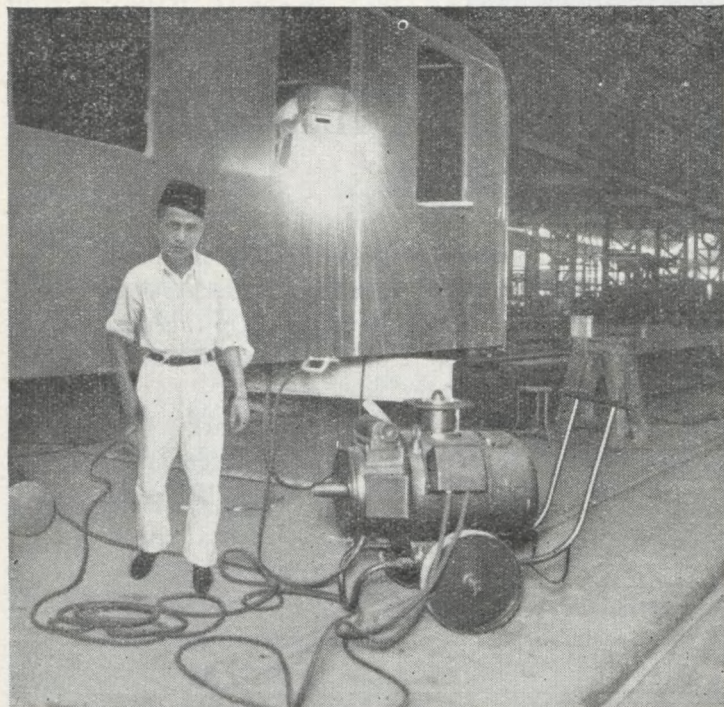
Ir. J. Adriaanse, Hoofd van den Provincialen Waterstaatsdienst van Midden-Java, heeft 16 Febr. 1938 zijn betrekking neergelegd wegens verleend buitenl. verlof.

Irs. A. L. Verwoerd en J. G. Meerdink zijn met ingang van dien datum, gedurende het buitenl. verlof van ir. J. Adriaanse, resp. werkzaam gesteld als Hoofd van den Prov. Wat. dienst van M.-Java en als Hoofd van de Prov. Wat. afdeling Serang.

LASCHOMVORMERS

TYPE DSG 92/12

„De" laschomvormer waarvan practisch en theoretisch het bewijs kan worden geleverd, dat hij werkelijk traagheidsloos is



Ruim gedimensioneerde motor van 10 kW
 — Laschstroomsterkte binnen ruime grenzen regelbaar van 20—400 Amp. —
 Ompoolzeker — De gepatenteerde driepolige constructie maakt gelijkmatige regeling zonder verliezen mogelijk, waardoor deze omvormer zoowel geschikt is voor het zwaarste laschwerk, als voor het lasschen van dun plaatijzer — Speciaal geschikt voor overkop-laschen — Parallelschakeling zonder meer mogelijk — Regelbaar op afstand — Uitgerust met 2 beschermde asstompen: een voor riemschijf en een voor flexibele as voor slijpmachines, e.d. — Billijk in aanschaffing — Economisch in onderhoud en bedrijf — Hoog rendement.

STERKER DAN BOVENSTAANDE TECHNISCHE TOELICHTINGEN SPREKEN DE FEITEN

Laschomvormers van dit type zijn in bedrijf bij:

Werkplaatsen der Staatsspoorwegen te Manggarai, Lahat en Sigli; Werkplaatsen der N.I.S. te Djokjakarta; N.V. De Bataafsche Petroleum Mij. te Pangkalan Brandan; Vereenigde Prauwenveeren N.V. te Batavia en Tegal; N.V. Droogdok Mij. Tandjong Priok; Zeehaven en Steenkolenstation Sabang; Proefstation voor de Java Suikerindustrie te Pasoeroean; enz. enz.

HET IS DE LASCHOMVORMER VOOR ELK BEDRIJF.

NEDERLANDSCHE SIEMENS MAATSCHAPPIJ N.V.

FILIAAL NEDERLANDSCH-INDIË

BATAVIA

SOERABAIA



Aan de Leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Abonné's.

TEN gerieve van onze Leden en van de abonné's heeft de Firma Kolff & Co. te Batavia-C. zich bereid verklaard tegen gereduceerden prijs prachtbanden te vervaardigen voor het inbinden van den jaargang 1937 van „De Ingenieur in Ned.-Indië”. De hierboven afgedrukte band geeft een idee van de uitvoering. De band is van mooi donkerblauw linnen, met goud-opdruk. De prijs per band bedraagt *f* 1,75 (één gulden vijf en zeventig cent). Zij die van deze aanbieding gebruik wenschen te maken, gelieven onderstaand bestelbiljet te willen invullen en te zenden aan G. Kolff & Co., Petjenongan 72, Batavia-C.

P. S. Eventueel ontbrekende nummers zijn, zoolang de voorraad strekt, tegen den prijs van *f* 1,— per exemplaar bij de administratie, Bragaweg 38 te Bandoeng, verkrijgbaar.

Hierlangs afscheuren s. v. p.

Aan
de firma G. Kolff & Co.
Petjenongan 72, Batavia-C.

Ondergeteekende verzoekt toezending van stuk(s) prachtband(en) voor den jaargang 1937 à *f* 1,75 per stuk voor „De Ingenieur in Ned.-Indië”.

(Naam *)

(Adres *)

*) s. v. p. duidelijk schrijven

Ir. D. van Riemsdijk is met ing. v. 1 Febr. 1938 eervol onth. van zijn ter besch. stell. van de Prov. M.-Java en toegevoegd aan den Resident van Tapanoeli als Eerstaanw. Waterst. Ambtenaar in genoemd gewest.

Ir. P. Ph. Steneker is met ing. v. 30 Jan. 1938. eerv. onth. van zijn werkz. stell. als sectie-ing. van de sectie Tjomal v/d Prov. Wat. afd. Pemali-Tjomal en werkz. gest. op het Hoofdkantoor v. d. Prov. Wat. afd. Serang te Semarang.

Ir. G. A. R. Enserink is met ing. v. 1 Febr. 1938 herbenoemd ter besch. gest. v/d Prov. M.-Java en met ing. v. 30 Jan. 1938 werkz. gest. als sectie-ingenieur v.d. Sectie Tjomal der Prov. Wat. afd. Pemali-Tjomal te Pekalongan.

Ing. H. R. Haller, ing. v. d. Prov. Wat. v. West-Java is, teruggek. v. buitenl. verlof, herbenoemd tot ingenieur en gepl. te Batavia.

Mr. ir. J. G. Sissingh, ambt. op wachtgeld, laatstelijk ing. bij de S. S. is benoemd tot ingenieur bij de S. S.

Ir. J. J. Andriessen is van 15 Jan. 1938 werkz. gest. als maandgelder in opl. voor ing. bij de S. S. en gepl. op het Hoofdkantoor te Bandoeng (Dienst-onderdeel Weg en Werken).

Ir. V. P. Koster, ing. bij de S. S., is overgepl. v. Batavia n. Koetaradja.

Ir. M. F. van Egmond, laatstel. ing. bij den P. T. T.-dienst is van verlof teruggekeerd benoemd tot ing. bij dien dienst.

Ir. A. J. Küpfer, ing. bij den P. T. T.-dienst te Bat.-C. is wegens 6-jaar dienst 8 md. buitenl. verlof verleend, ing. 16 Dec. 1938.

Ir. J. A. A. Hoefnagels en ir. P. Ijspeert, resp. secretaris en ingenieur der Deli Spoorweg Mij. zijn 31 Januari resp. 21 Febr. 1938 van verlof teruggekeerd.

Irs. W. H. L. Jurgens en B. van Bilderbeek, resp. ing. 1e kl. en ing. 2de kl. bij de N. I. S. zijn overgepl. van Tjepoe naar Semarang resp. Djokja.

Ir. J. Th. Westermann, ing. 1e kl. bij de Zuster Mijen is na ommeekomst van buitenl. verlof te Semarang gepl., als Assistent van den Chef van den Dienst van Tractie en Materieel der S. J. S. en S. C. S. en tevens als Tractie-ingenieur der S. J. S.

Ir. A. J. Mulder, ing. bij de B. P. M. is gepl. te Tarakan.

Dr. H. G. J. Sax, en ir. H. Landeweer, geol. resp. ing. bij idem zijn met buitenl. verlof vertrokken van Tarakan resp. P. Brandan.

Ir. J. A. Mijs, ing. bij idem is van Pladjoe overgepl. n. P. Brandan.

Ir. G. M. Minnema, ing. bij idem is van Balikpapan met buitenl. verlof vertrokken.

Irs. P. J. G. Colthoff en J. de Pril, ingrs. bij idem, zijn overgepl. van Balikpapan naar Singapore resp. Tjepoe (na ommek. buit. verlof).

Dr. M. Gattiker, dr. scheik. bij idem is van Pladjoe te Balikpapan aangekomen.

Ir. H. Pabbuwe, w. i. bij de B. P. M. is gepl. te Balikpapan.

Dr. H. H. Brons, dr. natuurk. bij idem is van Pladjoe te Balikpapan aangekomen.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS. Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

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

Thans worden voorgesteld als *gewoon lid*:

A. C. Böderker, Administrateur Ned. Ind. Steenkolen Handel Maatschappij, Soerabaja;

L. F. J. H. Godin, Kapitein der Genie, Soerabaja;

Ir. Alle de Haas, Ambtenaar ter beschikking van het Hoofd van den P. T. T.-Dienst, Bandoeng, Gouvernements Radiolaboratorium;

Ir. J. de Jongh Swemer, Luitenant-Kolonel der Genie, Soerabaja;

Ir. J. J. Jonker, Hoofd van den Provincialen Waterstaat van West-Java, Batavia-C.;

Ir. N. A. A. Smets, Mijningenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, Bandoeng;

en als *juniorlid*:

J. van Doorn, Student aan de Technische Hoogeschool, Bandoeng.

Eventuele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden vóór 10 Mei a.s. ingewacht bij den Secretaris, Bragaweg 38, Bandoeng.

Samenstelling Bestuur Vereeniging van Ingenieurs en Geologen bij den Dienst van den Mijnbouw.

Het Groepsbestuur ontving mededeeling van de veranderde samenstelling van het bovengenoemde bestuur, hetwelk thans bestaat uit de heeren:

ir. M. D. T. Vis	Voorzitter,
ir. G. Pott	Secr.-penningmeester,
dr. ir. Tan Sin Hok	Commissaris.

KRINGNIEUWS.

Den 20sten Februari hield Kring II een zeer geslaagde excursie naar de theefabrieken Pasir Malang en Sedep in het Pengalengansche. Vanuit Bandoeng vertrok men per auto naar Pasir Malang, alwaar de ca. 50 deelnemers recht hartelijk werden ontvangen door den Hoofdadministrateur, den heer Fitz Verploegh. Tijdens het kopje koffie met sandwich hield het lid ir. A. C. Slotemaker een inleiding omtrent de theefabricage, waarna een rond-



Herinneringsfoto van de excursie naar Pasir Malang en Sedep.

gang door deze nieuwe fabriek gemaakt werd. Na nog een koele dronk genoten te hebben nam men afscheid van den sympathieken gastheer en werd naar Sedep gereden.

De Hoofdadministrateur, de heer Bertling, en zijn employé's leidden het gezelschap hier door de fabriek rond, waardoor een andermaal goede indruk verkregen werd van dit zoo belangwekkende bedrijf. Vervolgens waren de deelnemers in het feestelijk versierde ontspanningslokaal van Sedep de gasten van den Administrateur aan een Hollandsche lunch. Men was ten slotte nog bijtijds te Bandoeng terug om te kunnen genieten van een kopje voortreffelijke Sedepthee, waarvan ieder deelnemer een pondje ter keuring had meegekregen.

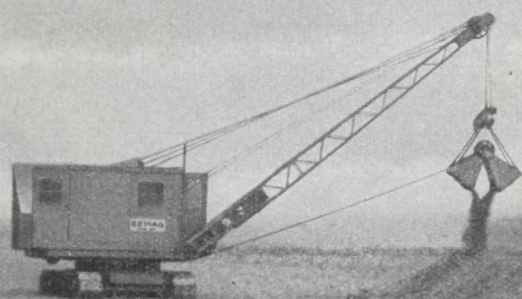
Errata.

1. In het Jaarverslag 1937 van Kring 3 (Semarang), voorkomende in het Maartnummer — 1938, blz. I. 66, gelieve men in kolom 1 na de alinea „8 Mei Bezichtiging Oost-Semarangwerken, enz.” in te lassen:
18 Mei Lezing door jhr. ir. C. Ortt, Hoofdingenieur der Ned.-Indische Wegenvereeniging, over:
„Het wegenonderzoek in het buitenland en in Nederlandsch-Indië.”
2. In de formule op blz. II. 29, kolom 2, 19de regel van onder in het zelfde nummer gelieve men voor het cijfer 3 in het wortelteeken te lezen het cijfer 5.

DEMAG

Universeele - Baggers

zijn zeer vereenvoudigd en gemakkelijk te bedienen d.m.v. slechts twee hefboomen en hebben vanwege hun buitengewoon groote capaciteit ook bij het verwijderen van rotsachtige of vette, kleiachtige gronden een vermaarde reputatie.



DEMAG

**AKTIEN-
GESELLSCHAFT**

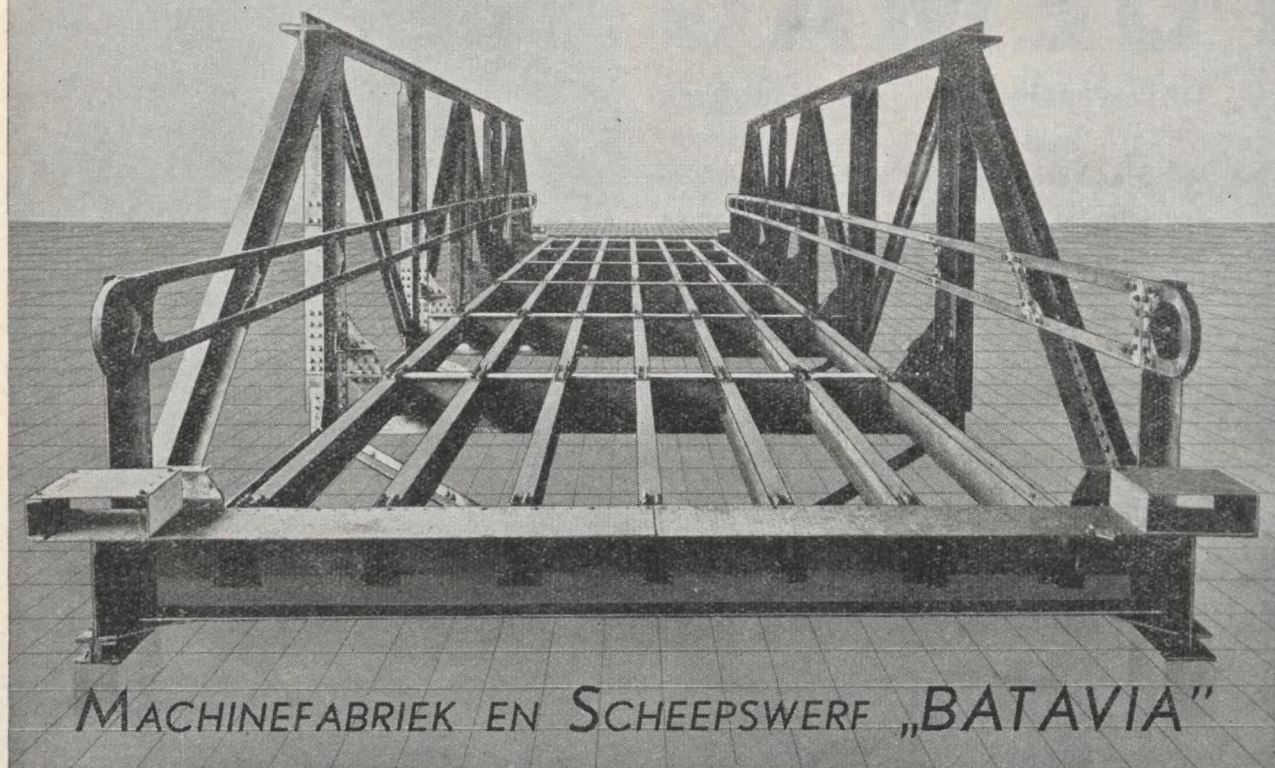
Alleenvertegenwoordigers voor Ned.-Indië

N.V. Techn. Bur. v/h KAUMANN & Co.

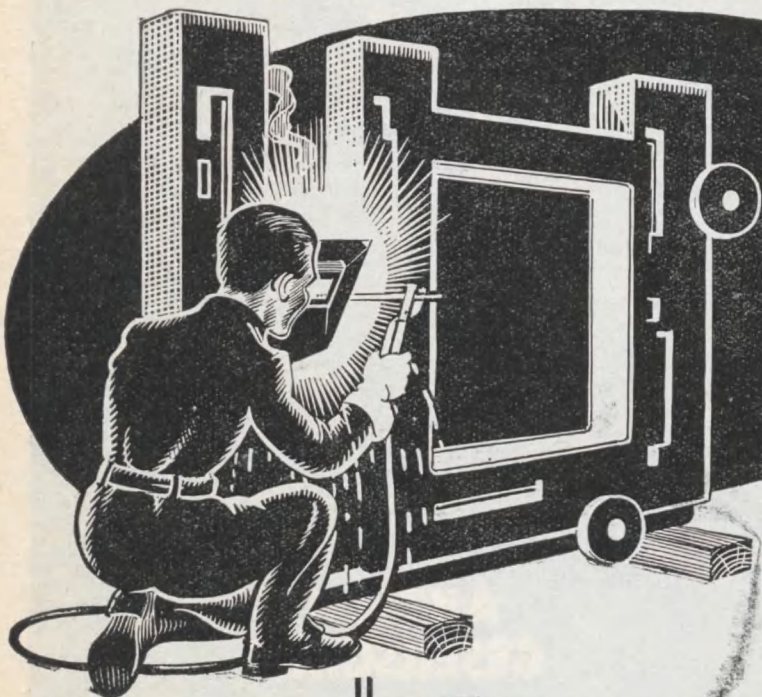
BANDOENG, Bragaweg 75

DEN HAAG, Javastraat 44

De MEEST EENVOUDIGE zoowel als de MEEST
INGEWIKKELDE ijzerconstructies



MACHINEFABRIEK EN SCHEEPSWERF „BATAVIA“



*Voor snel en sterk
lasschen!*

Wanneer er op Uw onderneming in assen, frames, wielen of werkstukken een breuk voorkomt, dan zou het veel geld en tijd kosten, als zoo iets naar de fabriek ter reparatie moest worden gezonden. U laat dus zelf lasschen en voor deze werkzaamheden voldoen Böhler-electroden wel bijzonder goed. De daarmede gemaakte lasschen houden uitstekend, zelfs als er groote druk op wordt uitgeoefend.

BOHLER LASCH-ELECTRODEN 
LINDETEVES-STOKVIS

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Kolkvorming achter stuwdammen, door ir. A. M. Verschoor en ir. J. Verlinden. — De nieuwe vliegtuiglloodsen voor de vliegvelden Andir en Kalidjati, door ir. W. J. van der Eb.

Kolkvorming achter stuwdammen

door

ir. A. M. VERSCHOOR en ir. J. VERLINDEN,

Ingenieurs bij den Prov. Waterstaat van West-Java te Soekaboemi.

Korte inhoud.

In de eerste plaats worden eenige gebruikelijke formules voor de berekening van kolkdiepten en uitwoelbakken in beschouwing genomen. Vervolgens wordt op grond van theoretische overwegingen en aan de hand van praktijkgevallen aangetoond, dat het gebruik van de theoretische formule voor den watersprong tot practisch bruikbare resultaten voert. Ten slotte wordt een eenvoudige grafiek overgelegd, waaraan de te verwachten kolkdiepte direct kan worden ontleend.

1. Inleiding.

Wanneer men voor het vraagstuk gesteld wordt de te verwachten kolkdiepten achter stuwdammen te berekenen, staan verschillende formules ter beschikking, die hieronder een nadere bespreking mogen vinden.

a. Formule van Dyas.

In de eerste plaats noemen we de formule van Dyas, luidende:

$$x = 0,82 \sqrt{z} \sqrt[3]{d}, \text{ waarin:}$$

x = de te verwachten kolkdiepte beneden den benedenstroomschen rivierbodem in m,

z = het niveauverschil tusschen boven- en benedenwater in m, en

d = de overstorthoogte boven de kruin van de stuw in m.

Deze vergelijking is opgesteld voor bekleede woelbakken en de coëfficiënt 0,82 heeft dan ook betrekking op metselwerk.

Ten einde genoemde formule aan te passen aan het gebruik voor de berekening van te verwachten kolkdiepten achter stuwen bij *onbeschermde* rivierbeddingen raden sommigen aan den genoemden coëfficiënt 0,82 te vervangen door een waarde, die schommelt tusschen 2,5 en 5 al naar gelang van het materiaal, waaruit de kalibodem is opgebouwd.

Het gebruik van deze formule heeft enkele bezwaren, die hieronder nader worden besproken.

In de eerste plaats moet worden opgemerkt, dat de formule geheel langs *empirischen* weg is afgeleid en voorts alleen voor *bekleede* woelkommen. Uitsluitende empirie heeft altijd dit bezwaar, dat men slechts beschikt over de resultaten van een beperkt aantal waarnemingen en bovendien dikwijls zonder vaste lijn te werk moet gaan, omdat men

de natuurwetten, die het verschijnsel in wezen beheerschen, geheel buiten beschouwing laat. Heeft men dan in de practijk te maken met een min of meer uitzonderlijk geval, dan kan gerechtvaardigde twijfel rijzen omtrent de juistheid der verkregen uitkomsten.

Deze onzekerheid wordt uiteraard nog vergroot door de aanpassing aan de gevallen voor *onbekteede* woelkommen. Overigens lijkt het ons weinig aannemelijk om de te verwachten kolkdiepte afhankelijk te stellen van den aard van den grondslag, waarin de uitkolkking plaats heeft. Oppervlakkig gezien lijkt deze aannahme vrij plausibel, immers hoe harder de grond, hoe moeilijker de schietstroom daarin een gat zal kunnen uitslijpen. Inderdaad moet dit worden toegegeven. Het zal meer energie en dus tijd kosten alvorens de waterstraal in harden bodem is ingedrongen. Evenwel hellen wij over naar de meening, dat op den langen duur toch bij na genoeg alle in de practijk voorkomende grondsoorten althans binnen nauwe grenzen een zelfde kolkdiepte zal ontstaan.

Tot staving van deze meening mogen wij herinneren aan het klassieke Haagsche experiment van de gestadige drup en den uitgeholden steen, waarbij toch voor alle tijden onweerlegbaar is vastgesteld, dat zelfs zeer kleine waterhoeveelheden met gering energisch vermogen op den langen duur zeer hard materiaal kunnen aantasten.

Dat we met onze meening in goed gezelschap zijn, moge blijken uit het volgende citaat, ontleend aan het bekende boekje van A. Schoklitsch: „Stauraumverlandung und Kolkabwehr“, Wien 1935 blz. 99.

„In den letzten Jahrzehnten sind an einer Reihe von Stauwerken mit waagrechten Wehrböden ohne Schwellen Peilungen im Kolk ausgeführt worden,

die ein Bild von der Entwicklung und der Gestalt der Kolke an solchen Wehren geben und die auch erkennen lassen, das auch Fels bis auf grosse Tiefen hinab ausgespült werden kann, wenn nur der Erguss hinreichend lange arbeiten kann. Die endgültigen Abmessungen haben die Kolke bei den meisten Stauwerken noch nicht erreicht, weil die Stauwerke noch zu jung sind bzw. weil die Ergusse nicht hinreichend lange arbeiten konnten".

Ook hier dus een stem uit de practijk, die waarschuwt voor een te optimistische aanname bij het aantreffen van harde grondsoorten. We laten hierbij dan nog buiten beschouwing de gevallen, waarbij men zich vergist heeft in de hardheid van den funderingsbodem. Een ieder, die wel eens te maken heeft gehad met de haast beruchte Indische „tjadas", zal weten hoe voorzichtig men met deze grondsoort moet zijn.

Als een laatste bezwaar, dat het gebruik van de gewijzigde formule van Dyas aanleeft, kan nog worden genoemd de onzekerheid omtrent de te nemen grootte van den coëfficiënt. Een marge tusschen 2,5 en 5 is voor practisch gebruik veel te groot. Of men bijv. een kolkdiepte van 4 of 8 m kan verwachten, maakt op de kosten van een waterwang zeer veel uit en daar een juist verband tusschen grondsoort en coëfficiënt niet kan worden aangegeven, zal men steeds geneigd zijn veiligheidshalve de hoogste te kiezen, wat dan in vele gevallen tot een oneconomische oplossing leidt.

b. Formule van Schoklitsch.

Een tweede rekenwijze van meer recenten datum, die voor de berekening van de kolkdiepte wordt aanbevolen, is de formule van Schoklitsch, zooals deze o.m. is gepubliceerd in zijn reeds bovengenoemde verhandeling op blz. 86 e.v., luidende als volgt:

$$T_t = \frac{4,75}{d_m^{0,32}} H^{0,2} q^{0,57} \text{ waarin:}$$

T_t = de diepte van de kolk beneden het achterwater in meters;

H = het hoogteverschil tusschen vóór- en achterwater in m;

q = het overstortend debiet in m³/sec per strekkende meter stuwbreedte;

d_m = de maatgevende sleepstofdoorsnede in mm, welke zóó gekozen wordt, dat 10 gewichtsprocenten van het mengsel een doorsnede grover dan d_m heeft. De maatgevende doorsnede d_m is dus dadelijk uit de zeefkromme der sleepstoffen af te lezen.

Schoklitsch geeft hierbij de toelichting, dat de op deze wijze berekende kolkdiepte de grootste is, die zich bij lang aanhoudend debiet over de volle breedte instelt; ze bestaat echter alleen zóólang als de bandjir aanhoudt. Zoodra deze vermindert, storten de steile wanden der kolk in en vullen deze weer gedeeltelijk op, zoodat de na bandjir gemeten kolkdiepte steeds kleiner zal zijn dan de maximaal opgetredene. Het spreekt van zelf, dat ons in het bijzonder die maximum kolkdiepte interesseert, om-

dat bij de fundatie van een drempelstuw met die diepte rekening moet worden gehouden.

Het komt ons voor, dat ook deze formule, hoewel zij in tegenstelling met de gewijzigde formule van Dyas speciaal is opgesteld voor het geval van kolkvorming in een onbekleed rivierbed, geen groote practische bruikbaarheid bezit en wel om de volgende redenen.

In de eerste plaats valt het op, dat ook hier weer, en wel in zeer sterke mate, de kolkdiepte afhankelijk wordt gesteld van de grondsoort, daar de d_m tot de macht 0,32 moet worden verheven. Zooals we reeds opmerkten, is deze veronderstelling min of meer in strijd met de op blz. 99 van het zelfde boekje van Schoklitsch gepubliceerde ervaring.

In de tweede plaats dient men zich, alvorens de grootte van d_m te kunnen invullen, nader te bezinnen omtrent het begrip „sleepstoffen" (Geschiebe). Op blz. 1 geeft Schoklitsch daarvan de volgende definitie: „Als Geschiebe werden alle Gesteinstrümmen bezeichnet, die an der Sohle eines Flusslaufes vom Wasser fortbewegt werden". Kennelijk wordt hier dus onder sleepstoffen verstaan het losse materiaal, dat we op den bodem der kali's aantreffen. Nu is het een bekend feit, dat het dikwijls voorkomt, dat een pakket van bijv. 1, — m dikte van den kalibodem bij groote afvoeren in beweging is, zoodat alle daarin aangetroffen grondsoorten tot de sleepstoffen zouden kunnen worden gerekend, doch even bekend is het, dat daaronder meestentijds meer of minder vaste lagen voorkomen, die bezwaarlijk tot de sleepstoffen kunnen worden gerekend en waarvan bovendien ook geen zeefkromme zou zijn te maken, terwijl de kolkvorming zich wel degelijk in die laag voortzet. Welke d_m moet men dan invullen? Men staat hier n.h.v. voor een onoverkomelijke moeilijkheid, waardoor de formule voor de hier in Indië meest voorkomende gevallen feitelijk practisch onbruikbaar wordt. Waarschijnlijk heeft Schoklitsch zijn experimenten verricht met een dik pakket los maar overigens homogeen materiaal en voor zulke gevallen zal de opgestelde formule dan ook wel bruikbaar zijn. Hier in Indië echter zullen om genoemde redenen in vele gevallen hiermede geen resultaten zijn te bereiken.

c. Formule van Etcheverry.

Volledigheidshalve noemen we nog even de formule van Etcheverry, luidende:

$$\delta = \frac{1}{2} \sqrt{dh} \text{ waarin:}$$

δ = de kolkdiepte beneden den kalibodem (benedenstrooms) in m;

d = het niveauverschil tusschen boven- en benedenwater in m;

h = de overstorthoogte boven de kruin van de stuw in m.

Deze formule bepaalt zich tot bekleede woelkommen en heeft dus slechts zijdelings met ons onderwerp te maken.

Ze is gebaseerd op den gedachtengang, dat de kinetische energie, die door den val in het water wordt opgehoopt, in een wals met horizontale as in warmte moet worden omgezet. Duidelijk komt dus hierbij reeds tot uiting, dat men de oplossing van het

vraagstuk der energieomzetting gaat zoeken in de opwekking van een zoodanige waterbeweging, dat de daarbij optredende wrijvingsverschijnselen voldoende zijn om de gewenschte uitputting te verkrijgen. Overigens is deze methode van ouderen datum en reeds verdrongen door nieuwere formules.

d. Nieuwe formule van Rehbock.

Rehbock publiceerde in 1933 een andere formule (zie de verslagen van het „Premier Congrès des Grand Barrages, Scandinavie, juin — juillet 1933” Volume V pg. 47 e.v.).

Deze luidt als volgt:

$$t_2 = 0,45 (u_1 \sqrt{t_1} - t_1).$$

Hierin is:

t_2 = ligging van het stortbed beneden het achterwater in m;

u_1 = gemiddelde afstroomsnelheid aan den voet van de stuw in m/sec;

t_1 = de daarbij behorende waterdiepte in m.

De schrijver merkt hierbij het volgende op:

„Die Höhenlage der am besten wagerecht auszubildenden Sturzbetten ist so zu wählen, dass der Wechselsprung möglichst dicht am Absturz erfolgt, was der Fall ist, wenn das Sturzbett bei jedem vorkommenden Abfluss wenigstens um das Mass t_2 unter der Höhenlage des Unterwasserspiegels liegt”.

Uit deze opmerking blijkt dus, dat hier het geval is beschouwd van een stuw met aansluitend stortbed. Evenwel is de voorgestelde formule geheel *onafhankelijk* van het materiaal, waarvan het stortbed is vervaardigd, zoodat de conclusie voor de hand ligt, dat voor gevallen met *onbeschermd* kalibed, waarbij de grondsoort het stortbedmateriaal vormt, de diepte der kolkvorming gelijk kan worden gesteld aan de bovengenoemde waarde t_2 .

Voorts valt op, dat Rehbock het horizontale stortbed zóó diep legt, dat zoo dicht mogelijk bij den instortenden waterstraal een watersprong kan optreden. De vraag rijst, waarom hij zich dan niet van de theoretisch afgeleide formule van den watersprong heeft bediend. In de bovengenoemde publicatie is deze reden niet te vinden. We komen hieronder nog nader op deze methode terug.

e. Formule van Riediger.

Een geheel andere methode voor de bepaling der kolkdiepte geeft Riediger aan in zijn werk: „Theorie der Kolkbildung usw.”

Voor zoover ons bekend, treffen we hierin een

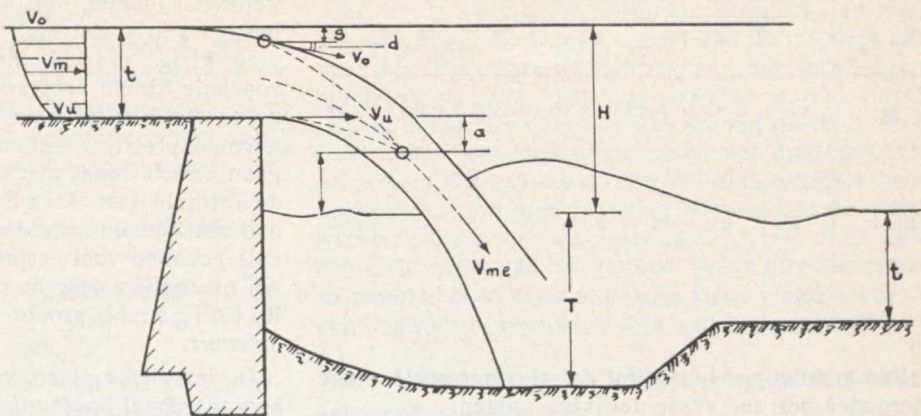


Fig. 1.

eerste magistrale poging aan om het probleem langs zuiver theoretischen weg met behulp van enkele aannamen te benaderen. Liever dan ons te verdiepen in zijn diepgaande hydrodynamische beschouwingen, willen we aan de hand van een tweetal voorbeelden van den schrijver uiteenzetten, hoe in bepaalde praktische gevallen zijn methoden kunnen worden gehanteerd. Riediger baseert zijn berekeningen op de aanname, dat de kolkvorming ophoudt, wanneer de straal den bodem niet meer bereikt, zoodat hij speciaal het oog heeft op die gevallen, waarbij een vrije val van het water plaats heeft en er dus geen sprake is van een z.g. kleeftstraal („angeschmiegte” straal) langs het damlichaam.

In fig. 1 is het geval geteekend van een stortdam, waarvan de kruin gelijk ligt met den bodem van den waterloop. De maximale kolkdiepte kan nu worden becijferd uit de vergelijking:

$$T = \frac{v_m^2}{g} + 2H.$$

De beteekenis der letters is aan de figuur te ontleenen, terwijl deze formule alleen geldigheid heeft voor de beide volgende gevallen:

1. $(a + t) \geq H > t$ en
2. $H < t$

De grootte a is relatief klein en moeilijk te bepalen, zoodat we voor practisch gebruik zouden kunnen zeggen, dat bij onvolkomen overlaten deze vergelijking toegepast zou kunnen worden.

Wordt $H > (a + t)$, dan moeten we gebruik maken van de vergelijking:

$$T = \frac{v_{me}^2}{g} \cdot \frac{\gamma_t}{3 - 2\gamma_t}$$

Hierin is: $v_{me} = \sqrt{2gh_e}$ en $h_e = \frac{v_m^2}{2g} + H$.

γ_t kan berekend worden uit de formule:

$$\gamma_t = \frac{T + 10\gamma_o}{T + 10}, \text{ waarbij de volgende tabel behoort:}$$

$h_1 : h_0$	1	2	3	4	5	6	7
γ_0	1,-	0,71	0,57	0,50	0,45	0,40	0,37

$h_1 : h_0$	8	9	10	20	30	40	50	100
γ_0	0,35	0,33	0,32	0,22	0,18	0,16	0,14	0,10

Een getallenvoorbeeld, dat de schrijver geeft, moge hieronder nog ter verduidelijking volgen.

Uit de bodemopening van een vat treedt onder een drukhoogte $h_0 = 1,-$ m een waterstraal uit, die over 2,- m vrij valt en daar in een waterbekken met constant gehouden niveau terecht komt. Men stelt nu

$$h_1 = h_0 + 2 = 3,- \text{ m}; \quad \frac{h_1}{h_0} \text{ wordt nu dus gelijk}$$

aan 3, waarna uit de genoemde tabel kan worden afgeleid dat $\gamma_0 = 0,57$.

Men gaat nu met de methode van trapsgewijze benadering te werk en stelt eerst T gelijk aan $\frac{v_{me}^2}{g}$,

zoodat de factor $\frac{\gamma_t}{3 - 2\gamma_t}$ voorloopig wordt wegge-
laten.

Daar $v_{me} = \sqrt{2gh_e}$ wordt $\frac{v_{me}^2}{g} = 2h_e$ of voor ons geval gelijk aan $2 \times 3 = 6$. Deze waarde substitueeren we nu in den vorm: $\gamma_t = \frac{T + 10\gamma_0}{T + 10} =$

$$= \frac{6 + 5,7}{6 + 10} = 0,73.$$

Voor deze waarde van γ_t krijgen we voor de 2de benadering van T :

$$T_1 = \frac{v_{me}^2}{g} \cdot \frac{\gamma_t}{3 - 2\gamma_t} = 6 \cdot \frac{0,73}{3 - 1,46} = 2,85 \text{ m.}$$

Op haar beurt wordt nu deze nieuwe waarde van T gesubstitueerd in de vergelijking van $\gamma_t = \frac{T + 10\gamma_0}{T + 10}$, zoodat we dan krijgen:

$$\gamma_{t_1} = \frac{2,85 + 10 \cdot 0,57}{2,85 + 10} = 0,67$$

terwijl dan T_2 wordt:

$$T_2 = 6 \cdot \frac{0,67}{3 - 1,34} = 2,42 \text{ m.}$$

Op deze wijze gaat men door zoolang tot de waarde van T nagenoeg geen wijziging meer ondergaat en het vraagstuk dus is opgelost.

Bij deze methode zou men zich kunnen afvragen of het criterium, waarvan Riediger bij zijn bere-

keningen uitgaat, niet wat overdreven is. Het is toch best mogelijk, dat men reeds eerder een waterbeweging krijgt, waarbij het gevaar voor uitkolking tot zoodanig kleine proporties is teruggebracht, dat men er practisch niets meer van merkt. In de hierna te noemen praktijkgevallen met grootere valhoogten is geen enkele maal overtuigend gebleken, dat de met de formule van Riediger berekende kolkdiepte ooit zal kunnen optreden; integendeel bleek deze in vele gevallen veel geringer dan de berekende, zoodat wij overhellen naar de meening, dat de methode van Riediger bij groote valhoogten te hooge waarden oplevert.

In de tweede plaats valt op, dat de gevolgde berekening geheel *onafhankelijk* is van den aard van den grondslag, waarin de uitkolking plaats heeft. Dit feit kan ons niet anders dan verheugen, omdat we reeds boven uiteengezet hebben, dat ook wij deze zienswijze kunnen deelen.

In de derde plaats moge er nog even de aandacht op worden gevestigd, dat Riediger's berekeningen in feite alleen gelden voor vrij vallend water en dus eigenlijk niet van toepassing zijn op die gevallen, waarbij we te maken hebben met een schietstroom, die bij niet te steil hellende stuwachtervlakken voorkomt. Daar in het laatste geval de capaciteit van de stuw grooter is dan bij losgesprongen straal zonder vacuum erachter, mogen we aannemen, dat uit economische overwegingen men gaarne het type van den klevenden straal kiest, zoodat men dikwijls met dit geval te maken zal krijgen. Valt een waterstraal over een damlichaam zonder luchttoevoer achter den losgesprongen straal, dan zal een vacuum ontstaan, waardoor de afvoer veel grooter kan worden dan die over een geleidend stortvlak. Dit vacuum is echter niet gewenscht, omdat de buitenlucht periodiek door den straal kan breken en tot hevige damtrillingen aanleiding kan geven. Daarom zal men ook uit dit oogpunt den losgesprongen straal vermijden, tenzij de achterruimte in vrije verbinding staat met de buitenlucht (ventilatie), wat bij wat langere stuwen niet goed is te verkrijgen.

2. Berekening met de formule van den watersprong.

Na deze inleiding gaan we over tot bespreking van een recente methode, die langzamerhand meer en meer ingang begint te verkrijgen en die wordt aangewend voor de dimensionering van bekleede woelbakken. We bedoelen de methode van den watersprong. Vooraf zij hier opgemerkt, dat het hier gaat om horizontale stortvloeren zonder drempels of „chicanes”. De energieomzetting heeft daarbij dus plaats in de opgewekte waterbeweging boven den vloer.

De theoretische vergelijking van den watersprong met energieverlies mag als algemeen bekend worden aangenomen, zoodat een nadere afleiding uit de impulsstelling achterwege kan blijven ¹⁾. Zij luidt:

$$h_1 = \frac{h_0}{2} \left\{ \sqrt{1 + \frac{8 \alpha q^2}{gh_0^3 \cos i}} - 1 \right\} \dots\dots\dots (1)$$

1) Zie bijv. Fl a m a n t: Hydraulique 3me édition, blz. 129 e.v.

hierin is (zie ook fig. 5 op plaat II):

h_1 = de waterdiepte achter den sprong in m;

h_0 = de waterdiepte vóór den sprong in m;

α = de coëfficiënt, welke voornamelijk rekening houdt met de ongelijkvormige snelheidsverdeling en = 1,1 kan worden gesteld;

q = het overstortend debiet per m' stuwlengthe in m³/sec;

g = versnelling van de zwaartekracht = 9,8 m/sec²;

i = de helling van den bodem.

Bij een horizontalen stortvloer kan $\cos i = 1$ gesteld worden, zoodat we dan bovenstaande vergelijking ook eenvoudiger kunnen schrijven n.l.:

$$h_1 = \frac{h_0}{2} \left\{ \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_0^3}} - 1 \right\} \dots\dots\dots (2)$$

Deze formule geeft dus het verband aan tusschen twee waterdiepten, waarvan h_0 behoort bij den schietstroom en h_1 bij den stroomden bewegingstoestand. Bij een overstort over een stuw met stortvloer hebben we nagenoeg steeds met dit hydraulisch verschijnsel te maken. Ten gevolge van den val treedt een schietstroom op, die overgaat in een stroomende beweging in het normale profiel van het rivierbed via een watersprong, zoodat de bewegingstoestand wordt beheerscht door de bovengenoemde wet.

Door alle onderzoekers is nu geconstateerd, dat er binnen den watersprong met dekwals een groote hoeveelheid energie in warmte wordt omgezet, zoodat de door den val over den stuwkop in den schietstroom opgehoopte kinetische energie op voor het kunstwerk en aansluitend rivierbed onschadelijke wijze wordt geëlimineerd. Men legde nu den vloer zóó diep, dat de bij de maximale q behorende verhouding van h_0 en h_1 (volgende uit de watersprong-formule) kan optreden. De berekening verloopt nu als volgt:

De vorm van den stuwkop en het peil van het vóórwater, alsmede de ligging der bijbehorende energielijn kunnen voor onze berekening als bekend worden beschouwd. Het peil van het achterwater behorende bij de maximale q ligt eveneens vast.

Men neemt nu eerst schatterwijze een bepaalde hoogteligging van den stortvloer aan, waarmede de beschikbare h_1 , zijnde de waterdiepte achter den sprong, vastgelegd is. Neemt men voorts aan, dat de bovenstroomsche energielijn boven het stortvlak horizontaal verloopt, (wat nagenoeg het geval zal zijn, omdat afgeronde stuwkoppen en vrij gladde stortvlakken weinig wrijvingsverliezen veroorzaken), dan

ligt de energielijn op een hoogte $S = h_0 + \frac{q^2}{2g h_0^2}$

boven de geschatte diepteligging van den stortvloer, zoodat de waterdiepte h_0 aan den voet van het stortvlak probeerderwijze kan worden berekend uit de vergelijking:

$2gh_0^3 - 2gSh_0^2 + q^2 = 0$. Is eenmaal de h_0 gevonden, dan volgt de benodigde h_1 uit de formule van den watersprong. Blijkt deze grooter dan de beschikbare, dan moet de vloer dieper worden gelegd en de berekening zoolang herhaald tot overeenstemming is verkregen.

Practisch zal men er steeds toe overgaan den vloer nog wat dieper te leggen, omdat dan de dekwals zover mogelijk naar de richting van het stuwlichaam opschuift, zoodat — daar de grootste energieomzetting in het eerste deel van den sprong plaats heeft ²⁾ — de kans op beschadigingen achter den stortvloer tot zoo gering mogelijke proporties is teruggebracht. Bovendien moet men rekening houden met de mogelijkheid, dat het achterwater in de rivier daalt door een uitschuring van het kalibed, welke niet het gevolg is van den stort over de stuw, maar voortvloeit uit een nog niet in evenwicht zijn van het rivierbed.

3. Watersprong en kolkvorming in den onbeschermden kalibodem.

Bij ons is nu de vraag gerezen of de bovenbedoelde berekeningswijze wellicht ook bruikbare waarden geeft voor de maximale kolkdiepte achter drempelstuwen, dus in den onbeschermden kalibodem, zoodat dan de evengevonden diepteligging van den vloer overeen zou komen met het diepste punt van de te verwachten kolk. Indien mocht blijken, dat dit het geval is, dan zou daarmee wederom een bevestiging zijn verkregen van de aanname, dat er onafhankelijk van de grondsoort een zeker evenwicht bestaat, waarbij geen verdere uitschuring optreedt.

Het is ons gebleken, dat in vele gevallen deze methode zeer bevredigende resultaten geeft en we zullen hieronder omstandig de gronden uiteenzetten, waarop deze zienswijze is gefundeerd.

De allereerste aanleiding om de watersprongformule toe te passen, is voor ons wel geweest het modelonderzoek aan de stuw Kaliwadas, uitgevoerd in het waterloopkundig laboratorium te Semarang (zie ook *De Ingenieur in Ned.-Indië* 1935 No. 4 blz. VI. 56 van de hand van één onzer).

Alvorens men kwam tot de later uitgevoerde drempelconstructie, heeft men den invloed van het bestaande hellende stortvlak zonder stortvloer op den rivierbodem nagegaan. Het nagebootste kalibed bestond uit zand, een materiaal dus dat gemakkelijk wegspoelt. Bij deze modelproef bleek, dat de kolkdiepte, ook na langdurig aanhouden der proef, een zeker maximum niet overschreed en dat dat maximum nagenoeg overeenkwam met de volgens de watersprongformule berekende diepte.

Deze ervaring zou er dus op wijzen, dat na het optreden van de maximale kolkdiepte de energieomzetting vrijwel geheel plaats heeft door de waterbeweging binnen den sprong, zoodat we dan niet meer te maken hebben met energieomzettende wrijvingsverschijnselen tusschen water en grond. Populair uitgedrukt zou men kunnen zeggen, dat het water er geen behoefte aan heeft zijn energie op het kalibed te verspillen, omdat het in den watersprong al genoeg kwijt raakt.

Het verloop der uitschuringsverschijnselen achter drempelstuwen met aangekleefden overstortstraal kunnen we ons nu als volgt denken.

Aanvankelijk is een hooge kalibodem aanwezig. De schietstroom over den stuwkop zet zich boven het

2) Zie het artikel van ir. H. Vlugter in *De Waterstaatsingenieur* 1933 No. 12.

kalibed over eenigen afstand voort. Hierbij wordt energie vernietigd, de waterdiepte neemt toe en op een gegeven moment zal door middel van een watersprong de schietstroom overgaan in den stroomenden bewegingstoestand. In dit stadium van het proces zal dus uitschuring plaats hebben. Hoe meer nu de kalibodem daalt, hoe meer de watersprong zich stroomopwaarts verplaatst, hoe hoger de sprong wordt, hoe meer energie dus daarin in warmte wordt omgezet en hoe minder er overblijft voor uitschuring. De totale te vernietigen hoeveelheid energie blijft n.l. constant en komt overeen met het hoogteverschil tusschen de energielijnen boven en beneden de stuw. Op het moment, dat de voet van het stortvlak is bereikt, is de energievernietiging in den watersprong juist gelijk aan evengenoemd hoogteverschil; er is dan dus geen reden meer voor verdere verdieping van het kalibed en de toestand is stationair.

Denken we ons den kalibodem nog verder verdiept, dan kruipt de watersprong als het ware tegen het stortvlak op, zoodat vóórdat de kalibodem is bereikt het schietende water in den stroomingstoestand overgaat.

Zetten we de verdieping nog verder voort, dan zal de dekwals den instortenden schietstroom gaan bedekken en daarmee treedt dan een radicale verandering in den stroomingstoestand in, zoodat de bij den watersprong behorende beschouwingen omtrent energievernietiging niet meer opgaan. Hoewel we ons, na bovenstaand betoog, moeilijk kunnen indenken, dat op dat moment de toestand voor het kalibed plotseling weer *ongunstiger* zou worden, behoeven we ons in dit verschijnsel, dat theoretisch nog niet toegankelijk is gemaakt, niet nader te verdiepen, omdat de evenwichtstoestand reeds eerder is bereikt en het verschijnsel dus eenvoudig niet optreedt.

Resumeerende komen we dus tot de volgende slotsom.

De theoretische watersprong is een stabiele stroomingstoestand, waarbij inwendig een hydraulisch en thermisch evenwicht bestaat, zoodat geen energie beschikbaar is voor het verrichten van arbeid buiten de bewegende watermassa. Wanneer derhalve bij een uitkolking de condities aanwezig zijn, die het optreden van dezen watersprong mogelijk maken, zal ook geen verdere aantasting van den kolkbodem meer kunnen plaats hebben. Voor het bepalen van de maximale kolkdiepte is het gewenscht den ongunstigsten toestand in beschouwing te nemen, welke theoretisch mogelijk is, d.i. die waarbij de watersprong volledig kan optreden, de dekwals dus den damvoet nog juist niet heeft bereikt. Immers wanneer dit wel het geval is, wordt de toestand wat de energieomzetting betreft dadelijk gunstiger. Door te rekenen met de formule van den theoretischen watersprong is men voor de bepaling der maximale kolkdiepte dus in ieder geval aan den veiligen kant.

In dit verband is het ook belangrijk te lezen wat Erik Lindquist schrijft over zijn waarnemingen aan den watersprong³⁾. Hij zegt dan het volgende:

3) Zie verslagen van 1e Groote Dammen Congres vol. V blz. 103 en volgende.

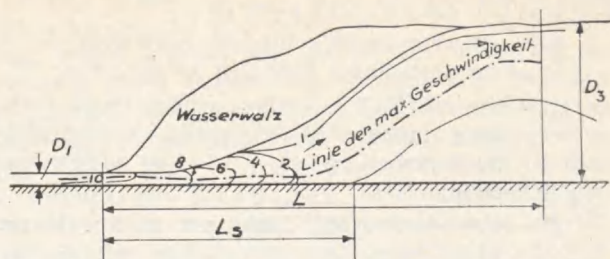


Fig. 2. Verdeeling der snelheid in het inwendige van een watersprong, naar metingen van het Miami Conservancy District, Ohio, U.S.A. De getallen geven de relatieve snelheidswaarden. (Onteend aan de verslagen van het 1e Groote Dammen Congres, Scandinavië, Juni-Juli 1933 Vol. V. blz. 109).

„In einem Wassersprunge geschieht eine Ausgleichung der Geschwindigkeiten, denn die sehr hohe Geschwindigkeit an der Einlaufseite ist an der Auslaufseite zu einer verhältnismässig niedrigen Zahl gesunken. Die Geschwindigkeit ist aber in den verschiedenen vertikalen Querschnitten eines Sprunges sehr ungleichförmig verteilt — besonders an der Auslaufseite, wo die Geschwindigkeit an der Oberfläche am grössten und am Boden am niedrigsten ist. Die Figur 4 (hier fig. 2), die sich auf directe Messungen gründet, (spatiering van de schrijvers) beweist dieses. Betreffend die Druckverteilung in einem Sprunge dem Boden entlang zeigen Messungen, dass der Druck, wie es sich auch gebührt, am Beginn des Sprunges am niedrigsten ist, und am Ende des Sprunges am höchsten, wo er aber etwas niedriger ist als eigentlich von der Wassertiefe (D_3) begründet. Hieraus können wir den Schluss ziehen, dass eine Strömung in der Grenzschicht am Flussboden entstehen muss und zwar in der gegengesetzten Richtung zur Hauptströmung. Die Geschwindigkeit in dieser Schicht ist von der Grösse des erwähnten Druckunterschiedes abhängig und kann so gross sein, dass das Flussbettmaterial stromaufwärts getrieben wird“.

We kunnen dus zeggen, dat de watersprong boven een beschermende waterlaag optreedt en dus de bodem niet onder een ongunstigen hoek getroffen wordt door den zich met groote snelheid voortbewegenden schietstroom aan den voet van het stuwlichaam. Het komt ons voor, dat deze waarneming er veel toe bijdraagt het toch altijd nog wat vreemde verschijnsel van een zich op zeker moment niet meer verdiependen kolkbodem aanvaardbaar te maken.

Evengenoemde waarnemingen stemmen overeen met die van Ferriday, die — naar we ergens⁴⁾ lazen — heeft geconstateerd, dat meegesleurde kogels op de plaats van den watersprong bleven liggen.

4. Toetsing aan enkele gevallen uit de practijk.

Teneinde de toepassing der watersprongformule voor de berekening van kolkdiepten aan de practijk te toetsen, werden een tiental uitgevoerde drempelstuwten onderzocht, welke alle op één na in verschil-

4) De hierna te noemen nota van ir. A. rends.

lende deelen van Java gelegen zijn. De resultaten vindt men op *plaat I* vereenigd ⁵⁾.

Reeds dadelijk moge hierbij worden opgemerkt, dat bij de beoordeeling van bepaalde uitkolkingen de noodige voorzichtigheid geboden is. De voorgestelde rekenwijze toch is gebaseerd op een constanten hoogsten achterwaterstand.

Nu kan het voorkomen — en de stuw Kaliwadass in het Tegalsche (zie *De Ingenieur in Ned.-Indië* 1935 No. 4) is hiervan een sprekend voorbeeld —, dat die achterwaterstand daalt tengevolge van uitschuring van het nog niet in evenwicht zijnde benedenstroomsche rivierbed. De diepte van de kolk moet dus steeds vergeleken worden met *voorkomende* hoogste achterwaterstanden en *niet* met de aanvankelijk geprojecteerde.

Bovendien dient men op de hoogte te zijn van de geschiedenis van den dam, omdat b.v. groote natuurrampen (doorbraak wadoekdam, vulkanische verschijnselen) catastrophale uitschuringen kunnen hebben veroorzaakt.

De ligging van bovenstroomsche energielijn en waterstanden zijn bij de bestudeerde gevallen gedeeltelijk uit waarnemingen, gedeeltelijk in verband met de capaciteit der stuwkoppelen bepaald uit de berekende maximum afvoeren volgens Melchior. Het spreekt wel van zelf, dat men hier geen nauwkeurigheid tot op den centimeter kan vergen.

Ter vergelijking zijn in de figuren de uitkomsten van drie berekeningswijzen n.l. die van den watersprong, van Rehbock en van Riediger bijgeschreven. Aangezien deze onzes inziens de beste en tevens de nieuwste methoden zijn, hebben we ons hiertoe beperkt.

De stuwen van geval I, II, III en IX liggen in het Tjiandjoersche (West-Java), die van V t/m VIII in het Cheribonsche, dus eveneens West-Java, terwijl de watervang Kedoengpoetri (X) zich in het Poerworedjose (Midden-Java) bevindt. Geval IV is ontleend aan de literatuur en is voornamelijk toegevoegd in verband met de zeer groote valhoogte.

Bij geval I zijn 2 uitkolkingen ingeteekend. De diepste heeft betrekking op een in den loop van 1937 waargenomen uitkolking. Evenwel moet men hierbij in het oog houden, dat, toen de hooger gelegen bodemlijn beneden de toenmaals aanwezige fundatie van het stuwlichaam was gedaald, werd overgegaan tot het aanbrengen van den diepen koffer. Daarbij heeft men den grond tot op die groote diepte moeten weggraven en na den bouw heeft slechts een gedeeltelijke wederaanvulling plaats gehad. Blijkbaar heeft de kali in den loop der jaren dit gat niet meer opgevuld, wat niet zoo geheel verwonderlijk is, daar het transport van vaste stoffen in deze rivier niet groot is. Uit één en ander kan echter de conclusie worden getrokken, dat indien van den aanvang af met de door ons berekende kolkdiepte rekening was gehouden indertijd nog geen zware herstelling noodzakelijk

zou zijn geweest. Opvallend is hier ook de vrij goede overeenstemming tusschen de uitkomsten van Riediger, Rehbock en die der watersprongberekening.

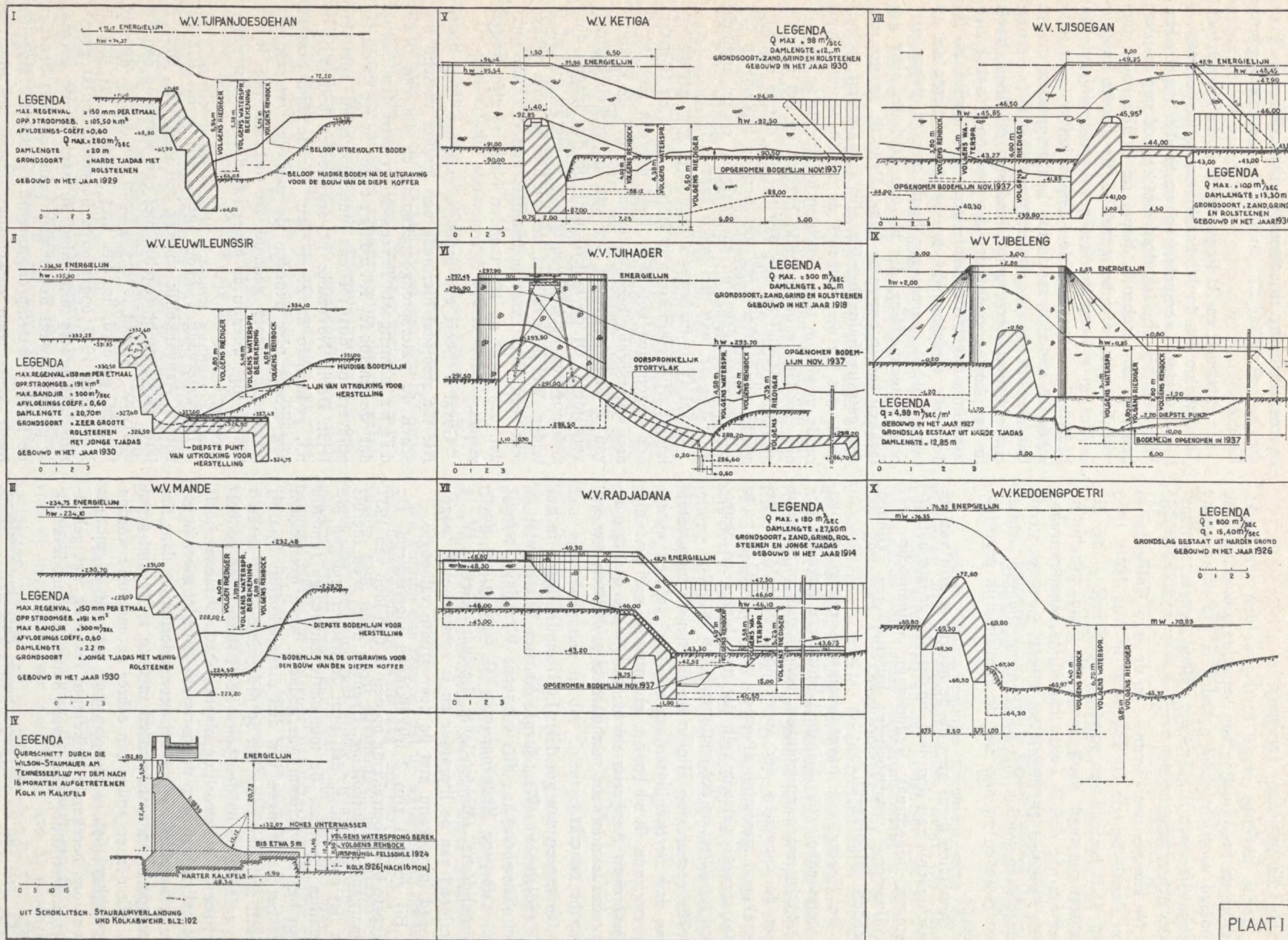
De stuwen II en III liggen beide in de Tjikoendoel. Ten gevolge van de doorbraak van een wadoekdam is hierin éénmaal een catastrophale bandjir opgetreden. We zien bij II, dat deze het kalibed nog vrij ver beneden de berekende diepte heeft uitgekolk, terwijl dit bij III niet het geval is. (De diepste kolklijn is hier weer kennelijk het gevolg van uitgravingen tijdens den bouw van den diepen koffer). Dit verschijnsel zou zijn verklaring kunnen vinden in het feit, dat de beide grondsoorten, waarin de stuwen zijn gebouwd, zeer verschillend zijn. Blijkbaar heeft in den korten tijdsduur, dat de abnormaal hooge bandjir is opgetreden, deze geen kans gezien bij III de vaste tjadasbanken tot op groote diepte aan te tasten; bij II daarentegen heeft men te maken met een rolsteenbedding, die uit den aard der zaak gemakkelijker in beweging komt. Daar de grootte van den catastrophalen bandjir niet kon worden vastgesteld, was het niet mogelijk de bij dit debiet behorende maximum te verwachten kolkdiepte te berekenen, zoodat we ons beperkt hebben tot het normale maximum debiet en dan valt het op, dat er een vrij goede overeenstemming tusschen de uitkomsten der drie berekeningswijzen aanwezig is, en de methode Riediger aan den lagen kant is.

Geval IV is merkwaardig om zijn zeer groote valhoogte. Niettemin komt de diepte van de na 16 maanden opgetreden kolk zeer goed overeen met de uit den watersprong berekende, terwijl ook de uitkomst van Rehbock niet ver van de werkelijkheid is verwijderd. Of de kolkvorming op den langen duur zich nog zou hebben voortgezet, is hieruit niet af te leiden. Wel is opvallend, dat we hier te doen hebben met een zeer vast bodemmateriaal (n.l. kalkrots), dat toch reeds na 16 maanden bleek te zijn weggeslepen.

Geval V heeft een grootere valhoogte dan I t/m III. We zien, dat hiermede een grooter verschil tusschen de watersprongberekening en die van Riediger samengaat. Tevens krijgt men den indruk, dat de methode Riediger te hooge waarden oplevert en dus tot een oneconomische oplossing leidt. De in November j.l. opgenomen bodemlijn is n.l. gedurende de zeven jaar, dat de dam bestaat, nog steeds niet beneden de met den watersprong berekende diepte gedaald. De uitkomst van Rehbock ligt weer in de buurt van die van den watersprong.

De watervang Tjihaoer (geval VI) is in 1918 gebouwd. Aanvankelijk ontbrak een stortvloer. Deze is later aangebracht, tegelijk met een wijziging aan het stortvlak. Welke overwegingen tot dezen ombouw hebben gevoerd, is ons niet bekend. Uit den in November 1937 opgenomen bodemlijn blijkt geenszins, dat groote uitkolking de aanleidende oorzaak is geweest, want het diepste punt ligt niet beneden de met de watersprongformule berekende. Mogelijk heeft vrees voor toekomstige degradaties hier een woordje meegesproken. De methode Riediger geeft ook hier veel hoogere waarden, terwijl de for-

5) Het zou de schrijvers hoogst dankbaar stemmen, wanneer verschillende collega's gevallen uit hun practijk ons zouden willen bekend stellen, opdat een verdere toetsing der voorgestelde rekenwijze mogelijk wordt.



mule van Rehbock, zooals overal elders, slechts een iets kleinere waarde oplevert.

Geval VII vertoont een kolk, die rond 1,25 m reikt beneden de met de watersprongformule berekende. Gezien de helling van het stortvlak is het niet erg aannemelijk, dat deze door overstortend water is gevormd. Mogelijk hebben we ook hier te doen met een restant van uitgraving tijdens den bouw. Zou hier jonge tjadas aanwezig zijn, dan zou, evenals bij geval III werd opgemerkt, de kans op dichtslaan van het eenmaal gegraven gat minder groot zijn. Is deze veronderstelling onjuist, dan zou hier de rekenwijze van Riediger een betere uitkomst geven.

Geval VIII gedraagt zich weer als V, zoodat het daar opgemerkte ook hier geldt.

Geval IX is merkwaardig om het vaste vertrouwen, dat de bouwer in den aanwezigen tjadasgrond schijnt te hebben gesteld. De figuur alsook de hier weergegeven foto doen duidelijk zien, dat in 10 jaar tijd een groot deel van dien harden grondslag is verdwenen. Overigens geldt hier weer wat bij V reeds is opgemerkt.

Geval X is belangwekkend om zijn groote valhoogte en betrekkelijk hoog debiet per strekkenden meter stuwlengthe. Hoewel een harde fundeeringsgrond aanwezig is, moest toch reeds na 10 jaar een verdiepte koffer worden aangebracht. De watersprongberekening geeft echter een nog grootere te verwachten kolkdiepte aan, zoodat men weerstand moet bieden aan de neiging te voorspellen, dat binnen afzienbaren tijd een herhaalde verdieping van den benedenstroomschen koffer noodzakelijk zal blijken.

In onderstaand staatje zijn de werkelijk opgetreden maximale kolkdiepten en de op verschillende wijzen berekende op overzichtelijke wijze tezamen gebracht.

Tabel I.

Geval	Werkelijk opgetreden max. kolkdiepte beneden het achterwater	Watersprong berekening	Formule van Rehbock	Formule van Riediger
I	5,10 m	5,58 m	5,25 m	5,94 m
II	7,10 m	5,40 m	5,05 m	4,80 m
III	5,40 m	5,20 m	5,— m	4,60 m
IV	12,40 m	12,15 m	11,50 m	—,— m
V	3,60 m	4,38 m	4,05 m	6,50 m
VI	4,75 m	4,88 m	4,60 m	7,35 m
VII	4,80 m	3,58 m	3,40 m	5,23 m
VIII	3,70 m	4,— m	3,80 m	6,— m
IX	2,55 m	3,— m	2,80 m	3,80 m
X	5,46 m	6,75 m	6,40 m	9,85 m

Resumeerende kunnen nu de volgende conclusies worden getrokken:

Schakelen we geval VII een oogenblik uit, omdat daarin nog een kleine onzekerheid schuilt en nemen

we in acht, dat bij geval II een catastrophale bandjir is opgetreden, dan blijkt, dat de watersprongberekening in de overige onderzochte gevallen, waarin zeer uiteenlopende grondsoorten voorkomen, steeds tot een veilige en tevens economische oplossing voert. De methode van Riediger geeft als regel grootere waarden in die gevallen, waarbij de benedenwaterstand lager is dan de drempel en soms zijn de verschillen zóó groot, dat een volgen van die berekeningswijze tot zeer dure constructies aanleiding zou geven. Wel blijkt, dat men in deze gevallen bij toepassing van zijn methode nimmer gevaar loopt op voor het kunstwerk gevaarlijke ontgrondingen. Zulks hangt

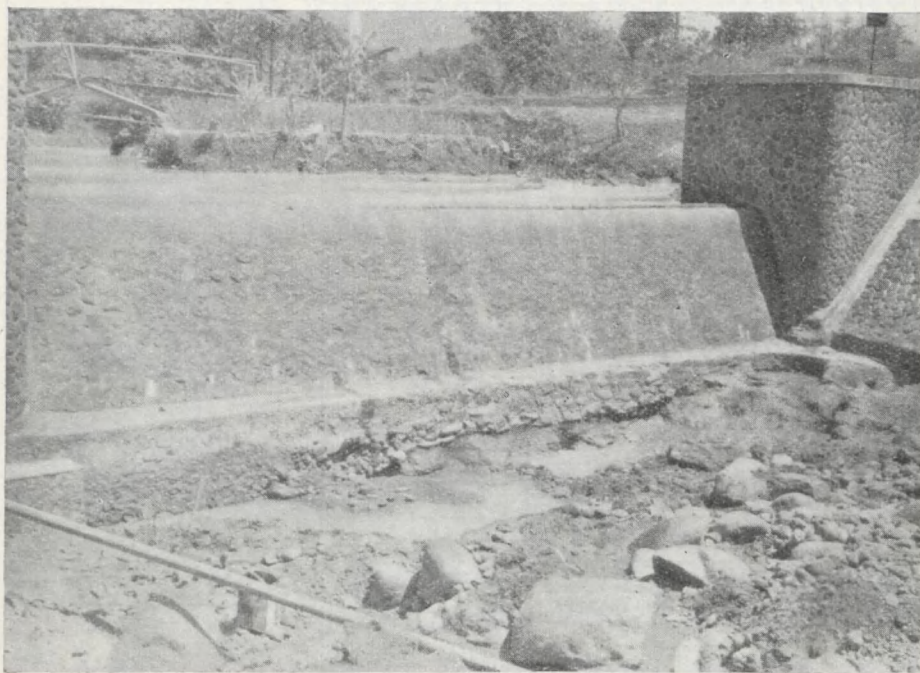


Foto van de uitkolking beneden den watervang Tjibeleng (Geval IX).

waarschijnlijk samen met Riediger's uitgangspunt, n.l. dat de uitkolking niet verder gaat wanneer de vallende straal den bodem niet meer bereikt. Echter schijnt bij grootere valhoogten het ontgrondingsgevaar eerder geweken dan Riediger vermoedt, zoodat men met zijn methode vaak te duur construeert.

Voorts blijkt, dat de formule van Rehbock waarden oplevert, die de met de watersprongformule verkregene zeer dicht naderen en steeds lager zijn dan deze. Hierbij dienen we ons te herinneren, dat Rehbock zijn onderzoeken heeft gericht op de juiste diepteligging van stortebedden, maar aangezien er feitelijk geen principieel verschil tusschen een stortebed en een onbeschermden kalibodem bestaat, kunnen we concluderen, dat de uitgebreide onderzoeken van Rehbock, gedurende 15 jaren in het waterloopkundig laboratorium te Karlsruhe verricht aan ver over de honderd stuwen en dalafsluitingen uit meer dan 30 verschillende landen, de betrouwbaarheid van het gebruik der watersprongformule bevestigen.

Na het bovenstaande mag dus wel gezegd worden, dat de door ons voorgestelde rekenmethode bijzondere attracties heeft. Weliswaar sluiten wij de mogelijkheid niet uit, dat zich in de practijk gevallen zullen voordoen, die niet in overeenstemming zijn met de hier gevonden resultaten (vooral ook, omdat we niet de beschikking hadden over opnamen aan oudere dammen), maar redelijkerwijze mag toch wel worden verwacht, dat dit aantal relatief wel zeer gering zal zijn.

5. Grafiek ter bepaling van de uitkolking.

Daar het berekenen van toekomstige kolkdiepten in de ingenieurspractijk in Ned.-Indië veelvuldig voorkomt, hebben we getracht de watersprongformule in een zoo bruikbaar mogelijken vorm te gieten, hetgeen op de volgende wijze kan geschieden.

Noemen we z het hoogteverschil tusschen de bovenstroomsche energielijn en het benedenwater voorbij de dekwals, dan volgt direct uit fig. 5 op plaat II, dat:

$$h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = z + h_1 \dots\dots\dots (3)$$

Voorts geldt de formule van den watersprong luidende:

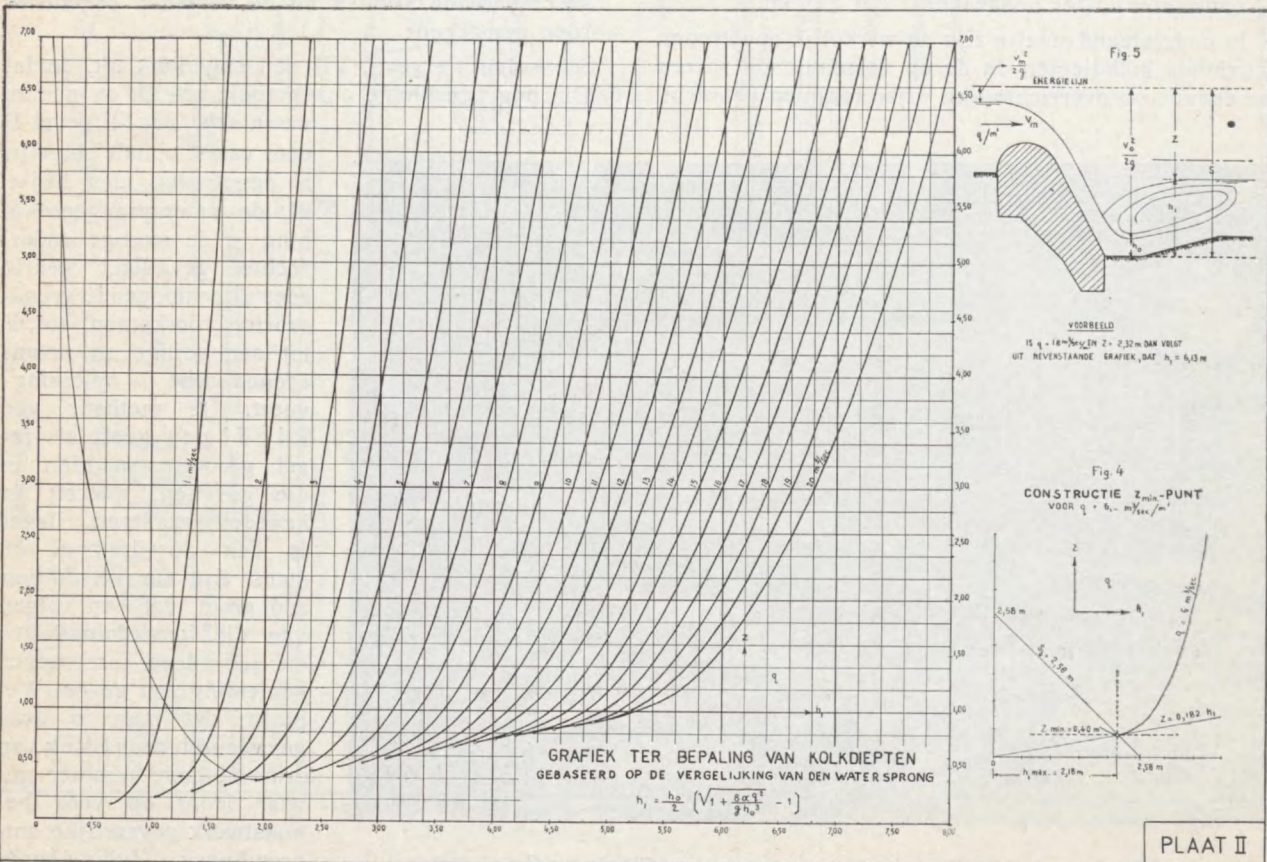
$$h_1 = \frac{h_0}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \alpha q^2}{gh_0^3 \cos i}} - 1 \right) \dots\dots\dots (1)$$

Daar we liefst h_0 uitdrukken in h_1 kan deze formule, bedenkende dat: $\frac{2 \alpha q^2}{g \cos i} = h_0 \cdot h_1 \cdot (h_0 + h_1)$, ook als volgt worden geschreven:

$$h_0 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \alpha q^2}{gh_1^3 \cos i}} - 1 \right) \dots\dots\dots (4)$$

Voor de beteekenis der verschillende grootheden zie hoofdstuk 2.

Deze formule kan nog worden vereenvoudigd door voor α de waarde 1,1, voor $g = 9,8 \text{ m/sec}^2$ en voor $\cos i = 1$ in te voeren. Hoewel sommige onderzoe-



kers voor α (den ongelijkvormigheidscoëfficiënt) een lagere waarde vonden, is hier toch 1,1 aangehouden, omdat we hier te maken hebben met praktijkgevallen en niet met modelonderzoek. De vergelijking komt dan in den vorm:

$$h_0 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} - 1 \right) \dots\dots\dots (5)$$

Hieruit volgt, dat:

$$h_0^2 = \frac{h_1^2}{4} \left(2 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3} - 2 \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Daar het onze bedoeling is een betrekking op te stellen tusschen z eenerzijds en h_1 en q anderzijds, brengen we (3) in den vorm:

$$z = h_0 - h_1 + \frac{q^2}{2gh_0^2} \dots\dots\dots (7)$$

Substitueeren we nu (5) en (6) in (7), dan ontstaat een vergelijking van de gedaante:

$z = f(h_1, q)$ luidende als volgt:

$$z = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} - 1 \right) - h_1 + \frac{q^2}{\frac{1}{2} gh_1^2 \left(2 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3} - 2 \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} \right)} \dots\dots\dots (8)$$

Bij iedere voorkomende q kunnen we dus met behulp van deze vergelijking een kromme construeeren, die het verband aangeeft tusschen z en h_1 . In een gegeven praktijkgeval is het hoogteverschil z tusschen de bovenstroomsche energielijn en het benedenwater (dus *niet* de benedenstroomsche energielijn) bekend en kan dus h_1 direct uit bedoelde kromme worden afgelezen (zie *plaat II*).

Het is ons niet gelukt de laatste formule in een meer eenvoudigen vorm te brengen, zoodat voor het teekenen van de kromme de grootte S is ingevoerd, die gelijk is aan de waterdiepte h_0 vermeerderd met de snelheidshoogte $\frac{v_0^2}{2g}$ ter plaatse, zoodat:

$$S = h_0 + \frac{v_0^2}{2g}, \text{ of}$$

$$S = h_0 + \frac{q^2}{2gh_0^2} \dots\dots\dots (9)$$

dus $S = f_1(q, h_0)$.

De vergelijking van den watersprong kan geschreven worden in den vorm:

$$h_1 = f_2(q, h_0).$$

Uit deze 2 vergelijkingen volgt:

$$z = (S - h_1) = f_3(q, h_0).$$

Gaan we uit van een bepaalde q , dan zijn bij elke waarde van h_0 de bijbehorende waarden van S en

h_1 gemakkelijk te berekenen en wordt z gevonden door beide grootheden van elkaar af te trekken. De kromme $z = f(q, h_1)$ is dus te construeeren uit de berekende waarden van z en h_1 .

6. Nadere beschouwing van de kromme.

Ten einde meerder inzicht te verkrijgen in het verloop van de (h_1, z) kromme volgens (8) en haar extreme waarden, gaan we, analoog aan den gedachtegang van Forchheimer (ontwikkeld in zijn boek „Hydrauliek”, pag. 308 e.v.) een nieuwe groot-

heid λ invoeren, welke gelijk gesteld wordt aan $\frac{h_0}{h_1}$;

tevens maken we gebruik van de grootte S , die — zooals boven reeds werd aangegeven — gelijkgesteld

wordt aan $h_0 + \frac{v_0^2}{2g}$. Substitueeren we nu beide

nieuwe variabelen in de algemeene vergelijking van den watersprong, dan krijgen we de volgende afleiding:

$$h_1 = \frac{h_0}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \alpha q^2}{gh_0^3}} - 1 \right)$$

$$h_1 = \frac{h_0}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{16 \alpha v_0^2}{2gh_0}} - 1 \right)$$

$$1 = \frac{1}{2} \lambda \left(\sqrt{1 + \frac{16 \alpha}{h_0} (S - h_0)} - 1 \right)$$

welke vergelijking we even zullen schrijven in den vorm:

$$1 = \frac{1}{2} \lambda (\sqrt{A} - 1). \text{ Hieruit volgt, dat:}$$

$$\lambda = \frac{2}{\sqrt{A} - 1} = \frac{2(\sqrt{A} + 1)}{A - 1} \text{ of}$$

$$\lambda = \frac{h_0}{8 \alpha (S - h_0)} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{16 \alpha (S - h_0)}{h_0}} \right) \dots\dots\dots (10)$$

Hoewel hierin drie grootheden λ , h_0 en S voorkomen, hebben we hier in feite toch slechts met 2 onafhankelijke variabelen te doen. Dit moge blijken

uit het volgende. Stellen we $\frac{h_0}{S}$ gelijk aan een nieuwe

variabele x , dan is $h_0 = S \cdot x$, zoodat de vorm $\frac{h_0}{S - h_0}$,

die ook onder het wortelteken voorkomt, overgaat

in $\frac{S \cdot x}{S - Sx} = \frac{x}{1 - x}$, zoodat we kunnen schrijven:

$$\lambda = f(x) = f\left(\frac{h_0}{S}\right)$$

Tabel 2.

q	h_1 max.	h_0	S_b	$z_{\min.}$	q	h_1 max.	h_0	S_b	$z_{\min.}$
1	0,66	0,34	0,78	0,12	11	3,27	1,70	3,86	0,59
2	1,05	0,55	1,24	0,19	12	3,46	1,80	4,08	0,62
3	1,37	0,71	1,62	0,25	13	3,66	1,90	4,32	0,66
4	1,67	0,86 ⁵	1,97	0,30	14	3,84	2,00	4,54	0,70
5	1,93	1,00	2,28	0,35	15	4,02	2,09	4,75	0,73
6	2,18	1,14	2,58	0,40	16	4,20	2,18	4,96	0,76
7	2,42	1,26	2,86	0,44	17	4,37	2,27	5,16	0,79
8	2,64	1,38	3,13	0,49	18	4,54	2,36	5,36	0,82
9	2,86	1,49	3,38	0,52	19	4,71	2,45	5,57	0,86
10	3,07	1,60	3,62	0,55	20	4,87	2,54	5,76	0,89

Grafisch kan de ligging van $z_{\min}$ ook op de volgende wijze worden bepaald.

Trekken we in de grafiek der (z, h_1) -kromme (8) een lijn onder 135° met de horizontale as, dan is de vergelijking van deze lijn:

$$z + h_1 = \text{constant} = S,$$

waarin S gelijk is aan de afgesneden stukken van de horizontale en verticale as. Daar uit het verloop der λ -lijn gebleken is, dat er bij een bepaalde S één maximale waarde van h_1 optreedt, is dus ook $z + h_{1\max} = S_b$, waarin z een minimum is.

Trekken we nu lijnen onder 135° , die van de horizontale h_1 -as stukken afsnijden, die in grootte gelijk zijn aan de S_b waarden (te ontleenen aan tabel 1), dan liggen de punten $z_{\min}$ op deze lijnen.

Voorts volgt uit de boven afgeleide vergelijkingen:

$$\frac{h_0}{h_1} = 0,52 \text{ en } \frac{h_0}{S} = 0,44$$

door beide op elkaar te deelen de betrekking:

$$\frac{h_1}{S} = 0,846 \text{ of } h_1 : (h_1 + z_{\min}) = 0,846 \text{ of } z_{\min} = 0,182 h_1.$$

De meetkundige plaats der minimale z -waarden is dus een rechte door O, welke met de horizontale as een hoek maakt, waarvan de tangens gelijk is aan 0,182. De ligging der laagste punten is dus zeer nauwkeurig te bepalen uit de snijpunten der lijnen $S = \text{constant}$ en $z = 0,182 h_1$. In fig. 4 op plaat II is deze constructie voor het laagste punt van de $q = 6 \text{ m}^3/\text{sec}$ -lijn uitgevoerd.

b. Overige extreme waarden.

De andere extreme waarden van de (h_1, z) -kromme zijn te vinden door op te merken, dat bij extreme waarden van λ ook de grootheden h_1 en z uiterste waarden zullen krijgen. We kunnen dus de vergelij-

king (10) differentieëren naar $\frac{h_0}{S}$ en deze afgeleide gelijk 0 stellen, zoodat we dan de volgende afleiding krijgen.

Stelt men in

$$\lambda = \frac{h_0}{8 \alpha (S - h_0)} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{16 \alpha (S - h_0)}{h_0}} \right\} \dots (10)$$

$\frac{h_0}{S} = x$, dan gaat deze vergel. over in den vorm

$$\lambda = \frac{x}{8 \alpha (1 - x)} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{16 (1 - x)}{x}} \right\}.$$

$\frac{1 - x}{x} = y$ stellend, krijgen we:

$$\lambda = \frac{1}{8 \alpha y} \left\{ 1 + \sqrt{1 + 16 \alpha y} \right\}$$

Differentieëren we deze vergelijking naar y en stellen we de uitkomst = 0 dan is:

$$0 = \frac{-1}{8 \alpha y^2} + \frac{1}{8 \alpha y} \cdot \frac{1}{2} (1 + 16 \alpha y)^{-1/2} \cdot 16 \alpha - (\sqrt{1 + 16 \alpha y}) \cdot \frac{1}{8 \alpha y^2}$$

of wel na uitwerking:

$$-\sqrt{1 + 16 \alpha y} + 8 \alpha y - (1 + 16 \alpha y) = 0.$$

Stellen we hierin $\sqrt{1 + 16 \alpha y} = Z$, dan gaat deze vergelijking over in

$$Z^2 + 2Z + 1 = 0, \text{ waaruit } Z = -1.$$

Dus $\sqrt{1 + 16 \alpha y} = -1$ en bijgevolg

$$y = 0 \text{ of ook } \frac{1 - x}{x} = 0.$$

Dit is het geval als $1 - x = 0$, dus als $x = 1$. Substitueeren we deze waarde in de λ -vergelijking (10), dan wordt $\lambda = \infty$. Hieruit blijkt dus, dat de λ -lijn in

het oneindige raakt aan de rechte $\frac{h_0}{S} = 1$.

λ wordt oneindig, als $\frac{h_0}{h_1} = \infty$.

dus als $h_0 = \infty$ of als $h_1 = 0$.

Willen we nu de hierbij behoorende z -waarden weten, dan zijn die niet zonder meer uit de substitutie in de (h_1, z) -vergelijking te vinden, omdat we dan steeds een onbepaalde uitkomst krijgen. We dienen dan gebruik te maken van de volgende beschouwingen. Stellen we ons eerst nog eens de vergelijking der (z, h_1) -kromme voor oogen.

$$z = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} - 1 \right) - h_1 + \frac{q^2}{\frac{1}{2} g h_1^2 \left(2 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3} - 2 \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} \right)} \dots (8)$$

Laten we nu h_1 steeds toenemen, dan zal, waar we hier toch in ieder geval met waarden van $h_1 > 1$ te maken hebben, het tusschen haakjes geplaatste deel van den eersten term snel in grootte afnemen, en wel sneller dan h_1 toeneemt, zoodat het product steeds in grootte afneemt, evenwel steeds positief blijvend, aangezien de term tusschen haakjes ook steeds positief blijft.

De noemer van den derden term zal ook kleiner worden, omdat daarin de derde macht in den noemer zal overheerschen. Ook deze term blijft echter steeds positief en nadert dus tot 0 want:

$$2 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3} > 2 \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}}$$

wat blijkt, wanneer men beide termen in het kwadraat verheft:

$$4 + \frac{4 \cdot 0,9 q^2}{h_1^3} + \frac{0,9^2 q^4}{h_1^6} > 4 + \frac{4 \cdot 0,9 q^2}{h_1^3}$$

of: $\frac{0,9^2 q^4}{h_1^6} > 0$.

De derde term in vergelijking (8) nadert dus tot ∞ en wel veel sneller dan de tweede term, die eveneens tot ∞ nadert, aangezien deze h_1 slechts tot de eerste macht bevat. We kunnen dus reeds concludeeren, dat z bij toenemende h_1 naar ∞ zal naderen en daar blijkbaar de derde term hierin een overwegende rol speelt, vinden we de waarde h_1 , waarbij zulks het geval is, door den noemer gelijk 0 te stellen.

We krijgen dan:

$$h_1^2 \left(2 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3} - 2 \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} \right) = 0.$$

Zulks is het geval bij $h_1 = 0$; evenwel zoeken we de hoogste waarde van h_1 , zoodat we stellen:

$$2 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3} = 2 \sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}}$$

Beide termen in het kwadraat verheffend krijgen we:

$$4 + \frac{4 \cdot 0,9 q^2}{h_1^3} + \frac{0,9^2 q^4}{h_1^6} = 4 + \frac{4 \cdot 0,9 q^2}{h_1^3}$$

$$\text{Waaruit: } \frac{0,9^2 q^4}{h_1^6} = 0 \text{ of } h_1 = \infty.$$

De bij $z = \infty$, $h_1 = \infty$ behoorende waarde van h_0 kunnen we vinden uit vergelijking (4), n.l.

$$z = h_0 - h_1 + \frac{q^2}{2g h_0^2}$$

$$2 g h_0^2 z = 2 g h_0^2 - 2 g h_0^2 h_1 + q^2.$$

$$2 g h_0^2 z + 2 g h_0^2 h_1 = 2 g h_0^2 + q^2.$$

$$\infty = 2 g h_0^2 + q^2.$$

wat het geval is voor $h_0 = \infty$.

Boven vonden we reeds, dat de kromme in dit geval een extreme waarde bereikt, dus er is hier overeenstemming.

Thans moeten we nog de mogelijkheid onder oogen zien, dat $h_1 = 0$ en de vraag is dan, welke waarde van z hierbij hoort.

Deze kunnen we op de gemakkelijkste wijze vinden uit de beschouwing van de watersprongvergelijking in den vorm, waarbij h_0 uitgedrukt is in h_1 (zie (4)).

$$h_0 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{0,9 q^2}{h_1^3}} - 1 \right).$$

Laten we hierin h_1 steeds afnemen en tot 0 naderen, dan zal de term tusschen haakjes sneller tot ∞ naderen dan h_1 tot 0, aangezien de h_1 daarin tot de 3de macht voorkomt. Het product zal dus tot ∞ naderen, zoodat bij $h_1 = 0$ behoort de waarde $h_0 = \infty$. Substitueeren we deze beide waarden in (7), dan krijgen we:

$$z = \infty - 0 + 0 = \infty.$$

Hiermede is de (h_1, z) -kromme voldoende besproken.

Slotbeschouwingen.

Bij het practisch gebruik der (h_1, z) -kromme zal men uitgaan van een bepaalde gegeven z en vindt men de gezochte h_1 door de betrekkelijke kromme te snijden met een horizontale lijn op een afstand z boven de h_1 -as gelegen. Deze lijn snijdt de kromme in het algemeen in twee eindige punten, waarmede theoretisch twee mogelijke stroomingstoestanden corresponderen. Uiteraard komt hiervan uitsluitend die met de grootste h_1 in aanmerking, zoodat practisch alleen de rechts van $z_{\min}$ gelegen tak van de kromme van belang is.

Gaat de horizontale lijn $z = \text{constant}$ door $z_{\min}$, dan vallen de beide waarden van h_1 samen en is er dus slechts één stroomingstoestand mogelijk bij een bepaald af te voeren debiet. Opgemerkt zij hier nog dat — zooals uit *tabel 2* reeds is gebleken — in dat geval h_0 nog kleiner is dan h_1 . Er heeft dus nog een overgang van schietend naar stroomend water plaats, echter is de energievernietiging (warmteomzetting) slechts gering en wordt dus het grootste deel van de in den schietstroom opgehoopte energie omgezet in potentiële energie. Het punt der (h_1, z) -kromme, waarvoor $h_0 = h_1$ ligt op den linker tak en b.v. voor de kromme $q = 5 \text{ m}^3/\text{sec}$ bij $h_1 = 1,41 \text{ m}$.

$$(5 = h \sqrt{gh} \cdot \frac{1}{\alpha} \text{ of } h^3 = \frac{25 \cdot 1,1}{9,8} = 2,8 \text{ of } h = 1,41 \text{ m}).$$

In dit geval schiet het water blijkbaar met de kinetische snelheid $\sqrt{\frac{gh_0}{\alpha}} = \sqrt{\frac{gh_1}{\alpha}}$ gewoon door.

Daalt h_1 beneden deze waarde (kritische diepte), dan is geen positieve watersprong meer mogelijk, doordat $h_0 > h_1$ zou worden.

Aan de hand van de grafiek *plaat II* kunnen nu nog de volgende opmerkingen worden gemaakt.

1°. De toename van h_1 is bij kleine waarden van z belangrijk grooter dan bij hoge z -waarden. Hieruit volgt dus, dat, wanneer men een bepaald hoogteverschil heeft te overwinnen, het gunstiger is, dit in één val te doen, omdat de daarbij behorende waarde van h_1 kleiner is dan bijv. twee maal een kleine waarde van h_1 . Deze kwestie hangt samen met een snellere toename der energieomzetting bij lineair toenemende spronghoogte. Bij te hoog ontworpen vloeren, die na eenige bandjirs zijn gaan „hangen”, is het dus beter den vloer weg te breken en den nieuwen koffer direct achter het stuwlichaam te plaatsen.

2°. Zooals we opmerkten is, wanneer men met een hoge z -waarde te doen heeft, de toename van h_1 klein ten opzichte van z . Hebben we dus te maken met een kali, waarvan het bed nog niet in evenwicht is, zoodat ten gevolge van bodemuitschuringen een daling van het achterwater kan worden verwacht, waarmede dus een toename van z gepaard gaat, dan zal, hoewel natuurlijk de daling van den waterspiegel met haar volle waarde het peil van de kolk beïnvloedt, h_1 naar evenredigheid veel minder sterk toenemen en — daar we toch den aanleg der fundeering nog 1,— m beneden de gevonden kolkdiepte zullen leggen — het gevaar voor het kunstwerk nog niet zoo spoedig optreden.

3°. Wanneer onze zienswijze, dat de diepte der kolk, binnen wijde grenzen *onafhankelijk* van de grondsoort, aan een zekere maximum grenswaarde is gebonden juist is — en we hebben in het voorgaande getracht dit aannemelijk te maken —, dan zou het aanbeveling verdienen zoo veel doenlijk drempelstuw toe te passen met vermindering van een vacuum onder den straal en geen dammen met stortvloeren. Aangezien men den vloer bij afwezigheid van ver-

sperringen (chicanes) op de met behulp van den watersprong berekende diepte pleegt te leggen, kunnen dan immers de kosten van een dure vloerconstructie geheel worden bespaard. Voorts worden vele ingewikkelde problemen betreffende de waterbeweging in den grond onder den dam en den stortvloer en de daarmee samenhangende oppersende krachten, vermeden. Blijkt na eenige jaren het kalibed en de achterwaterstand te zijn gedaald, dan kan zoo noodig op eenvoudige wijze een verdieping van den koffer plaats hebben, een vraagstuk, dat bij stortvloeren veel moeilijker op bevredigende wijze is op te lossen. Ook is men verlost van de dikwijls uit zuinigheidsdrang toegepaste versperringen. In den laatsten tijd zijn in dit tijdschrift eenige artikelen van de hand van ir. Garot verschenen, waarin de oplossing der energieomzetting gezocht wordt in het aanbrengen van doelmatig geplaatste blokversperringen. Hierbij werd echter de diepteligging der vloerconstructies buiten beschouwing gelaten.

Onzes inziens blijven aan deze oplossingen toch steeds twee bezwaren kleven. In de eerste plaats zijn de uitstekende deelen bloot gesteld aan groote krachten, die óf door stootwerking (afvoer van steenen en/of boomstammen) óf door afslijping (mengsel van water en zand), in vele gevallen aan snelle degradatie onderhevig zijn en waartegen soms kostbare voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen. In de tweede plaats blijkt wel uit de vele modelonderzoekingen, die voor ieder geval weer opnieuw moeten worden verricht, dat voorshands slechts op *deze* wijze betrouwbare resultaten kunnen worden bereikt. Heeft men dus geen waterloopkundig laboratorium bij de hand, dan dient men wel voorzichtig te zijn met het projecteeren van deze versperringen en verdient het dus naar het voorkomt meer aanbeveling de door ons voorgestelde constructie toe te passen.

Ten slotte nog een enkel woord over het aan te nemen maximum bandjirdebet, waarop de berekening dient te worden gebaseerd.

Hebben we te maken met een harden grondslag, dan zal er uit den aard der zaak veel tijd voor noodig zijn, alvorens de maximale kolkdiepte is bereikt, zoodat het wel duidelijk is, dat het dan geen zin heeft de berekening te baseeren op een bandjir, die één maal in de honderd jaar voorkomt. Stellen we den levensduur van een prise d'eau op bijv. 80 jaar, dan zou men in dit geval kunnen uitgaan van een bandjir die bijv. één maal in de 16 jaar voorkomt.

Hebben we daarentegen te maken met zandgrond, dan moet men zeer voorzichtig zijn, vooral ook, omdat de bodem daarbij tengevolge van waterkolken in een toestand kan geraken, die met drijfzand kan worden vergeleken. Ten gevolge van deze wervelingen verliest het zand dan zijn z.g. minimum ligging en gaat de weerstand geheel verloren. Tot op welke diepte zich dit verschijnsel voortzet, is moeilijk na te gaan, zoodat de fundatiediepte van de stuw dan wederom een open vraag wordt. In zoo'n geval is het leggen van een vloer dus wel de aangewezen weg. Het evengenoemde verschijnsel is mede de oorzaak, waarom men met het trekken van conclusies uit modelproeven op dit gebied zoo uiterst voorzichtig moet zijn. Voor

het modelonderzoek is zand van verschillende korrelgrootte het aangewezen materiaal, maar het is niet uitgesloten, dat de bedoelde nevenverschijnselen grootere kolkdiepten veroorzaken dan de watersprongberekening geeft. In zeer veel van de hier in Indië voorkomende gevallen zal echter met succes de voordeelige drempelstuwconstructie kunnen worden toegepast.

Naschrift.

Ten slotte past ons een woord van dank aan de heeren ir. Ph. H. te Winkel te Cheribon en ir. W. S. waan te Poerworedjo, die zoo welwillend waren ons verschillende gegevens voor ons onderzoek te verschaffen en aan den heer Jonathans te Soekaboemi, die ons bij het vele rekenwerk uitnemende assistentie verleende.

Geraadpleegde literatuur.

1. Riediger: "Die Theorie der Kolkbildung", 1920.
2. Schoklitsch: "Staurationverlandung und Kolkabwehr", 1935.
3. Forchheimer: "Hydraulik" 1930.
4. Verslagen Ier Congrès des Grands Barrages, Scandinavie, juin — juillet 1933 vol V.
5. Verschoor, "De herstellingen van de stuw Kaliwadas", *De Ingenieur in Ned.-Indië* 1935 No. 4.
6. Een niet gepubliceerde nota van ir. Arends over „Theorie en toepassing van den watersprong", Juli 1931.
7. Vlughter: "De bandjiroverlaat van het reservoir Pendjalin", *De Waterstaatsingenieur* 1933 No. 12.
8. Flamant: "Hydraulique", 3me édition, blz. 129 e.v.

De nieuwe vliegtuigloodsen voor de vliegvelden Andir en Kalidjati

door

ir. W. J. VAN DER EB,

Ingenieur bij den Dienst van Weg en Werken (Afd. Constructie en Bruggen) der Staatsspoorwegen te Bandoeng.

Met toestemming van den Inspecteur van het Wapen der Genie, Generaal-Majoor G. J. F. Statius Muller moge hier een beschrijving volgen van een tweetal door den Dienst van Weg en Werken (Afdeling Constructie en Bruggen) ontworpen nieuwe vliegtuigloodsen voor de vliegvelden Andir en Kalidjati ten behoeve van de Militaire-Luchtvaartafdeeling. Deze loodsen, waarvan de loods te Andir meer in het bijzonder als montage-loods moet dienen en die te Kalidjati als vliegtuighangar, hebben inwendig een vrije ruimte van resp. 65×35 m en $92,50 \times 35$ m.

Berekeningsgrondslagen.

De constructies zijn berekend volgens de Algemeene Voorschriften voor IJzeren Gebouwen der S.S. Deze voorschriften laten een normaal- en buigspanning toe van 1450 kg/cm^2 op de netto doorsnede betrokken. De knikspanningslijn wordt in deze voorschriften aangenomen als te bestaan uit 2 rechtlijnige en één kromlijnig gedeelte n.l. tusschen $\lambda = 0 \longleftrightarrow 60$ is $\sigma_k = \text{constant} = 2400 \text{ kg/cm}^2$; van $\lambda = 60 - 100$

is $\sigma_k = 2400 - 327 \left(\frac{\lambda - 60}{40} \right)$ en voor $\lambda > 100$

geldt de betrekking $\sigma_k = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$. De zekerheidslijn

verloopt van $\lambda = 0 - 20$ horizontaal en bedraagt 1,65; van $\lambda = 20 - 150$ rechtlijnig van 1,65 tot 3 terwijl voor $\lambda > 150$ de zekerheid 3 blijft. De voorschriften laten verder geen drukstaven toe met grootere slankheid dan 250. Bij de winddrukberekening zijn de voorschriften gevolgd, zooals die zijn samengesteld door de Ned. Normalisatie Commissie (normaalblad No. 790), waarbij werd uitgegaan van een stuwdruk van 40 kg/m^2 . Deze voorschriften rekenen o.a. ook met de zuiging, welke aan de luwzijde van de dakconstructies ontstaat.

Verder zijn de gebouwen nog berekend op een mogelijken aardbevingsinvloed, welke aangenomen is als te zijn een horizontale kracht groot $\frac{1}{4} G$ en werkende op zwaartepuntshoogte, als onder G verstaan wordt het totale gewicht van het heele gebouw exclusief fundeeringen.

A. De montage-loods te Andir.

De vrije ruimte van deze loods moest, zooals gezegd, bedragen 65×35 m, terwijl in de beide langswanden geen enkel tusschensteunpunt mocht aangebracht worden. Deze twee langszijden van het gebouw moesten afgesloten kunnen worden met een serie schuifdeuren. Verder deelde de Geniedienst mede, dat het geheele dakvlak zoo mogelijk verdeeld moest worden in kleinere eenheden met zakgootconstructies ertusschen; dit in verband met de zware tropische regenvallen en de onvoldoende afvoermogelijkheid langs het gegolfd plaatijzer van het regenwater, dat verzameld wordt op te groote dakvlakken, waardoor onvermijdelijk lekkage zou ontstaan. Het gebouw moest van drie, in langrichting van het gebouw loopende kraanbanen voorzien worden geschikt voor electrische Demag-takels van 2 ton draagvermogen, terwijl verder in elk der beide eindspanten één ophangpunt aanwezig moest zijn geschikt voor het heffen van lasten van 7 ton.

De onder deze omstandigheden meest gevolgde methode is wel de volgende: Men past twee zware eindspanten toe; hiertusschen een stelsel dwarsspanten, vervolgens loodrecht op deze dwarsspanten weer een stelsel van kleine vliegende spanten en vervolgens pas de gordingen. Men zal echter gemakkelijker inzien, dat deze indeeling onmogelijk de meest economische kan wezen. Immers, lukt het om slechts langsspanen toe te passen en daarop direct de gordingen, dan is het duidelijk dat het totaal gewicht van deze langsspanen theoretisch even groot moet

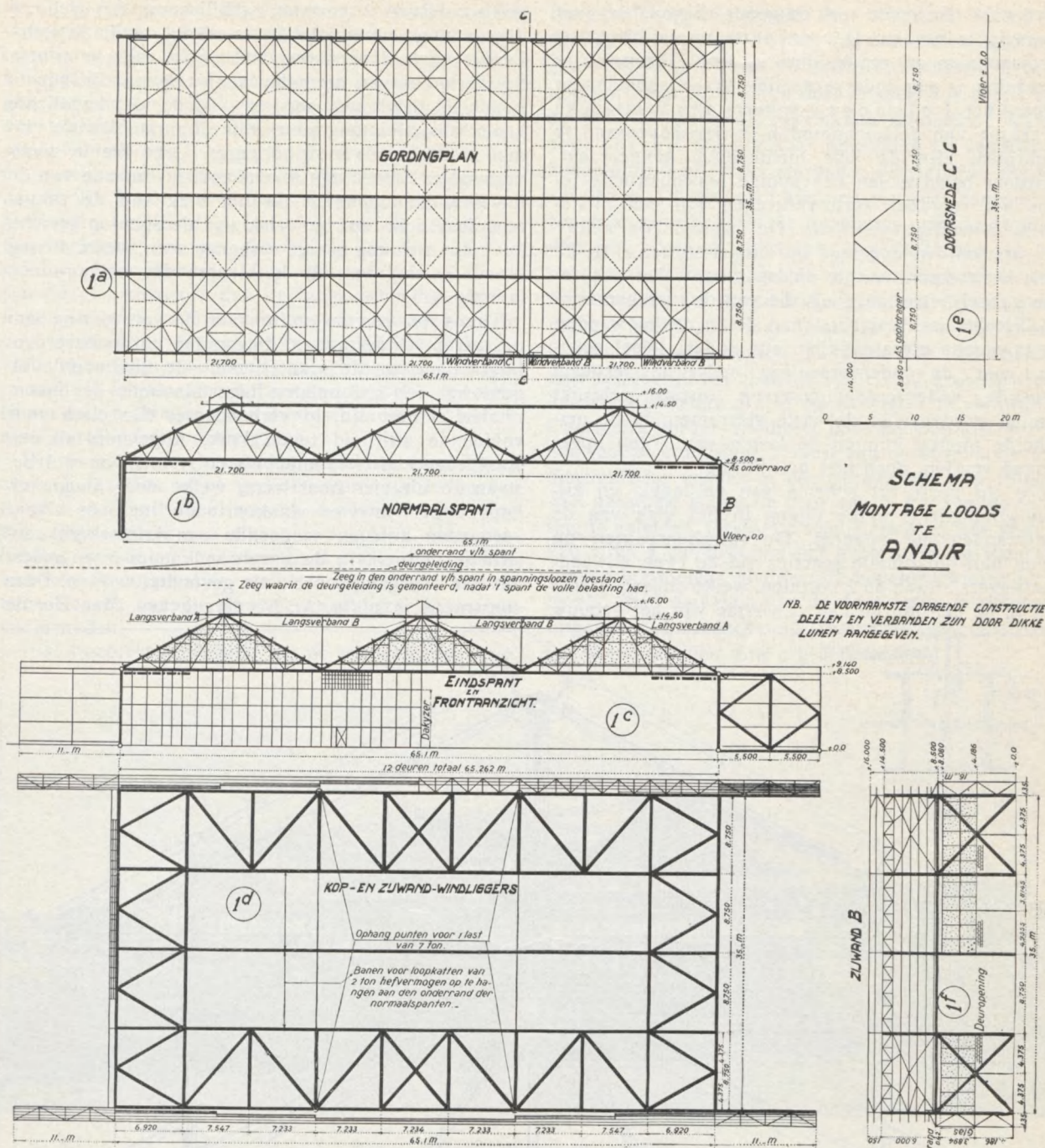


Fig. 1 a t/m f.

zijn als die van de 2 zware eindspanten der eerste methode (althans in de onderstelling dat in alle staven dezelfde trek- dan wel drukspanning toegelaten mag worden, m.a.w. dus geen rekening gehouden wordt met knikverschijnselen).

Theoretisch zou dan in dit geval de meest voordelige oplossing bestaan uit toepassing van een oneindig groot aantal zeer lichte spantjes, zoodat dan alle gordingen zouden kunnen vervallen. Het behoeft geen betoog, dat als gevolg van de knikverschijnselen en andere bijkomstige factoren (zooals de constructie-coëfficiënt en de slechts beperkte keuze

in de toe te passen staafprofielen) er een zekere meest voordelige grens bestaat in de grootte van de spantafstanden. De meest voordelige spantafstand in het geval van de montage-loods Andir bleek, ook al in verband met de 3 daarin aan te brengen kraanbanen, 8,75 m te zijn. Hierdoor waren noodig 2 eindspanten en 3 tusschenspanten. De kraanbanen in langrichting konden dan, met vermindering van andere dragende deelen, direct aan de onderranden van de 3 tusschenspanten opgehangen worden.

Uit fig. 1b blijkt het systeem der tusschenspanten. Dit systeem kan opgevat worden als een eenvoudig

V-vakwerk (vallende en stijgende diagonalen) met evenwijdige randen. De gordingen rusten direct op de diagonalen en, om buiging in deze diagonalen te vermijden, is een onderverdeelsstelsel aangebracht volgens het *P o l o n c e a u*-systeem. Om de moeilijke afdekking van de knooppunten in den bovenrand te vermijden, zijn de drie luchtkappen aangebracht, waardoor behalve een eenvoudige nokconstructie tevens het voordeel werd verkregen van een uitstekende 3-voudige ventilatie. De spanten zijn verder aan weerszijden opgelegd op slinger-stutten. *Fig. 1c* geeft het systeem van de eindspanten, welke in principe geheel hetzelfde is als die van de tusschenspanen. Slechts is in verband met de in de kopwanden toe te passen glasafdekking, een ander stelsel gekozen voor de onderverdeling, opdat de verticaal loopende onderverdeelsstaven tevens gebruikt kunnen worden voor de vaste glasramen. In de omcirkelde punten kunnen de lasten van 7 ton opgehangen worden, doch niet gelijktijdig.

Fig. 1d geeft het schema van de langs- en zijwandwindliggers, welke liggen in het vlak van de onderranden der spanten. De tusschenspanen nu geven hun horizontale reacties via de twee zijwandwindliggers af aan de 2 portalen, welke ondergebracht zijn in de deurhuizen aan één zijde van het gebouw

gelegen. Deze 2 portalen stabiliseeren het gebouw dus in langsrichting. In dwarsrichting heeft de stabilisatie plaats door 4 portalen, welke gelegen zijn in de zijwanden van het gebouw. Overigens zijn nog in het vlak der gordingen en van de luchtkap lichte windverbandjes toegepast, welke hun stabilisatie vinden in de langswandwindliggers. Deze kleine windverbandjes dienen dan tevens voor stabilisatie van de bovenrandknooppunten. In het vlak van de zakgoten, loodrecht op het vlak van de spanten gericht, bevinden zich nog eenige verbandstaven, welke dienen ter verkorting van de kniklengte der bovenranden (zie *fig. 1e*).

Thans het een en ander over de vormgeving van de staven. Onderranden, diagonalen en onderverdeelsstaven van de spanten zijn alle uitgevoerd volgens het één-knoopplaten-ligger-systeem; de bovenranden echter zijn, in verband met den eisch voor voldoende stijfheid tegen knik, uitgevoerd als een staaf voor een twee-knoopplaten-systeem en wel bestaan ze uit vier hoekijzers, welke door diagonaal-koppelingen in vier vlakken onderling aan elkaar verbonden zijn en zoodoende een knikzekere constructie vormen. In de bovenrandknooppunten moest dus een overgangsconstructie gevonden worden. Deze constructie is in *fig. 2a, b* weergegeven. Men ziet de

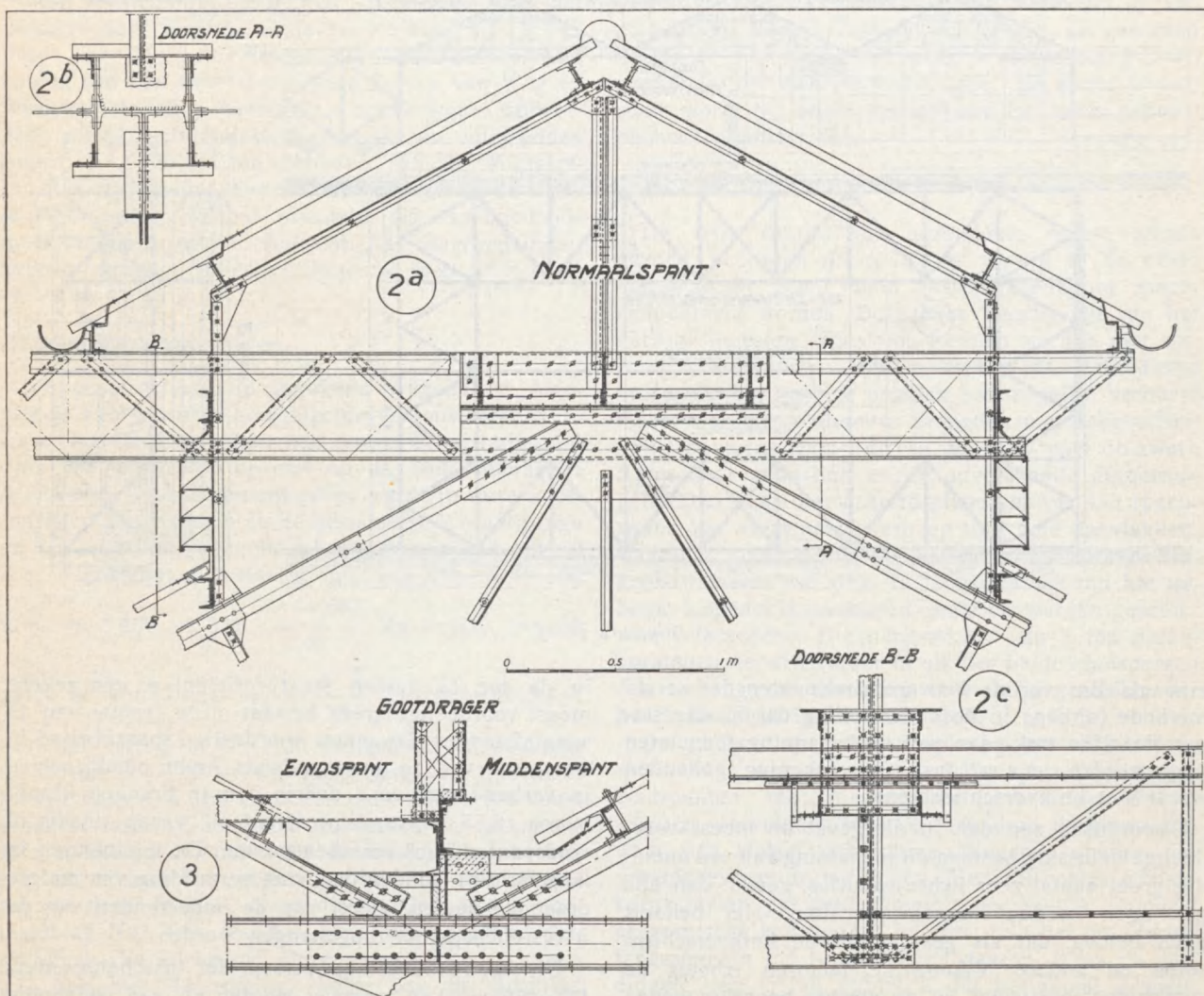


Fig. 2 a t/mc en 3.

twee diagonalen op normale wijze verbonden door een knoopplaat. Precies in het snijpunt van de systeemlijnen der diagonalen, loodrecht op de eerste knoopplaat en horizontaal gelegen, is een stuk I-ligger aangebracht. De resultante van de twee diagonaal-krachten nu, die altijd horizontaal gericht is, wordt via dit stuk I-ligger op de 2 knoopplaten aan de bovenranden overgebracht. Ten overvloede zijn nog in elk knooppunt 3 dwarschotten toegepast om de noodige stijfheid tegen schranken te verkrijgen. Een wringing van den bovenrand om zijn eigen as wordt echter hierdoor niet afdoende belet. Deze functie is toebedeeld aan de langsverbanden, welke liggen in de zijwandjes van de ventilatie-kappen. De bovenranden van deze als vakwerk uitgevoerde langsverbandjes loopen midden door den bovenrand heen, terwijl zij ter plaatse van het snijpunt der systeemlijnen door middel van een dwarsshot om den bovenrand bevestigd zijn (zie fig. 2c).

De diagonalen van de kop- en langswandliggers zijn op dezelfde wijze geconstrueerd als de bovenranden (4 lichte hoekijzers in 4 vlakken onderling met diagonaaltjes aan elkaar verbonden). Hun verbinding met de onderranden vindt plaats door middel van twee knoopplaatjes, welke bevestigd zijn aan de twee flenzen van de uit twee kanaalijzer bestaande onderranden.

Fig. 3 geeft de oplossing van de zakgootconstructie.

De goten worden gedragen door een I-ligger en de 2 aanliggende eindgordingen, via een stelsel gootdragers. De I-ligger deelt de eigenlijke zakgoot in twee helften, waardoor het voordeel verkregen is, dat de van de twee aansluitende dakvlakken afkomende waterstroomen niet tegen elkaar inschieten en zodoende noodelooze, den afvoer storende, wervelingen worden vermeden. Tevens werd hiermee een zeer eenvoudige constructie verkregen ter opvang van de stijltjes dienende voor het verkleinen van de kniklengte der bovenranden, zonder dat de regenwaterafvoer belemmerd wordt. De schuifdeuren bestaan elk uit twee bladen, welke gedeelten ieder door twee op kogels loopende wielen worden gedragen. De twee bladen zijn beweeglijk ten opzichte van elkaar geconstrueerd om ongelijkmatige dracht op de wielen te vermijden. Overigens worden zij direct door de looprails gedragen (goede grondslag), terwijl aan de bovenzijde een uitschuifbaar en een in een horizontaal vlak rollend wiel aanwezig is, om de deur ook in horizontale richting te geleiden, terwijl de schuifinrichting een zetting van circa 4 cm tusschen het gebouw en de looprail-fundeering toelaat, alvorens de bovenste wielen klem loopen. Een omvallen van de deurbladen is practisch uitgesloten, b.v. slechts als de flenzen van de bovenste wielen zouden zijn afgebroken.

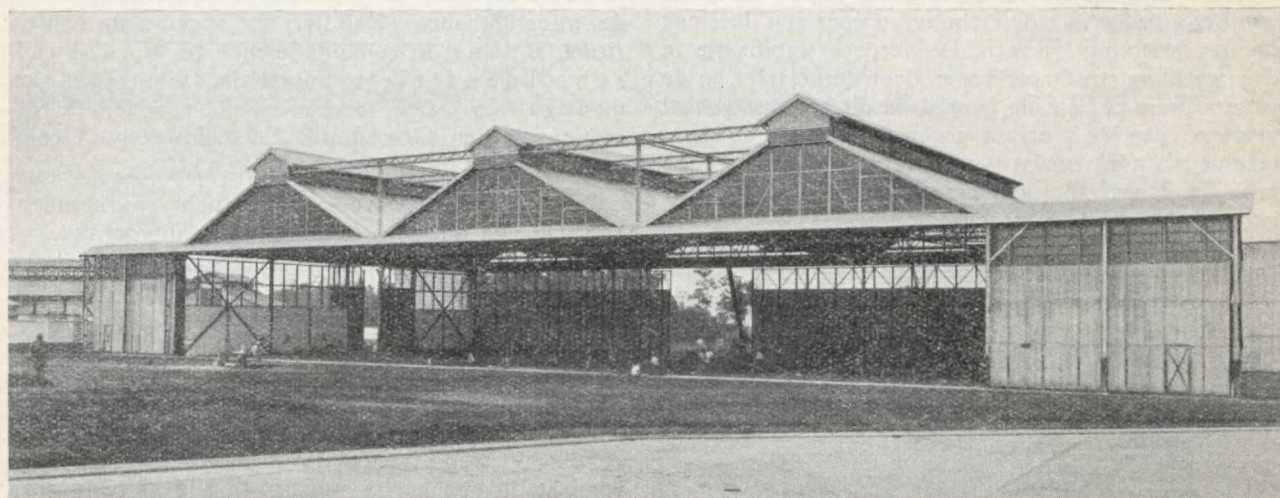


Foto 1. Vooraanzicht van de nieuwe montageloods te Andir.

Uit de figuren 1 en foto's 1 en 2 is verder duidelijk te zien, dat het gebouw rijkelijk van glaswanden voorzien is. Tenslotte volgt nog een overzicht van de ijszergewichten.

	Vloeiijzer kg
Spanten	88 997
Windligger, windverband en langsverband	30 783
Jalouzieën	2 652
Deurconstructies	36 544
Zijwanden	13 700
Deurhuizen	19 016
Overbrengen	191 692

	Overgebracht	191 692
Deurgeleidingen	18 016	
Gootconstructies	3 354	
Gordingen	30 979	
Ondersteuning bovenranden	4 622	

	Totaal generaal	248 663
± 2% voor klinknagelkloppen	4 973	
Ophangstaven $\phi \frac{1}{2}$ " met 2 moeren.....	886	

Totaal gewicht	254 522 kg
of rond	255 ton.

B. De vliegtuighangar Kalidjati.

Dit gebouw moest een vrije ruimte van $92,50 \times 35$ m hebben, terwijl slechts aan één langzijde schuifdeuren noodig waren. De aanwezigheid van één stijl in den frontwand was toelaatbaar. De achterwand kon geheel afgesloten worden.

Dit gebouw is geheel volgens dezelfde beginselen geconstrueerd als de montageloods Andir¹⁾. Doordat in den frontwand een stijl geplaatst mocht worden, zijn de eigenlijke vrije spanningen van de spannen slechts 45,- m. Dwars op de lengteas van het gebouw is een soort brugconstructie gemaakt, die weer de eigenlijke spannen draagt. Deze brugconstructie rust op stijlen in den kopwand en den achterwand, welke stijlen met de brugconstructie tevens den stabilisatiefactor van het gebouw in langsrichting en voor een deel ook in dwarsrichting vormen. De verdere stabilisatie in dwarsrichting wordt verkregen door de portalen in de twee zijwanden. Zooals gezegd, is dit gebouw geheel volgens dezelfde principes geconstrueerd als de montageloods Andir, zoodat verder verwezen mag worden naar fig. 4, waar het geheele schema van het gebouw is aangegeven. De ijzer gewichten zijn:

	Vloeiijzer kg
Tusschenspannen en kraanbaan	55 132
Eindspant (voorwand)	18 693
„ (achterwand)	25 874
Windligger	17 226
Windverbanden	10 028
Deurconstructie	23 088
Zijwanden	18 228
Ondersteuning bovenrand	8 146
Deurhuizen	6 326
Deurgeleiding	14 836
Langsverbanden en jalouzieën	14 482
Gordingen	43 436
Brugconstructie	30 360
Gootconstructie	7 608
Schoor bij de hoofdstijlen in den achterwand ...	3 538
Totaal:	297 002
± 2% voor klinknagelkoppen	5 940
Totaal gewicht hoofdgebouw	302 942
of rond	303 ton

1) De voor de montageloods te Andir gegeven theorie betreffende de gunstigste spantverdeling is hier niet meer van toepassing door de aanwezigheid van den achterwand. De loods van Kalidjati vormt ongeveer juist het grensgeval. Een andere spantindeeling zou hetzelfde gewicht opgeleverd hebben, doch voor de eenheid en de lage constructiehoogte is dezelfde constructie als te Andir aangehouden.

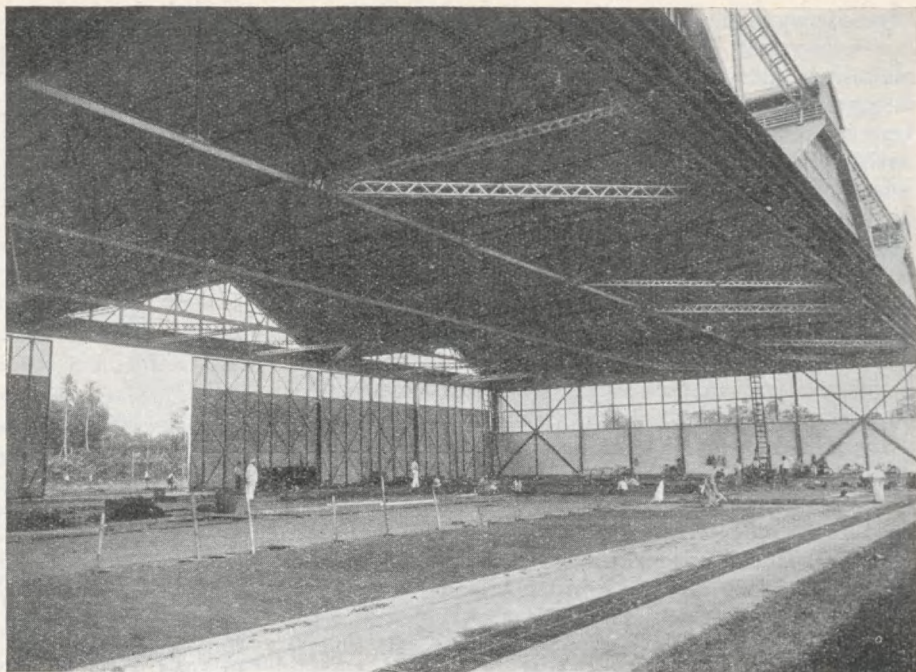


Foto 2. Het inwendige van de nieuwe montageloods te Andir.

De montage-loods Andir is (aanmaak inclusief montage) gegund aan de firma de Vries Robbé (Lindeteves) te Semarang, terwijl de bouw van de vliegtuighangar Kalidjati is opgedragen aan de firma Braat in combinatie met de Ned.-Indische Industrie te Soerabaja. De uitvoering en montage van beide loods en stonden onder de directie van den Gewestelijk Eerstaanwenzend Genie-officier, luitenant-kolonel F. F. Blok.

De foto's 3 en 4 geven een overzicht, resp. binnen-aanzicht van de loods te Kalidjati in uitvoering.

Schrijver acht het hier voorts de aangewezen plaats, om bijzondere melding te maken van zijn beide kundige medewerkers, den hoofdopzichter C. D. Maussart en den opzichter G. Th. Pieters, wien de uitwerking van deze twee ontwerpen was opgedragen, en die op lofwaardige wijze het hunne ertoe bijgedragen hebben om deze omvangrijke taak, welke geheel in overwerk moest worden verricht, in den kortst mogelijken tijd af te leveren en aan het welslagen van het ontwerp mede te werken.

Bandoeng, Januari 1938.

Naschrift.

Het bovenomschreven systeem, toegepast bij de loods en te Andir en Kalidjati, is bij uitstek geschikt om in staalschalenvorm uitgevoerd te worden. Dit principe nu staat aangegeven in fig. 5A. Het gaat feitelijk hierom, dat, onder toepassing van geëigend hoog gegolfd plaatijzer, de gordingen, kapbeenen en de Polonceau-onderverdeelingstaven geheel kunnen komen te vervallen en vervangen worden door het gegolfd plaatijzer. De besparing aan gewicht, welke door deze bouw wijze verkregen wordt, is aanzienlijk. De dakvlakken nu worden samengesteld uit

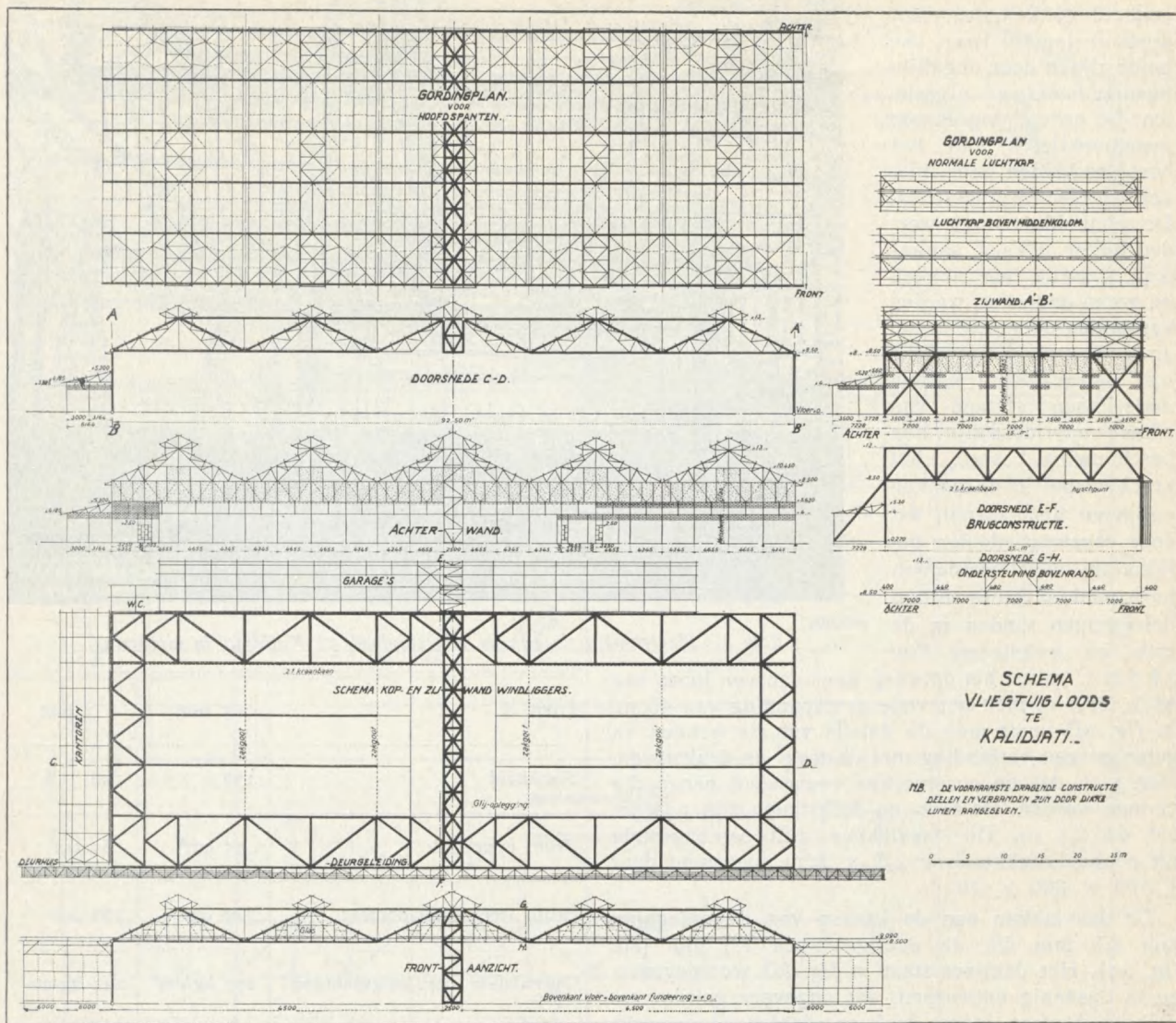


Fig. 4.

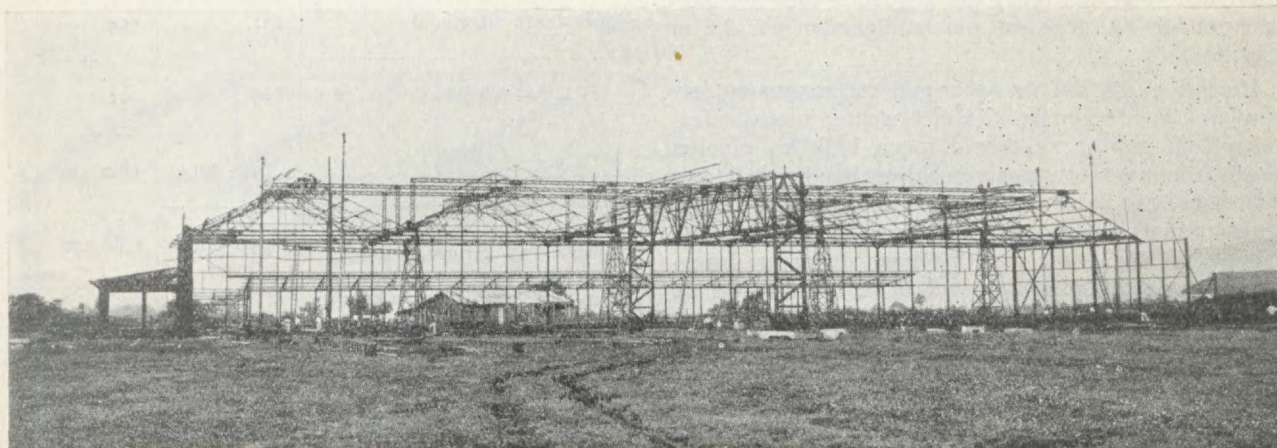


Foto 3. Vliegtuigloods te Kalidjati in aanbouw.

eenheidsstukken, vervaardigd uit gegolfd ijzer, aan beide zijden door ongelijk-beenige hoekijzers afgesloten. De bevestiging aan de zoomhoekijzers kan het best geschieden door middel van electrisch lasschen. De eenheidsstukken worden tegen elkaar aangelegd, waarna hun nokken en goten onderling worden verbonden door een stelsel druk- en trekstaven, welke op betrekkelijk korten onderlingen afstand van elkaar verwijderd zijn. Een beschouwing van het krachtenspel in de nokken en goten doet inzien, dat deze constructiedeelen gelijkmatig belast worden in horizontale richting en hun opleggingen vinden in de trek- en drukstaven. Fig.

5A t/m C geven het ontwerp weer van een loods van $48 \times 37,5$ m met een vrije overspanning van 48 m. In fig. 5D vindt men de details van de nokken en goten en een verbinding met de trek- en drukstaven. Men ziet, dat de constructies verrassend eenvoudig kunnen worden. De trek- en drukstaven zijn gedacht om de 2,5 m. De dakvlakken zijn samengesteld uit eenheidsstukken van $2,5 \times 9$ m, omzoomd door $L 100 \times 200 \times 10$.

De dakvlakken aan de kanten van de oplegging zijn 2,5 mm dik de overige 2 en 1,5 mm (zie fig. 5A). Het dakijzer staat in fig. 5D weergegeven en is dusdanig ontworpen, dat ongeveer gelijke zekerheid bestaat tegen knik en plooiën. Opgemerkt dient te worden, dat het zelfs mogelijk is door het aanbrengen van een geëigende werving in langsrichting van het dakijzer, de invloed van het eigen gewicht bijna geheel te elimineeren en de doorsnede gelijkmatig op druk c.q. trek belast te krijgen. De traagheidsstraal bedraagt voor beide gevallen ongeveer 5,73 cm, zoodat dus de slankheid 156 bedraagt. Hiernaast volgt een tabel van gegevens voor het dakijzer onder de gegeven omstandigheden per 2,5 m breedte.

Hieruit blijkt, dat de zekerheid tegen plooiën iets minder is dan tegen knik. Het is echter niet noodzakelijk, dat gelijke zekerheid tegen knik en plooiën bestaat, immers bij plooiverschijnselen behoeft nog niet direct een catastrophe te ontstaan, omdat bij het ontstaan der plooiing eenvoudig de te groote spanning van de minder draagkrachtige naar de meer draagkrachtige deelen wordt overgebracht, in dit geval de staaldeelen, welke liggen om en bij de knikpunten. Aangezien de spanningen zeer laag zijn is zeker geen overbelasting te vreezen.

Gaan we thans de knikbelasting na met in rekening brengen van de dwarsbelasting:

Onder de knikkracht wordt die kracht verstaan,

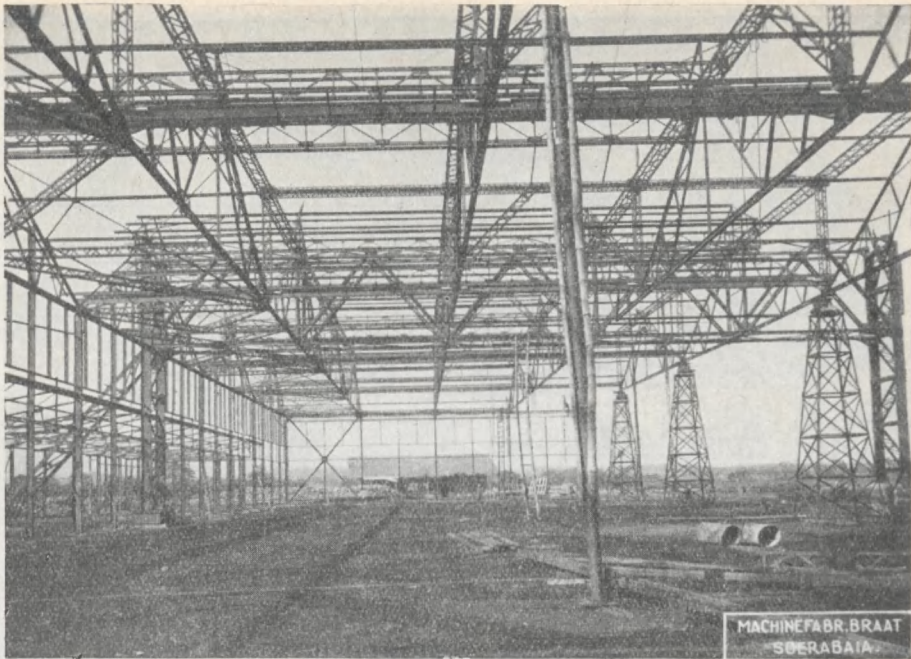


Foto 4. Ijzerconstructie van de vliegtuigloods te Kalidjati in uitvoering.

Dikte <i>d</i>	2,5 mm	2 mm
Slankheid	156	156
Bruto oppervlak	75 cm ²	60 cm ²
Bruto weerstandsmoment	349 cm ³	279 cm ³
Optredende max. buigspanning	277 kg/cm ²	232 kg/cm ²
Optredende max. buigspanning t.g.v. de langskracht	47 „	8 „
Optredende max. drukspanning	121 „	64 „
Max. spanning in uiterste vezel	445 kg/cm ²	304 kg/cm ²
Equivalentente slankheid	131	154
$\frac{b}{d} = 0,59 \lambda$	77	91
<i>b</i>	19,3 cm	18,2 cm
Doorbuiging t.g.v. eigen gewicht met in rekening brengen van de normaalkracht	0,96 cm $\frac{1}{950} l$	0,86 cm $\frac{1}{1050} l$
Max. doorbuiging	1,80 cm $\frac{1}{500} l$	1,40 cm $\frac{1}{640} l$

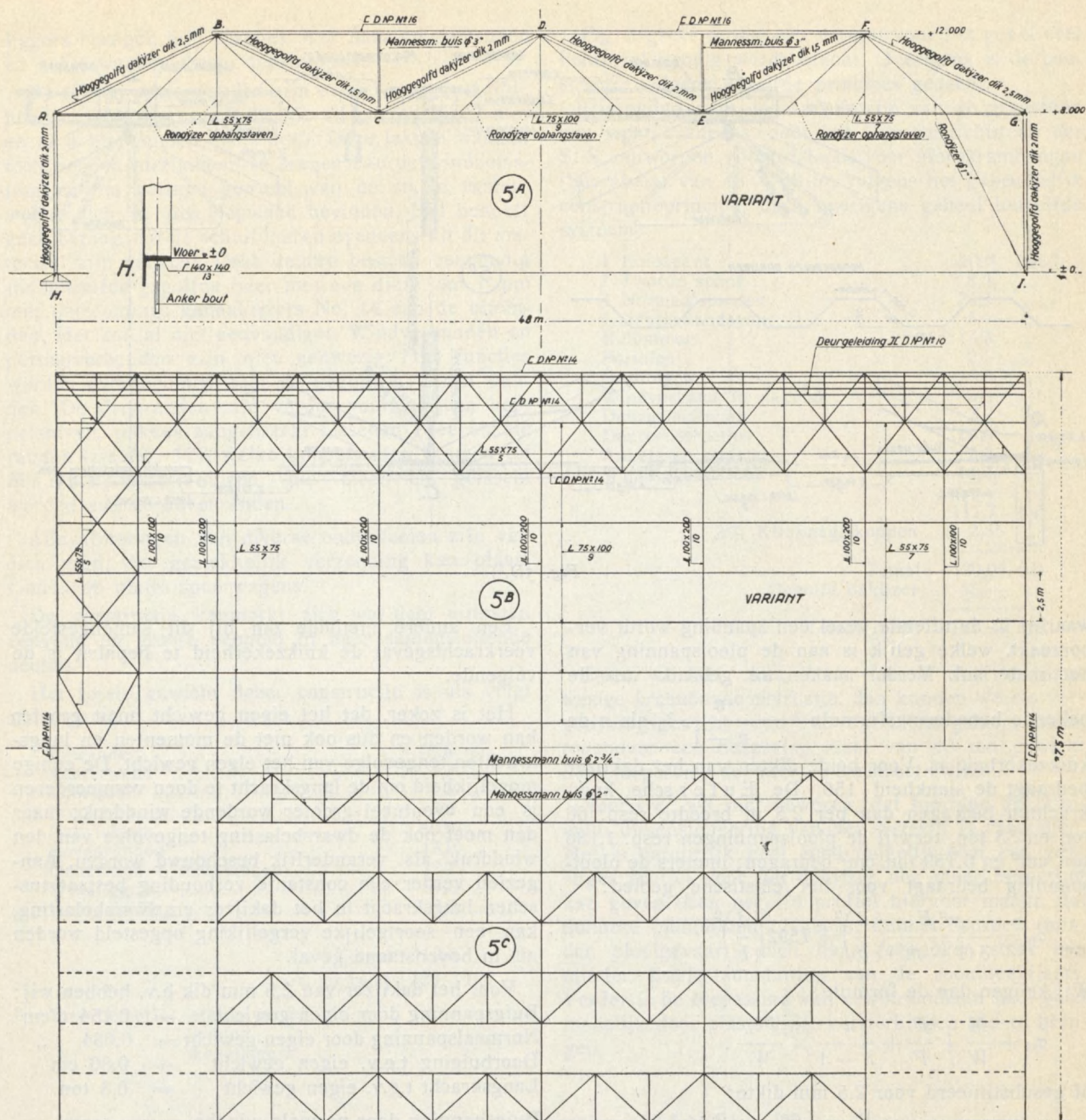


Fig. 5A t/m C.

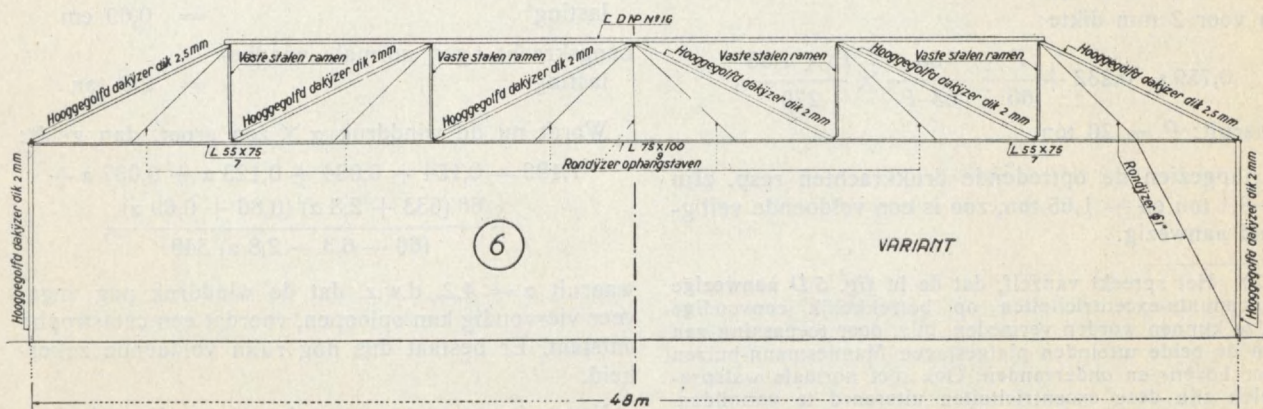
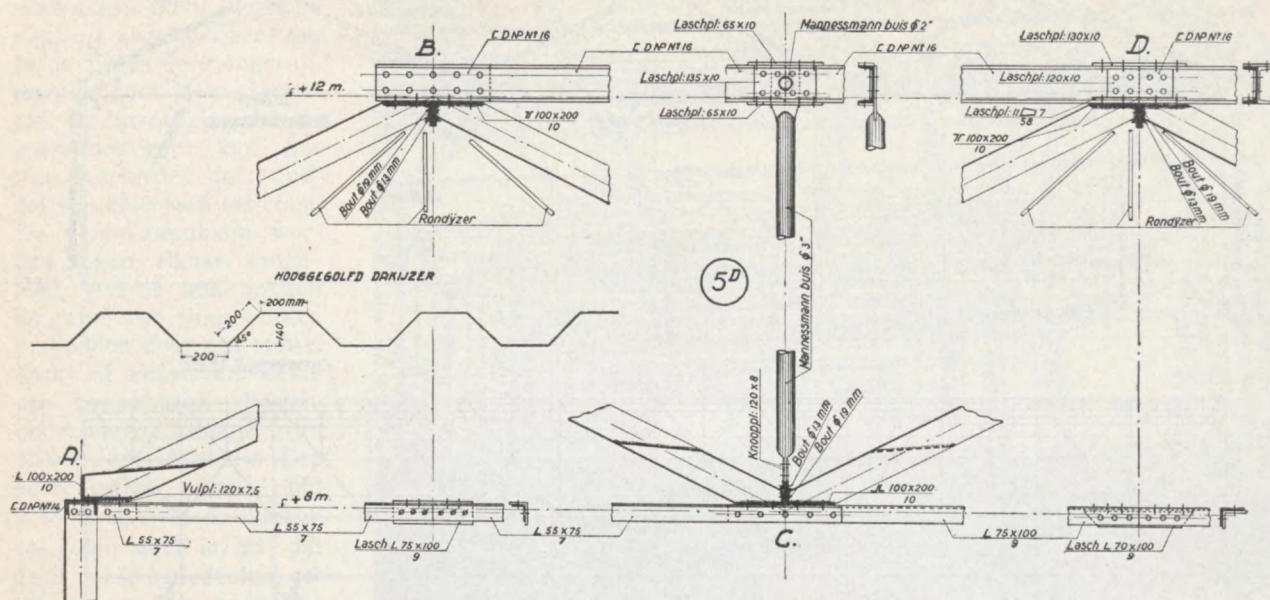


Fig. 6.

Fig. 5D.²⁾

waarbij in de uiterste vezel een spanning wordt veroorzaakt, welke gelijk is aan de plooispanning van het materiaal. Verder maken we gebruik van de

bekende benaderingsformule $\delta = \frac{n}{n-1} \cdot \delta_0$ als n de

knikzekerheid is. Voor beide dikten van het dakijzer bedraagt de slankheid 156. De Eulersche knikkrachten bedragen dan per 2,5 m breedte resp. 66 ton en 53 ton, terwijl de plooispanningen resp. 1,186 ton/cm² en 0,759 ton/cm² bedragen; immers de plooispanning bedraagt voor het elastische gebied:

$$\sigma_{pl} = \frac{\pi^2 E}{3(1-m^2)} \left(\frac{d}{b} \right)^2 = 7592 \left(\frac{d}{b} \right)^2.$$

Wij krijgen dan de formule:

$$\sigma_{pl} = \frac{M}{W} + \frac{P}{F} + \frac{n}{n-1} \times \frac{P\delta_0}{W}.$$

of gesubstitueerd voor 2,5 mm dikte:

$$1,186 = 0,277 + \frac{P}{75} + \frac{66}{66-P} \times \frac{P \times 1,55}{349},$$

waaruit: $P = 38$ ton
en voor 2 mm dikte:

$$0,759 = 0,232 + \frac{P}{60} + \frac{53}{53-P} \times \frac{P \times 1,55}{279},$$

waaruit: $P = 20$ ton.

Aangezien de optredende drukkkrachten resp. zijn — 9,1 ton en — 1,65 ton, zoo is een voldoende veiligheid aanwezig.

2) Het spreekt vanzelf, dat de in fig. 5D aanwezige knooppunts-excentriciteiten op betrekkelijk eenvoudige wijze kunnen worden vermeden, bijv. door toepassing van aan de beide uiteinden platgeslagen Mannesmann-buizen voor boven- en onderranden. Ook met normale walsprofielen zijn deze excentriciteiten uiteraard te vermijden. De constructie wordt daardoor iets gecompliceerder in aanmaak.

Een andere methode om bij dit samengestelde veerkrachtsgeval de knikzekerheid te bepalen is de volgende.

Het is zeker, dat het eigen gewicht nooit groter kan worden en dus ook niet de momenten en langskrachten tengevolge van het eigen gewicht. De eenige mogelijkheid om de langskracht te doen vermeerderen is een eventueel groter wordende winddruk; maar dan moet ook de dwarsbelasting tengevolge van den winddruk als veranderlijk beschouwd worden. Aangezien verder een constante verhouding bestaat tussen langskracht in het dakijzer en dwarsbelasting, kan een soortgelijke vergelijking opgesteld worden als in bovenstaand geval.

Voor het dakijzer van 2,5 mm dik b.v. hebben wij:

Buigspanning door eigen gewicht	= 0,154 t/cm ²
Normaalspanning door eigen gewicht	= 0,084 „
Doorbuiging t.g.v. eigen gewicht	= 0,86 cm
Langskracht t.g.v. eigen gewicht	= 6,3 ton

Buigspanning door normale windbelasting	= 0,123 t/cm ²
---	---------------------------

Doorbuiging t.g.v. normale windbelasting	= 0,69 cm
--	-----------

Langskracht t.g.v. normale windbelasting	= 2,8 ton
--	-----------

Wordt nu de winddruk $\alpha \times$ zoo groot, dan geldt:

$$1,186 = 0,154 + 0,084 + 0,123 \alpha + 0,037 \alpha + \frac{66(633 + 2,8 \alpha)(0,86 + 0,69 \alpha)}{(66 - 6,3 - 2,8 \alpha) 349},$$

waaruit $\alpha = 4,2$, d.w.z. dat de winddruk nog ongeveer viervoudig kan oplopen, voordat een catastrofe ontstaat. Er bestaat dus nog ruim voldoende zekerheid.

Voorts is een systeem van langs- en zijwand-windliggers gedacht in het vlak van de onderranden. Deze

liggers brengen hun reacties over naar de zijwanden en achterwanden (resp. deurhuizen).

De zij- en achterwanden zijn eveneens in hetzelfde hooggegolfd ijzer gedacht (de zijwanden dik 2 mm en de achterwanden dik 1 mm). Deze laatste wanden toch hebben niet anders te dragen dan de windbelasting en het geringe gewicht van de stalen ramen, welke zich in den kopwand bevinden. Het behoeft geen betoog, dat de schuifdeuren eveneens uit dit materiaal zijn gedacht. Deze deuren bestaan eenvoudig uit hetzelfde gegolfd ijzer met een dikte van 1 mm met omzoomings kanaal-ijzers No. 14 aan de uiteinden. Het kon al niet eenvoudiger. Windverbanden en portaalverbanden zijn niet aanwezig. Hun functies worden overgenomen door de gegolfd ijzeren wanden. De drukranden zijn verder voorzien van koppelstaven, telkens aangebracht tusschen twee enkele randen (zie fig. 5C), welke koppelstaven bestaan uit Mannesmann-buizen, die electrisch gelascht worden aan de bovenranden.

Alle afmetingen van diverse onderdeelen zijn van dien aard, dat gemakkelijk verzending kan plaats vinden op platte spoorwagens.

De constructie kenmerkt zich wel door uitersten eenvoud en groote eenheid in haar samenstellende deelen.

Het totale gewicht dezer constructie is als volgt samengesteld.

Zijwanden	15,6 ton
Achterwand	5,3 „
Voorwand	1,8 „
Deuren	3,8 „
Dakvlakken	50,9 „
Bovenranden	13,0 „
Onderrand + trekstangen	12,2 „
Windliggers	9,5 „
Deurgeleiding	7,5 „

Totaal 119,6 „
of rond 120 ton

Pro memorie: stalen ramen
wielen
kogellagers.

Fig. 6 geeft verder een variant voor het geval veel lichtinval noodig wordt geacht. Overigens is de constructie volgens dezelfde principes gedacht.

Hieronder volgt een specificatie van de gewichten van een eveneens door het Constructiebureau der S. S. ontworpen vliegtuigloods voor Morokrambangan (Soerabaia) van 48×38 m, volgens het gebruikelijk constructieprincipe, doch overigens geheel hetzelfde systeem:

1 Eindspant	10,6 ton
1 Tweede spant	8,5 „
4 Normaalspanen	24,2 „
1 Achterwandspant	5,— „
Kolommen	14,4 „
Portalen	2,— „
Gordingen	18,6 „
Windverband in dakvlak	3,8 „
Deurgeleidingen	3,2 „
Deurconstructies	10,6 „
Ankers en schieters	2,5 „
Windliggers	14,3 „

2% Klinknagelkoppen 117,7 ton
2,35 „

Totaal 120,05 ton
Gegolfd dakijzer 45,— „

Totaal rond: 165,— ton.

Doen we hier circa 5 ton van af voor de aanwezige kraanbaanconstructie, dan kunnen we als vergelijkingsgewicht rond 160 ton laten gelden, waartegenover een besparing staat van 40 ton gewicht door toepassing der nieuwe constructiewijze.

Schrijver wil niet beweren, dat hiermee de minimum dimensioneerings van het systeem is verkregen. Het is natuurlijk heel goed mogelijk, dat een gunstiger profiel voor het dakijzer nog meer besparing kan geven. Een gegolfd profiel hiervoor maakt, dat dunnere plaatdikten toegepast kunnen worden (minder plooiagevaar), doch daar tegenover staat een minder fraaie aansluiting aan de zoomhoekijzers. Verder is de toepassing van een kraanbaan heel goed mogelijk door plaatselijke versterkingen aan te brengen.

VEREENIGING VAN WATERSTAATSINGENIEURS.

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

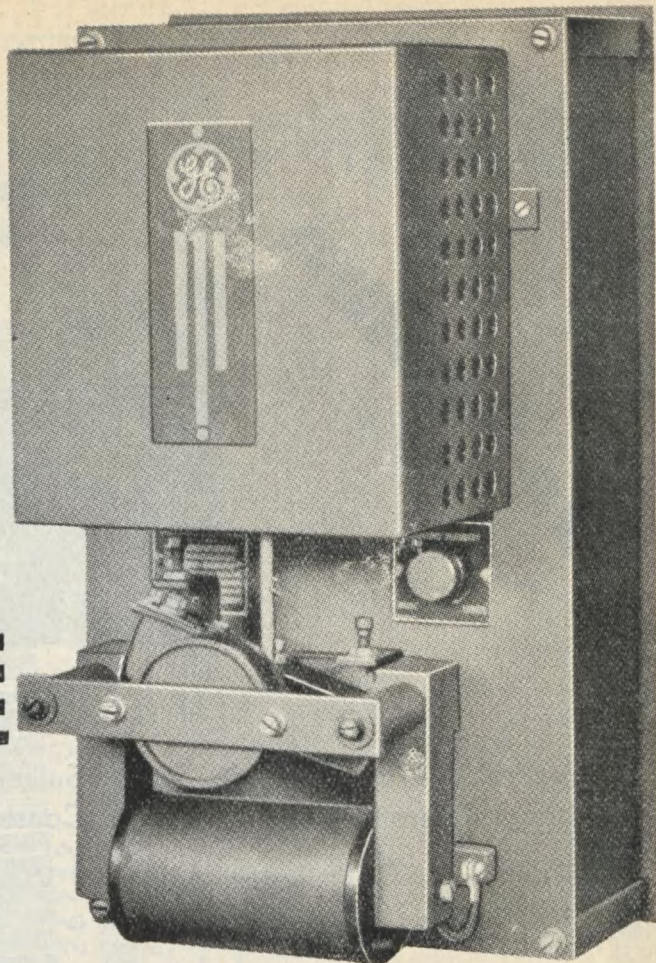
Losse nummers van het tijdschrift <i>De Waterstaats-Ingenieur</i>	f 1,50
Grafieken voor hydraulische berekeningen, door ir. J. M. Steevensz	„ 4,—
Grafieken, behoorende bij het artikel „Een eenvoudige berekeningswijze voor leidingen en waterloopen” voorkomende in No. 9 — 1931	„ 0,50
Overdrukken van de belangrijkste verschenen artikelen, o.m.	
Geologisch overzicht van Java en Madoera, door dr. G. J. N. Hengeveld (1919 — 11)	„ 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 geyoscoop 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,—

Van de onderstaande overdrukken zijn nog enkele exemplaren verkrijgbaar, welke tegen *zeer verminderten prijs* worden opgeruimd.

Ir. C. A. E. van Leeuwen. Het huidige vraagstuk der watervoorziening van Batavia en Mr.-Cornelis (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
Ir. Ch. F. van Haeften. Drukbuizen van gewapend beton (1922 — 7)	„ 0,50
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 raillooze 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
B. Hoff. Ervaringen met tras, roode cement en kalkmortels op Java (1928 — 11)	„ 0,75
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
Richard Baumgartner. Het nieuwe Post- en Telegraafkantoor te Batavia (1930 — 2)	„ 0,25
Prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh. Berekening der spanningen in den wand van vlak belaste buisleidingen met grooten diameter onder overdruk met behulp der benaderingsformules voor samen- gestelde knik (1931 — 7)	„ 1,—
Ir. P. L. E. Happé. Wegbreedte in verband met de tegenwoordige verkeerseischen (1932 — 5) ..	„ 0,25
Ir. A. de Heer. De zware herstelling aan de van der Wijck-leiding (1932 — 5)	„ 0,25

**VOOR EEN
CONSTANTE**

GENERATORS PANNING



Hetzij aan de generatorklemmen, hetzij op het punt van afname met behulp van een bij te leveren compensator voor lijnverliezen. De krachtige en goed gedempte koppelmotor verandert via een eenvoudige overbrenging den weerstand van stellen koolplaten, die voorzien zijn van zilveren contacten.

Leverbaar in deze eenvoudige uitvoering voor:

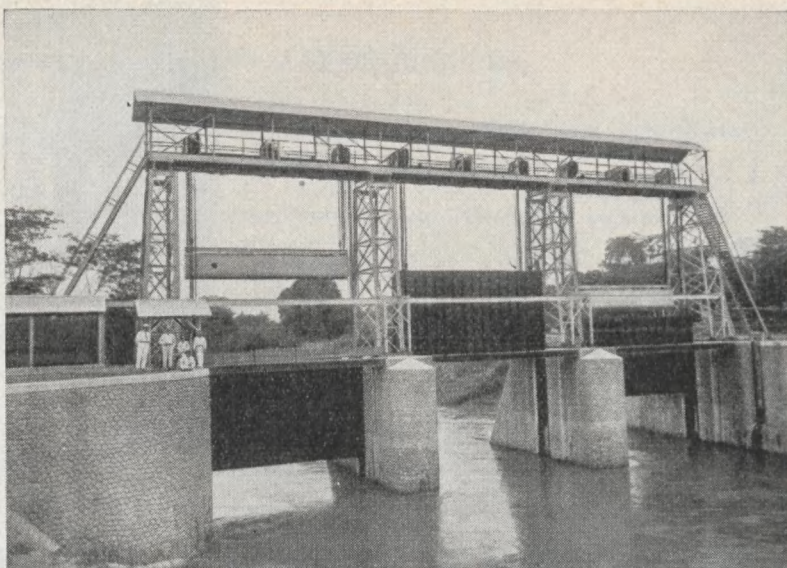
draaistroomgeneratoren tot 15000 kVA
gelijkstroomgeneratoren tot 7500 kW

Mogelijkheid tot parallelschakeling aanwezig voor generatoren van gelijke en van verschillende grootte. Snel en gevoelig, doch tevens beheerscht in zijn optreden, is de type GD regelaar zoowel voor generatoren van 500 Watt als van 5000 Kilowatt een uitkomst.

GENERAL  ELECTRIC

CONSTRUCTIE-
WERKPLAATS

De Bromo
PESOEROEAN



Stuwsluizen in de
Kali Sragi nabij
Gambiro.

Vervaardigt: Machinerieën voor Suikerfabrieken en
andere cultuurondernemingen. Alle Constructie-werken.

Specialiteiten: Centrifuges, Boulogne Vloeistofweegtoe-
stellen, Sluiswerken, Koffiedrogers.

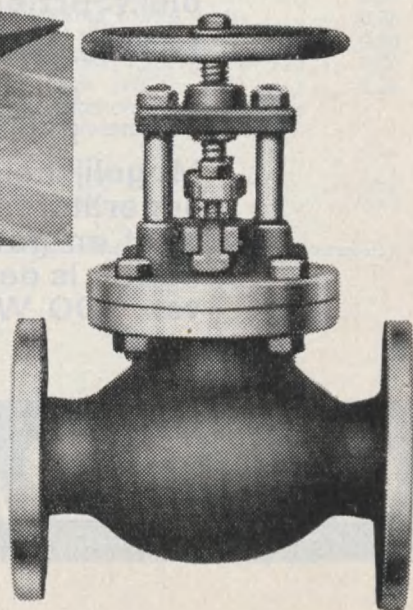
*Afsluiters van
Eltee,
gaan jarenlang
mee!*



HET BESTE MATERIAAL VOOR UW NIEUWE PLANNEN

Wanneer afsluiters door slechte constructie spoedig on dicht worden, dan moet het bedrijf tijdelijk worden stilgelegd en dat kost veel geld. Neemt ze dus van een goede fabriek, waar ze zorgvuldig zijn bewerkt en dus zonder gebreken zijn. De fabriek waar de Eltee-afsluiters worden gemaakt kan bogen op een meer dan 50-jarige ervaring. Eltee-afsluiters gaan dan ook door hun zorgvuldige bewerking jarenlang mee, zonder de minste moeilijkheden te veroorzaken. U kunt deze prima afsluiters kopen bij

L I N D E T E V E S - S T O K V I S



IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR“

INHOUD: Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java (III, 2de vervolg), door Dr. C. H. Oostingh. — The Distribution of the Regional Isostatic Anomalies in the Malayan Archipelago, door Dr. R. W. van Bemmelen. — Radiumhoudend uraniumerts in de Timorcollectie van den Dienst van den Mijnbouw, door Dr. C. E. A. Harloff. — Economische mededeelingen. — Personalía.

Die Mollusken des Pliocäns von Süd-Bantam in Java

von

Dr. C. H. OOSTINGH,

Paläontologe beim „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng, Java.

III (2. Fortsetzung).

Mit Tafeln IV und V.

Fam. Terebridae.

Die vier von Dall⁴³⁾ als Genera anerkannten Gruppen *Terebra*, *Hastula*, *Duplicaria* (später von ihm *Diplomeriza* genannt) und *Spineoterebra* sind alle im Pliocän von Süd-Bantam durch mehrere Species vertreten. Die Gruppe *Spineoterebra* wird von mir nicht bei den Terebriden, sondern weiter unten bei den *Pyrenidae* (= *Columbelliden*) behandelt. Ich schliesse mich hierbei an Thiele⁴⁴⁾ an, der die *Spineoterebra* konchologisch nahestehende Gruppe *Mazatlanina* Dall (= *Euryta* H. & A. Ad.) nach ihrem Gebiss zu den *Columbelliden* rechnet.

Morphologische Terminologie. Für die bei manchen Species vorkommende an die (hintere) Nahtbinde grenzende zweite Binde wird die Bezeichnung „Deuterosuturalbinde“ vorgeschlagen. R. Rutsch⁴⁵⁾ nennt sie „untere Binde“ (im Gegensatz zur hinteren Nahtbinde, die er als „obere Binde“ bezeichnet), jedoch sind die Bezeichnungen unten und oben, weil sie nicht eindeutig sind, bei Gastropoden nicht empfehlenswert. Ferner könnte sich „untere Binde“ ebenso gut auf eine Binde hinter der Vordersutur beziehen. Eine Binde letztgenannter Art, die tatsächlich bei einigen Species auftritt, wird am besten als „vordere Nahtbinde“ unterschieden.

Genus *Diplomeriza* Dall, 1919.

Genotypus: *Terebra duplicata* (L.).

Syn.: *Duplicaria* Dall, 1908 (non Rafinesque, 1833).

Die Aufstellung dieses Genus erfolgte auf Grund anatomischer Merkmale, so dass genau genommen es

sich bei einer fossilen Terebride nicht beurteilen lässt, ob sie zu *Diplomeriza* gehört. In dem Falle von *Terebra angsanana* Mart. fällt die Übereinstimmung mit *Dipl. duplicata* (L.) den Schalenmerkmalen nach so sehr auf, dass die Zugehörigkeit dieser fossilen Species zu *Diplomeriza* kaum zweifelhaft erscheint.

60. *Diplomeriza duplicata* (Linné).

Taf. IV, Fig. 72.

* 1758 *Buccinum duplicatum*. Linné, Syst. Nat. X (34), p. 742.

1860 *Terebra duplicata*. Reeve (68), XII, *Terebra*, Fig. 3a, b.

1885 *Terebra duplicata*, Linn. Tryon, Manual (85), VII, p. 17, Taf. 4, Fig. 49—51.

1928 *Terebra* spec. 10. Martin, Atjeh (50), p. 12, 22.

Die Gesamtform dieser Species wechselt bekanntlich ziemlich stark. Bei den schlankeren Schalen (Reeve, Fig. 3a) ist die Nahtbinde auch auf den älteren Windungen deutlich schmaler als der vordere Abschnitt der Windungen. Solche Gehäuse liegen von Lok. 2, Lok. 9 und Lok. 1110 vor (Fig. 72). Die breiteren Schalen (Tryon, Fig. 50) sind im Profil schwach konvex, die älteren Windungen sind viel niedriger als bei den schlanken Stücken und ihre Nahtbinde ist nur wenig schmaler als der Vorderabschnitt. Dergleiche Stücke wurden in Lok. 6 gefunden.

Martins *Terebra* spec. 10 aus Atjeh bezieht sich auf typische (schlankere) Schalen von *D. duplicata*.

Tjikeusikterrain: Lok. 2, Tjijdjow (1 juv.), Lok. 6, Tjikarakal (2), Lok. 9, Tjikeusik (1, Fig. 72).

Tjimantjeurterrain: Lok. 1110 (1).

43) Bull. Mus. Comp. Zoölogy Harvard College, XLIII, 6, p. 247, 1908.

44) Handbuch (83), p. 303.

45) Gastrop. Punta Gavilan (70), p. 109.

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Tjilanang (Mus. Band.). Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra und Gegend von Bintoehan in Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe).

Rezent (Sand- und Schlammgrund, Tiefe 14 m): Sumatra, Banka, Molukken; Viti-Inseln, China, Singapur, Persischer Golf, Madagaskar, Sansibar.

61. *Diplomeriza angsanana* (K. Martin).

Taf. IV, Fig. 73.

* 1921 *Terebra angsanana* spec. nov. Martin, Njalingdungsch., Foss. v. Java (42), p. 447, Taf. LVIII, Fig. 4, 5, 5a.

Die Stücke aus dem Tjikeusikterrain stimmen mit Martins Beschreibung und Figuren, sowie mit einem von ihm bestimmten Gehäuse von Njalindoeng überein.

Eine Schale vom K. Drenges in Rembang unterscheidet sich allein durch ihre Grösse. Sie ist deshalb offenbar nicht identisch mit der von Martin (51) aus dem Jungpliocän (oder Altquartär?) von Kedoengwaroe (Djetis) aufgeführten „*Terebra angsanana* Mart. mut.“, deren Rippen gröber sind als beim Typus und schief zur Achse verlaufen.

Tjikeusikterrain: Lok. 6, Tjikarakal (3, Fig. 73), Lok. 9, Tjikeusik (1).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Njalindoeng; Pliocän (Java): K. Drenges bei Bareng in Süd-Rembang (Mus. Band.).

Genus *Terebra* Bruguière, 1789.

Genotypus: *Buccinum subulatum* L.

Subgenus *Strioterebrum* Sacco, 1891.

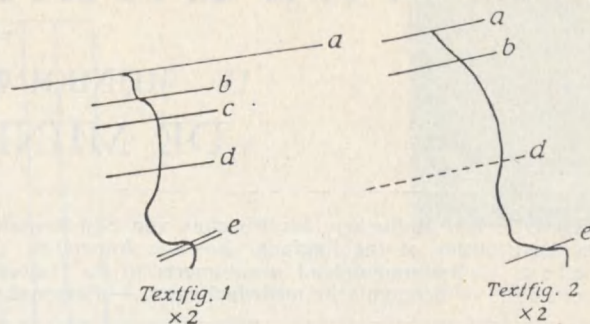
Genotypus: *Terebra basteroti* Nyst.

Syn.: *Myurella* [non Hinds] Cossmann, 1896.

Vgl. Woodring, Miocene Bowden, Jamaica (98), p. 137; Grant & Gale, Pliocene Moll. California (18), p. 466.

Hinsichtlich der Unterscheidung dieses Subgenus von der (übrigens wiederholt unrichtig gedeuteten) Gruppe *Myurella* Hinds besteht noch immer einige Unklarheit. Wie Woodring l.c. betont, ist die Ausbildung der Spindelfalten bei den Species, die sich dem Typus von *Strioterebrum* anschliessen lassen, sehr wechselnd, so dass sie nicht zur Unterscheidung der Gruppe *Strioterebrum* von *Myurella* verwendet werden kann. Hingegen erscheinen dem mir vorliegenden Material nach die beiden Gruppen deutlich verschieden im Verlauf des rechten Mundrandes und der Anwachsstreifen. Letztere verlaufen bei *Strioterebrum* auf der (hinteren) Nahtbinde über eine Strecke $\pm$ axial oder schwach antecurrent und sie biegen sich darauf bereits hinter der Pseudosutur rückwärts um (Textfig. 1). Im ganzen sind sie nicht sehr stark eingebogen. Auf den Mittelwindungen ist ihr Verlauf somit leicht sigmoid mit einer Umknickung in der Pseudosutur. Bei *Myurella* hingegen sind die

Anwachsstreifen über die ganze Höhe der Nahtbinde und überhaupt auf der Hinterhälfte der Windungen



Textfig. 1, 2. Halbschematische Darstellung des Verlaufes der Anwachsstreifen auf der Schlusswindung bei *Terebra* (*Strioterebrum*) *cumingii* Desh. (Fig. 1) und bei *T. (Myurella)* *myuros* Lamk. (Fig. 2).

T. cumingii von Lok. 9, Tjikeusik; *T. myuros* rezent von Süd-Benkoelen. Beide $\times 2$. a Sutura, b Pseudosutura, c Vordergrenze der Deuterosturalbinde, d Nahtlinie, e hintere Leiste der Siphonalfasciole.

antecurrent und regelmässig gebogen, so dass eine Umknickung in der Pseudosutura vollkommen fehlt (Textfig. 2). Die Einbuchtung ist demzufolge breiter und meist auch tiefer als bei *Strioterebrum*.

Schlüssel zu den Species von *Strioterebrum* aus Süd-Bantam.

- A. Knötchen, falls sie vorhanden sind, allein auf dem Hinterabschnitt der Windungen:
 - A I. Hintere Nahtbinde und Deuterosturalbinde beide deutlich ausgeprägt und mit Knötchen versehen, Vorderabschnitt mit vorherrschender Spiralskulptur:
 - A Ia. Hintere Nahtbinde mit 1—2 Spiralfurchen *T. (S.) cumingii*
 - A Ib. Die beiden Binden so gut wie ohne Spiralskulptur:
 - 2—3 Spiralen auf dem Vorderabschnitt *T. (S.) tjikeusikensis*
 - 5—6 Spiralen auf dem Vorderabschnitt *T. (S.) cf. prianganensis*
 - A II. Hintere Nahtbinde deutlich ausgeprägt, Deuterosturalbinde höchstens angedeutet, Vorderabschnitt mit vorherrschender Querskulptur, zudem mit deutlichen Spiralfurchen oder spiralen Grübchenreihen:
 - A IIa. Nahtbinde mit 1—4 Spiralfurchen:
 - A IIa 1. Windungen verhältnismässig niedrig: Gesamtform turmförmig, verhältnismässig schlank *T. (S.) woodwardiana*
 - *T. (S.) malingpingensis*
 - A IIa 2. Windungen verhältnismässig hoch *T. (S.) bomasensis*
 - A IIb. Nahtbinde ohne Spiralfurchen *T. (S.) cf. orthocostulata*.
 - A III. Hintere Nahtbinde nur angedeutet, Pseudosutura schwach entwickelt, Querrippen stark:
 - A IIIa. Schlusswindung kaum breiter als die vorletzte Windung *T. (S.) coxi*
 - A IIIb. Schlusswindung so breit als dem Profil der Spira entspricht: Gesamtform verhältnismässig breit *T. (S.) dejonghi*
 - Gesamtform verhältnismässig schlank *T. (S.) tjimapagensis*
- B. 3—5 Reihen von Knötchen, die vorderste nahe der vorderen Sutura, die hinterste auf der (hinteren) Nahtbinde:

- B I. Vordere Nahtbinde vorhanden, 3 Reihen von Knötchen, die vordere auf der vorderen, die hintere auf der hinteren Nahtbinde
T. (S.) samarangana
- B II. Keine vordere Nahtbinde:
 3 Reihen von Knötchen, die vordere allein auf der Schlusswindung deutlich; im Profil wird die (hintere) Nahtbinde nicht von dem Vorderabschnitt der Windungen überragt.....
T. (S.) kaloedanensis
 4 — 5 Reihen von Knötchen; im Profil wird die Nahtbinde von dem Vorderabschnitt der Windungen überragt.....
T. (Noditerebra) verbeeki

Sectio *Strioterebrum* Sacco.

62. *Terebra (Strioterebrum) cumingii* Deshayes.

Taf. IV, Fig. 74; Textfig. 1.

- 1860 *Terebra Cumingii*. Reeve (68), XII, *Terebra*, Fig. 29.
 1895 *Terebra Cumingii* Desh. Martin, Foss. v. Java (42), p. 9, Taf. I, Fig. 4, 4a (das. weit. Lit.).
 ?[1900 *Terebra (Myurella) Cumingii*, Desh. Cossman n, Karikal (6), I, p. 27 (pars), Taf. II, Fig. 18 (non Fig. 14)].
 1927 *Terebra (Myurella) Cumingii* Desh. P. J. Fischer, Seran u. Obi (17), p. 34, 87, Taf. CCXIV, Fig. 63a, b, 64a, b.
 1928 *Terebra spec. 3* [pars]. Martin, Atjeh (50), p. 11.

Eine etwas abgeriebene Schale von Lok. 9 (Fig. 74) ist ein wenig grösser als die von Fischers Fig. 64, der sie in mancher Hinsicht gleicht. Mit dem bei Martin abgebildeten Gehäuse stimmt das vorliegende in der Gesamtform und in der Form der Windungen überein, allein ist die Skulptur der Nahtbinde verschieden. Während letztere in Martins Figur durch zwei Spiralfurchen in drei gleiche Teile zerlegt wird, verläuft beim Stücke von Lok. 9 in den Zwischenräumen der Querbalkchen eine mediane Spiralfurche, so dass zwei etwa gleich breite Teile abgetrennt werden. Stellenweise ist noch eine Furche angedeutet. Diese zerteilt den hinteren Teil der Nahtbinde in ein breiteres hinteres und ein schmales vorderes Band. Eine ähnliche Ausbildung der Nahtbinde kommt dem Exemplare von Fischers Fig. 64 zu und hierdurch lässt sich die fragliche Schale als *T. cumingii* bestimmen, was auf Grund der Martinschen Figur allein kaum zulässig wäre. Die Deuterosuturalbinde ist nicht zerteilt. Vorderabschnitt der Windungen mit 5 Spiralen, deren erste (hinterste) und vierte schwächer sind als die übrigen. Sie bilden mit den Querleisten ein $\pm$ quadratisches Gitter. Schlusswindung vor der Nahtlinie mit 10 flachen Spiralen verschiedener Stärke. Die vorderste verläuft in der Einschnürung hinter der Siphonalfasciole.

Einige der von Martin als *Terebra spec. 3* unterschiedenen Stücke aus Atjeh stimmen mit meiner Schale überein.

Tjikeusikterrain: Lok. 9, Tjikeusik (I, Fig. 74; Textfig. 1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Sondé, Padasmalang (Mus. Band.). Pliocän (Sumatra): Gegend von Bintoehan in Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Hauptfossilien-Stufe). Pliocän: Ceram, Obi. — Pliocän (Vorderindien): Karikal.

Rezent: China.

63. *Terebra (Strioterebrum) tjikeusikensis* n. sp.

Taf. IV, Fig. 75.

Das als Holotyp gewählte Gehäuse, dem die Spitze und die Schlusswindung fehlen, wird am besten durch Vergleichung mit der verwandten *T. cumingii* Desh. beschrieben.

Gesamtform etwas weniger schlank als bei *cumingii*, die Windungen deutlicher treppenförmig abgesetzt und breiter, mit schmalerem Vorderabschnitt. 13 Windungen sind erhalten. Sie sind etwa doppelt so breit als hoch. Die Nahtbinde nimmt $\frac{2}{5}$, die Deuterosuturalbinde $\frac{1}{5}$ ihrer Höhe ein. Die Knoten auf den Binden sind etwas breiter (weniger bälkchenartig) als bei *cumingii* und nicht ganz so zahlreich (per Windung 19 — 21 gegen $\pm$ 24 bei *cumingii*). Die beiden Binden sind so gut wie ohne Spiralskulptur, allein ist bei den jüngeren Windungen auf der Nahtbinde etwas vor ihrer Mitte eine unterbrochene Spiralfurche zwischen den Knoten angedeutet. Auf dem Vorderabschnitte verlaufen zwei ziemlich niedrige, fast flache Spiralen. Sie grenzen an Furchen, die anfangs sehr viel schmaler, schliesslich jedoch beinahe ebenso breit sind als die Spiralen. Auf den zwei jüngsten Windungen schiebt sich in der Furche zwischen den beiden Spiralen ein sehr feiner sekundärer Spiralfaden ein. Stellenweise wird in der vorderen Sutura eine dritte primäre Spirale sichtbar. Die auf dem Vorderabschnitte auftretenden Querleisten sind im Mittel nur halb so breit als die primären Spiralen, mit denen sie ein annähernd quadratisches Gitter bilden. Die Querleisten ziehen über die Spiralen hinweg ohne Knötchen zu bilden; in den Spiralfurchen sind sie niedriger als die Spiralen. Die Querleisten verlaufen gemäss der Anwachsstreifung oralwärts konkav (bei der vorderen Sutura retrocurrent, hinten antecurrent). Auf den beiden Binden gehen sie in feine Anwachsrunzeln über, die über und zwischen den Knoten verlaufen. Auf der hinteren Hälfte der Deuterosuturalbinde sind diese Runzeln stark antecurrent (stärker als bei *cumingii*), darauf biegen sie sich bei der Pseudosutura um und sind dann auf der Nahtbinde weniger, jedoch noch ziemlich stark antecurrent. Der beschriebene Verlauf der Anwachsstreifung, der kennzeichnend ist für die Gruppe *Strioterebrum*, ist ähnlich wie bei *cumingii*, doch ist er auf den Binden durchweg stärker antecurrent als bei letzterer. Damit hängt zusammen, dass die Knoten der Nahtbinde ein wenig schiefer gestellt sind als bei *cumingii*. Columella wie bei *cumingii* mit vorderer Falte und in der Mitte mit schwacher Anschwellung.

Dimensionen des Holotyps: Höhe (nicht ergänzt) 28 mm, gr. Breite 7 mm, Apikalwinkel 13° .

Die rezente *Terebra amanda* Hinds (Thesaurus (79), I, p. 166, Taf. XLV, Fig. 100) ist der Skulptur nach sehr ähnlich, sie besitzt jedoch viel höhere Windungen.

Tjikeusikterrain: Lok. 6, Tjikarakal (2, dabei der Holotyp, Fig. 75).

64. *Terebra* (*Strioterebrum*) cf. *prianganensis*
n. nom.

Taf. IV, Fig. 76.

Zwei Gehäuse⁴⁶⁾ stehen der Skulptur nach Martins *Terebra bicincta*⁴⁷⁾ sehr nahe. Sie sind kleiner als der Holotyp dieser Art (das grösste ist 20 mm hoch). Der Vorderabschnitt der Windungen trägt bei einem Stücke 6 Spiralen, deren zweite und sechste (vorderste) breiter sind als die übrigen. Das zweite (Fig. 76 abgebildete) Stück besitzt nur 5 Spiralen, davon die zweite und die fünfte breiter. Offenbar ist bei der erstgenannten Schale die 3. Spirale zwischengeschaltet. Martin gibt für seine *bicincta* 6—7 Spiralen an. Zu urteilen nach seiner Figur ist hinter der breiteren (meiner zweiten) Spirale noch eine zwischengeschaltet. Weitere Unterschiede in der Skulptur sind der Figur nicht zu entnehmen, auch der Verlauf der Anwachsstreifung scheint genau übereinzustimmen⁴⁸⁾. Meine Schalen weichen jedoch durch grössere Schlankheit von der bei Martin abgebildeten ab. Ihr Apikalwinkel ist nämlich 8, bzw. 9°, in Martins Figur ist er hingegen am entsprechenden Abschnitte 11° und wird am jüngeren Gehäuseteil noch etwas grösser. Dagegen zeigen meine Gehäuse das bei *Strioterebrum* gewöhnlich vorkommende Profil der Spira, wobei der Apikalwinkel beim Anwachsen kleiner wird. Alles in allem scheinen mir sämtliche Unterschiede nicht über den Rahmen der individuellen Variation hinauszugehen.

Zumindest nahe verwandt mit meinen Schalen ist *Terebra* spec. 4 aus Atjeh, die nach Martin (50) im Vergleich mit seiner *bicincta* „sehr schlank“ ist. Der Apikalwinkel wechselt bei den Schalen aus Atjeh von 5° bis 7½°. Sie tragen auf dem Vorderabschnitt 4—5 und in einem Falle 6 Spiralen. Da meine Stücke den Übergang zwischen den Atjehschen und dem Holotyp von *bicincta* Mart. zu vermitteln scheinen, wird die Selbständigkeit der Form aus Atjeh fraglich.

Da *bicincta* bei *Terebra* präokkupiert ist, schlug Vredenburg den Namen *martini* vor, der unglücklicherweise ebenfalls bereits vergeben war, so dass Martins Species noch immer keinen gültigen Namen hat. Sie wird hier deshalb *prianganensis* genannt nach Priangan, der einheimischen Bezeichnung der Preanger Regentschappen, woher Martins Holotyp stammt.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1110 (1), Lok. 1224, Tjimapag (1, Fig. 76).

46) In Toelichting blad Bajah (26), p. 35 zu Unrecht als „*Terebra jenkinsi* K. Martin“ aufgeführt.

47) 1879 *Terebra bicincta* nov. spec. Martin, Teritiärsch. Java (39), p. 33, Taf. VI, Fig. 13, 13a, b [non *Terebra bicincta* Hinds, 1843].

1921 *Terebra* (*Myurella*) *Martini* n. sp. Vredenburg, Comp. diagnoses Terebridae fr. Burma (89), p. 349 [non *Terebra Martini* Tesch, 1915].

48) Die Anwachsstreifen sind bei meinen Gehäusen in der Pseudosutur (leicht) umgeknickt. Durch diesen Verlauf sind die Schalen als Angehörige der Gruppe *Strioterebrum* gekennzeichnet.

65. *Terebra* (*Strioterebrum*) *samarangana*
K. Martin.

Taf. IV, Fig. 77—79.

* 1884 *Terebra samarangana* nov. spec. Martin, Tiefbohr. (41), p. 75, Taf. V, Fig. 78.

1928 *Terebra samarangana* K. Mart. Martin, Atjeh (50), p. 11, 21, 26.

1932 *Terebra samarangana* Mart. Haanstra & Spiker, Benkoelen u. Palembang (19), p. 1314, 1316.

Zahlreiche Stücke wurden gefunden, die meisten im Tjimantjeurgebiet.

In einigen Fällen ist der älteste Gehäuseteil bewahrt (Fig. 79). Der Protokonch ist konoid und besteht aus einem vorstehenden, etwas seitwärts geneigten Nucleus und etwas mehr als 4 Windungen. Die älteste ist glatt und gewölbt. Die 3 jüngeren Embryonalwindungen besitzen eine vordere Kante, hinter welcher sie nahezu flach sind. Sie tragen kommaförmige Querleistchen, die schliesslich ziemlich stark sind. Die (leicht antecurrenten) Querrippen am Anfang der 1. Mittelwindung unterscheiden sich von den Leisten am Schluss des Protokonches dadurch, dass sie annähernd geradlinig sind und dass an ihren beiden Enden sich Knoten ausbilden. Bereits am Schluss der 1. Mittelwindung verlaufen die Rippen ungefähr parallel mit der Achse. Die Knoten der hinteren Reihe werden hier stärker ausgeprägt als die der vorderen und sie bilden eine Nahtbinde. Bald darauf setzt eine dritte, mediane Knotenreihe ein, die später dicht vor der Nahtbinde verläuft. Eine äusserst feine Spiralstreifung, wie Haanstra & Spiker sie bei ihren Schalen aus Palembang angeben, ist an manchen gut bewahrten Schalen aus Süd-Bantam über die ganze Breite der Windung sichtbar. Auf der Schlusswindung verläuft in der Nahtlinie eine durch die Querrippen unterbrochene Spiralfurche. Etwas weiter vorne brechen an einer durchgehenden Spiralfurche die Knoten der Querrippen plötzlich ab. Davor kommen nur dichtgedrängte Querrunzeln vor, die sich bis auf der Einschnürung hinter der Siphonalfasciole fortsetzen. Die Fasciole wird hinten von einem niedrigen Faden begrenzt. Columella vorne (anstatt einer Falte) mit sehr undeutlicher Anschwellung.

Tjikeusikterrain: Lok. 3, Tjitoendoen (2), Lok. 5, Tjikaloedan (4, Fig. 77, 78), Lok. 7, Tjikeusik (1).

Tjimandiriterrain: Lok. 20, Tjadjengkol (5 juv.).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 766 (2), Lok. 766a (4), Lok. 807 (1), Lok. 822 (1), Lok. 838 (9), Lok. 980 (34), Lok. 1028 (1), Lok. 1042 (1), Lok. 1074 (1), Lok. 1085 (1), Lok. 1097 (4), Lok. 1110 (1), Lok. 1114 (3), Lok. 1129 (8, Fig. 79), Lok. 1180 (1), Lok. 1248 (1), Lok. 1314 (7), Lok. 1635 (1).

Sonst. Vork.: Pliocän (Java): Untergrund von Batavia, Untergrund von Semarang. Jungmiocän (Sumatra): Ajer Abab—Ajer Penoeikal in Palembang; Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Hauptfossilien-Stufe).

66. *Terebra* (*Strioterebrum*) *woodwardiana*
K. Martin.

Taf. IV, Fig. 80, 81.

* 1884 *Terebra Woodwardiana* nov. spec. Martin, Tiefbohr. (41), p. 73, Taf. V, Fig. 76.

1915 *Terebra Woodwardiana* K. Martin. Tesch, Timor (82), I, p. 38 (pars).

Die wenigen Stücke stimmen in der Gesamtform und im Verlauf der Querrippen mit Martins Figur überein. Insoweit letztere ein Urteil zulässt, sind die Rippen bei meinen Schalen schmaler als beim Holotyp. Sie sind ebenso schmal als in der Figur bei Fischer ((17), p. 90, Fig. 68). Die dort abgebildete Schale aus Ceram weicht jedoch durch ihre sehr schmale Nahtbinde auffällig ab. Die Breite der Nahtbinde ist nämlich bei ihr nur 22 — 26% der Höhe einer Windung, dagegen beim Holotyp 27 — 33%, bei meiner Schale von Lok. 1110 28% und bei derjenigen von Lok. 6 36%. Abgesehen von den Gehäusen aus Ceram wechselt die Breite der Nahtbinde somit noch ziemlich stark und auch die Anzahl und die Anordnung der Spiralbänder variieren.

Das Verhältnis der Höhe zur Breite einer Windung ist beim Exemplar von Lok. 6 1 : 1.8, bei dem von Lok. 1110 1 : 1.6, in Martins Figur 1 : 1.9.

Da der Verlauf der Querrippen bei meinen Stücken genau so ist wie beim Holotyp, kann es sich m.E. nicht um die Subspecies *timorensis* Koperberg⁴⁹⁾ handeln, die den Übergang zur rezenten *T. polygyrata* Desh. vermitteln soll. Die Rippen sind nämlich bei letzterer stark geschwungen.

Von Tesch l. c. als *T. woodwardiana* bestimmte Stücke liegen mir von der Fundstelle M. 1 in Timor vor. Eine Schale weicht von meinen Stücken keineswegs ab und kann deswegen nicht zur Subspecies *timorensis* gerechnet werden, dagegen ist die zweite viel schlanker als meine Stücke und als der Holotyp.

Tjikeusikterrain: Lok. 5, Tjikaloedan (3 juv., Fig. 80, 81), Lok. 6, Tjikarakal (1).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1110 (1).

Sonst. Vork.: Miocän (Java): Ngembak. Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra (Mus. Band.), Benkoelen-Kroë (19). Pliocän: Timor.

67. *Terebra (Strioterebrum) malingpingensis* n. sp.

Taf. IV, Fig. 82a, b.

An einem Gehäuse, dem der Protokonch und die Aussenlippe fehlen, sind 16 Windungen erhalten. Gesamtform für die Gruppe ziemlich breit konisch, namentlich am älteren Gehäuseteil, wo der Apikalwinkel 18° beträgt. Nach etwa 8 Windungen wird die Spira schlanker mit einem Apikalwinkel von 12° und die Windungen, anfangs etwa doppelt so breit als hoch, werden etwas weniger breit (Breite $1\frac{3}{4}$ mal die Höhe). Die Windungen werden durch eine deutliche, jedoch nicht vertiefte Sutura geschieden und sind schwach treppenförmig gegeneinander abgesetzt. Von einer breiten, doch nicht sehr tiefen Furche wird eine hintere Nahtbinde abgetrennt, die bei den älteren $\frac{3}{8}$, bei den jüngeren Windungen $\frac{3}{10}$ ihrer Höhe einnimmt. Der Vorderabschnitt der Windungen steht gegenüber der Nahtbinde leicht treppenförmig vor. Die Nahtbinde ist flach, der Vorderabschnitt schwach gewölbt. Die zahlreichen Querrippen sind niedrig und

gerundet, doch heben sie sich gegen ihre etwas breitere, mit Spiralgrübchen verzierte Zwischenräume stark ab. Letztere sind auf den jüngeren Windungen nicht auffallend breiter als auf den mittleren, da die Anzahl der auf einer Windung vorkommenden Rippen allmählich zunimmt (anfangs ± 16 , auf der Schlusswindung 30). Die Rippen verlaufen von der vorderen bis zur hinteren Naht. In der Pseudosutura sind sie zwar viel niedriger, jedoch nicht unterbrochen. Ihr Verlauf entspricht der Anwachsstreifung. Auf dem Vorderabschnitte sind die Rippen schwach oralwärts konkav gebogen, so dass sie nahe der vorderen Naht leicht retrocurrent und vor der Pseudosutura leicht antecurrent sind. In der Pseudosutura sind sie stark antecurrent, biegen sich dann an der Vordergrenze der Nahtbinde um und verlaufen auf der Binde ungefähr der Achse parallel. Die Spiralskulptur ist auf die Zwischenräume der Rippen beschränkt, so dass anstatt durchlaufender Spiralfurchen lediglich Reihen von Spiralgrübchen vorkommen. Die ältesten Windungen lassen allein die Pseudosutura erkennen. Später setzen sich Spiralgrübchen ein, zuerst allein auf dem Vorderabschnitt. Die hinterste (unterbrochene) Furche bildet die Grenze eines schmalen Bandes, das die Pseudosutura vorne begleitet und leicht vorsteht. Wo die Querrippen dieses Band schneiden sind rundliche Knötchen angedeutet. Eine zweite Furche verläuft weiter vorne auf der hinteren Hälfte des Vorderabschnittes und auf dessen vorderen Hälfte verlaufen noch drei solcher Furchen (Reihen von Grübchen). Durch die Furchen werden flache Spiralbänder abgetrennt. Eine feinere Furche schaltet sich zwischen der 1. und der 2. ein, so dass hier zwei sehr schmale Bänder gebildet werden. Da der Abstand zwischen der 2. und der 3. Furche auffallend gross ist, ist das Band zwischen diesen Furchen breiter als diejenigen zwischen der 3. und 4. und zwischen der 4. und 5. Furche. Die vordere Sutura, die ursprünglich dicht an der 5. Furche verläuft, steigt allmählich etwas herab, wodurch schliesslich in der Sutura eine 6. Furche sichtbar wird. Das Band zwischen der 5. und 6. Furche ist ebenso breit als dasjenige zwischen der 2. und 3. In der Pseudosutura eine sehr feine Spiralsstreifung (Lupe). Die anfangs ungeteilte Nahtbinde trägt auf den 8 jüngeren Windungen eine mediane Grübchenreihe, so dass zwei Bänder gebildet werden. Das hintere, auf dem die Querrippen sehr schwache Knötchen bilden, wird gegen die schmale hintere Abstufung von einer weiteren Grübchenreihe begrenzt. Schlusswindung verhältnismässig niedrig. Die Querrippen setzen sich auf ihr bis an die vordere Einschnürung fort. Auf letzterer, die sehr breit ist, gehen sie in schwache Runzeln über. Spiralfurchen kommen auch vor der Nahtlinie bis an die Einschnürung vor. Durch das Verwischen der Querrippen sind einige breitere vordere Spiralen nicht unterbrochen. Columella allein mit vorderer Falte. Siphonalfasciole hinten von einer niedrigen Leiste begrenzt.

Dimensionen des Holotyps (des einzig vorliegenden Stückes): Höhe (nicht ergänzt) 45 mm, gr. Breite 9 mm.

Nahe verwandt mit zahlreichen rezenten und fossilen Species aus der Gruppe der *Terebra cancellata* Q. & G. (die rezenten von Tryon meist mit letzterer

49) Koperberg, Timor (27), p. 41; Pliocän von Timor.

zusammengehäuft). Keine mir bekannte Art ist jedoch mit der beschriebenen identisch, da entweder die Gesamtform und die Form der Windungen, oder die Skulptur abweichen. Am nächsten verwandt ist vielleicht die rezente *T. bruguieri* Desh.⁵⁰⁾, die jedoch auffallend breiter ist.

Tjikeusikterrain: Lok. 5, Tjikaloedan (1, der Holotyp, Fig. 82a, b).

68. *Terebra* (*Strioterebrum*) *bomasensis* K. Martin.

Taf. IV, Fig. 83 — 86.

* 1916 *Terebra* (*Myurella*) *bomasensis* spec. nov. Martin, West-Progoeb. (46), p. 226, Taf. I, Fig. 6, 6a.

1928 *Terebra bomasensis* K. Mart. Martin, Atjeh (50), p. 11, 26.

1936 *Terebra* (*Myurella*) *bomasensis* Mart. Pannekoeck, Rembang (64), p. 15.

Die Art wurde ursprünglich nach einem einzigen Exemplare aus den West-Progoschichten beschrieben. Später rechnete Martin dazu auch manche Stücke aus dem Pliocän von Atjeh. Letztere variieren in der Gesamtform, die mehr oder weniger schlank ist, in den mehr oder weniger deutlichen Absätzen der Windungen und einigermaßen im Verlauf der Querrippen, die manchmal leicht gebogen sind, ferner in der Breite der Pseudosutur und in der Anzahl und Dichte der Spiralfurchen. Namentlich die Unterschiede in der Gesamtform fallen sehr auf und diese geben den Eindruck, als ob unter Martins *bomasensis* aus Atjeh zwei Species vorkämen: eine mit breiterer, annähernd konischer Spira, breiteren Windungen und sehr schwachen Absätzen an der Suture (Fig. 84) und eine schlankere, mehr spindelförmige, mit höheren Windungen und deutlichen Absätzen (Fig. 83). Bei einem der breiteren Stücke ist der Apikalwinkel am jüngeren Gehäuseteil etwa 17° , bei einem schlankeren $\pm 10^\circ$. Letzteres ähnelt dem Holotyp von *bomasensis* in der Gesamtform, hat aber breitere Absätze und etwas stärker gebogene Querrippen. Die Anzahl der Spiralfurchen wechselt unabhängig von der Gesamtform; bei den Schalen aus Atjeh verlaufen auf der Nahtbinde 1 — 3 Furchen, auf dem Vorderabschnitte 5 — 7.

Das reichere Material aus Süd-Bantam zeigt deutlich, dass in der oben angegebenen Weise sicher nicht zwei Species und nicht einmal zwei Formen unterschieden werden können. Es kommen nämlich alle Zwischenstufen von der breiteren bis zur schlankeren Form vor und die mehr oder weniger ausgesprochene Spindelform und die Breite der Absätze korrelieren nicht mit der Schlankheit der Gehäuse, ebensowenig wie die Anzahl der Spiralfurchen (Fig. 85, 86). Hinsichtlich der Anzahl dieser Furchen variieren die Schalen aus Bantam mehr als diejenigen aus Atjeh. Auf der Nahtbinde tragen sie 1 — 4 Spiralfurchen, auf dem Vorderabschnitte 5 — 13.

In einigen Fällen ist der Protokonch (grösstenteils) überliefert. Er ist konoid und besteht aus etwa drei glatten Windungen. An dem grössten vorliegenden Gehäuse, das $37\frac{1}{2}$ mm hoch und ± 5 mm breit ist, sind 18 Windungen erhalten. Bei solchen grossen

Schalen sind die Querrippen auf den jüngsten Windungen mehr gebogen als gewöhnlich. Schlusswindung mit ziemlich breiter Einschnürung hinter der Siphonalfasciole. Innenlippe der Mündung scharf begrenzt. Die in keinem Falle ganz unversehrt erhaltene Aussenlippe ist bei einem mittelgrossen Gehäuse in der Seitenansicht fast vertikal, mit nur sehr schwacher breiter Einbuchtung, die dem Verlauf der Querrippen entspricht.

Nahe verwandt ist *Terebra hirasei* Vredenburg⁵¹⁾ aus der miocänen Kama-Etage von Burma. Sie scheint sich von *T. bomasensis* durch ihre schmalere Nahtbinde zu unterscheiden. *T. woodwardiana* Mart. ist der *bomasensis* ähnlich, sie ist jedoch davon leicht zu unterscheiden durch ihre bereits auf den älteren Windungen scharf ausgeprägte Pseudosutur und durch die viel niedrigeren Windungen.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 135 (1), Lok. 727 (1), Lok. 763 (1), Lok. 807 (10, Fig. 86), Lok. 817 (3), Lok. 822 (4), Lok. 980 (17), Lok. 1007 (1), Lok. 1027 (1), Lok. 1028 (2, Fig. 85), Lok. 1097 (21), Lok. 1110 (7), Lok. 1114 (1), Lok. 1180 (2), Lok. 1224 (2).

Sonst. Vork.: Altmioçän (Java): West-Progoebirge, Lodan in Rembang. Pliocän (Sumatra): westl. Halbinsel von Süd-Sumatra und Gegend von Bintoehan in Benkoelen (Mus. Band.), Nord-Atjeh (Rotalia-Stufe, Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe).

69. *Terebra* (*Strioterebrum*) cf. *orthocostulata* Nomura.

Taf. IV, Fig. 87.

Ein 35 mm hohes Gehäuse, dem der Protokonch und ein Teil der Schlusswindung fehlen, ist der *T. bomasensis* Mart. sehr ähnlich. Ich gebe deshalb hauptsächlich nur die Unterschiede an.

Gehäuse turmförmig mit einem Apikalwinkel von 9° , sein ältester Teil stumpfer (Apikalwinkel $\pm 20^\circ$). 17 Windungen sind erhalten. Sie sind deutlicher stufenförmig abgesetzt als bei *bomasensis*. Die älteren Windungen mehr als doppelt so breit als hoch, die jüngeren weniger als anderthalb mal. Nahtbinde schmaler als bei *bomasensis*; sie nimmt anfangs $\frac{3}{8}$ der Höhe einer Windung ein, später $\frac{2}{7}$ und wird somit mit wachsender Spira verhältnismässig schmaler. Querrippen etwa ebenso zahlreich als bei *bomasensis* (auf den ältesten Windungen etwa 12, auf der Schlusswindung 18), jedoch viel breiter. Die Zwischenräume ebenso breit als die Rippen. Letztere sind auf der vorderen Windungshälfte sehr niedrig, vor der Pseudosutur und auf der Nahtbinde ein wenig höher. Obwohl die Rippen nicht unterbrochen sind, werden sie durch die Pseudosutur doch mehr beeinflusst als bei *bomasensis*, wo die Rippen überhaupt nicht eingeschnitten sind. Bei der vorliegenden Schale hingegen sind sie, namentlich auf den jüngeren Windungen, von der Pseudosutur leicht eingekerbt. Die Rippen sind kaum sigmoid geschwungen und verlaufen beinahe der Achse parallel (bei *bomasensis* mehr gebogen). Nahtbinde ohne jede Spiralskulptur. Auf dem Vorderabschnitte zwei Reihen von Spiral-

51) Comp. diagnoses Terebridae fr. Burma (89), p. 353, Taf. 10, Fig. 18.

50) Reeve (68), XII, *Terebra*, Fig. 82; China.

grübchen in den Zwischenräumen der Rippen, nämlich eine mediane und eine zwischen letzterer und der vorderen Sutura. Durch Herabsteigen der Naht wird vom Anfang der drittletzten Windung an vorne eine dritte Grübchenreihe sichtbar. Da die Zwischenräume der Rippen schmaler sind als bei *bomasensis*, sind die Grübchen viel kürzer als bei letzterer. Auf der Schlusswindung verwischen die Rippen in der Nahtlinie; davor einige feine, nicht unterbrochene Spiralfurchen. Innenlippe scharf begrenzt. Der Parietalkallus für die Gruppe stark entwickelt. Columella mit vorderer Falte (Umschlag) und in der Mitte mit einer undeutlichen Anschwellung. Hintere Leiste der Siphonalfasciole niedrig.

Terebra orthocostulata Nomura⁵²⁾ aus dem Pliocän (Byoritischichten) von Formosa steht der vorliegenden Schale mindestens sehr nahe. Leider ist Nomura's Beschreibung zu lückenhaft und sie lässt sich durch die wenig deutlichen Figuren nicht hinreichend ergänzen. So ist nicht zu erkennen, ob bei den Schalen aus Formosa auch Spiralgrübchen auf dem Vorderabschnitte vorkommen. Ihr Fehlen würde übrigens der Vereinigung meiner Schale mit denjenigen aus Formosa noch nicht im Wege stehen. Wichtiger ist, dass die abgebildeten Stücke aus Formosa per Windung weniger Rippen tragen als meine Schale. So lange nicht bekannt ist inwiefern die Art in dieser Beziehung variiert, lässt sich das Gehäuse aus Bantam nur unter Vorbehalt der *T. orthocostulata* anschliessen.

Tjikeusikterrain: Lok. 6, Tjikarakal (1, Fig. 87).

70. *Terebra (Strioterebrum) coxi* n. sp.

Taf. IV, Fig. 88, 89b; Taf. V, Fig. 89a.

Mässig schlankes, glänzendes Gehäuse. Protokonch hoch konoid, aus $4\frac{1}{2}$ kaum gewölbten Windungen bestehend, die bis zum Schluss so gut wie glatt sind (Fig. 89b). Ein starker, antecurrenter Varix bildet die Grenze gegen die postembryonalen Windungen. Letztere (insgesamt $8\frac{3}{4}$) sind durch eine einfache Naht geschieden. Mittelwindungen schwach gewölbt. Jede Mittelwindung trägt 8 Querrippen. Diese sind scharfgeschnitten, hoch und schmal; ihre Zwischenräume etwa 3 mal so breit als sie selbst. Die Rippen verlaufen geradlinig und ungefähr der Achse parallel von der hinteren bis zur vorderen Sutura. Sie bilden durchlaufende Reihen. Die Nahtbinde, die ein Drittel der Höhe einer Windung einnimmt, ist undeutlich. Die Pseudosutura, eine schmale und nicht sehr tiefe Furche, ist nämlich auf die Zwischenräume der Rippen beschränkt. Stellenweise ist dicht vor der Pseudosutura eine zweite Furche angedeutet. Auf dem jüngeren Gehäuseteil verlaufen ferner sehr feine Spiralfurchen (Lupe). Nahe der vorderen Sutura sind sie weniger undeutlich als weiter hinten. Anwachsstreifen sehr fein, nicht den Rippen parallel, sondern vor der Pseudosutura zurückgebogen. Schlusswindung niedrig und kaum breiter als die vorletzte Windung, vor der Nahtlinie allmählich verschmälert in den kurzen und mässig breiten Kanalabschnitt. Die Querrippen schwächen vor der Nahtlinie sehr ab. Die

Stirn trägt allein Anwachsstreifen und dichtgedrängte mikroskopische Spiralfurchen. Auf dem jüngsten Drittel der Schlusswindung stehen die Rippen unregelmässig und dichter beisammen und werden sie runzelartig. Die flachen Runzelrippen am Schluss setzen sich bis an die Siphonalfasciole fort. Ausenlippe unvollständig erhalten. Die Anwachsrünzeln zeigen, dass sie vorne sehr schwach ausgebogen war. Innenlippe sehr schwach. Columella $\pm$ vertikal. Sie trägt eine schwache vordere Falte (Umschlag); eine hintere Anschwellung fehlt. Dorsaler Kanalausschnitt rundlich, ziemlich breit. Siphonalfasciole rinnenförmig, mit schwacher, aber scharfgeschnittener hinterer Leiste. Einschnürung hinter der Fasciole schmal und schwach entwickelt.

Dimensionen des Holotyps: Höhe 11 mm, gr. Breite 3 mm.

Beschreibung nach dem Holotyp von Lok. 1248, Tjiletoeh (Fig. 88), für die Merkmale des Protokonches ergänzt durch ein Exemplar von Lok. 1007 (Fig. 89a, b).

Die Querrippen verlaufen beim Holotyp nicht durchweg in einer Richtung, so dass die von ihnen gebildeten Reihen mitunter geknickt sind und bisweilen auch nicht über sämtliche Windungen durchlaufen. Beim Exemplar von Lok. 1007 hingegen bilden die Rippen straff durchlaufende Reihen.

Zu dieser Art rechne ich ferner eine abweichende Schale von Lok. 838, die schlanker ist als der Holotyp und per Windung 10 — 11 Rippen trägt. Ihr Protokonch ist genau so wie beim Exemplar von Lok. 1007.

Tjimatjeuriterrain: Lok. 838 (1), Lok. 1007 (1, Fig. 89 a, b), Lok. 1082 (1), Lok. 1248 (1, der Holotyp, Fig. 88).

71. *Terebra (Strioterebrum) dejonghi* n. sp.

Taf. V, Fig. 90.

Steht der *Terebra (Strioterebrum) coxi* n. sp. sehr nahe, so dass hauptsächlich nur die Unterschiede erwähnt werden.

Kleines, glänzendes, turmförmiges, annähernd konisches Gehäuse. Protokonch sehr abweichend von dem bei *T. coxi*. Er ist viel niedriger konoid als bei letzterer und besteht aus einem verhältnismässig grossen Nucleus und $2\frac{1}{2}$ kaum gewölbten Windungen, die i. a. glatt sind. Allein der jüngste Abschnitt trägt kommaförmige Querleistchen. Von letzteren unterscheiden sich die Querrippen am Anfang der ersten Mittelwindung allein durch ihre geringere Krümmung. Da ein Varix am Schluss der Embryonalwindungen fehlt, ist somit die Grenze des Protokonches unscharf. Die (insgesamt 6) postembryonalen Windungen sind schwach stufenförmig abgesetzt. Sie nehmen viel langsamer in der Höhe zu als bei *T. coxi*, so dass das Gehäuse eine Windung mehr besitzt als der entsprechende Schalenteil bei *coxi*. Jede postembryonale Windung trägt 10 Querrippen. Diese sind ebenso hoch und scharfgeschnitten als bei *T. coxi*. Sie verlaufen parallel mit der Achse und bilden straff durchlaufende Reihen. Pseudosutura wie bei *coxi*. Einige angedeutete Spiralfurchen sind allein bei schiefer Beleuchtung sichtbar. Schlusswindung verhältnismässig viel breiter als bei *coxi*. Einschnürung hinter der Siphonal-

52) Nomura, Tert. and quart. Moll. Taiwan (54), II, p. 101, Taf. VI, Fig. 20a, b, 21a, b.

fasciole etwas deutlicher ausgebildet als bei *coxi*.

Dimensionen des Holotyps (des einzig vorliegenden Exemplares): Höhe 4.6 mm, gr. Breite ± 1.8 mm.

Möglich ist das Gehäuse nicht erwachsen und sind darauf die annähernd konische Gesamtform und die dem Profil der Spira entsprechende Breite der Schlusswindung zurückzuführen, sowie auch die plötzliche Verschmälerung und die starke vordere Wölbung der letzteren.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1110, Tjiseël-besar (1, der Holotyp, Fig. 90).

72. *Terebra (Strioterebrum) tjimapagensis* n. sp.
Taf. V, Fig. 91.

Der *Terebra (Strioter.) coxi* n. sp. sehr nahe stehend, so dass hauptsächlich nur die Unterschiede erwähnt werden.

Das kleine, glänzende, turmförmige Gehäuse ist schlanker als *T. coxi*. Protokonch ebenso hoch konoid wie bei *T. coxi*, jedoch mit grösserem (niedrigem) Nucleus. $3\frac{1}{2}$ Embryonalwindungen, die kaum gewölbt sind; die jüngste verhältnismässig hoch (höher als bei *coxi*), am Schluss einige schwache kommaförmige Querrunzeln tragend, jedoch keinen Varix. Die erste Querrippe der Mittelwindungen unterscheidet sich deutlich von den Querrunzeln des Protokonches durch grössere Stärke und geraden Verlauf. Die postembryonalen Windungen (insgesamt 7) sind allein nahe der hinteren Suture gewölbt und dort schwach treppenförmig abgesetzt. Die erste Mittelwindung ist höher als bei *T. coxi*. Die Windungen nehmen jedoch nur langsam in der Höhe zu, so dass sie bald niedriger sind als die entsprechenden bei *coxi*. Jede postembryonale Windung trägt 8 Querrippen. Diese sind etwas weniger hoch als bei *T. coxi*. Sie bilden keine durchlaufenden Reihen, vielmehr stehen die Rippen auf benachbarten Windungen ungefähr abwechselnd. Pseudosuture wie bei *coxi*. Die Breite der Schlusswindung entspricht dem Profil der Spira, so dass sie verhältnismässig viel breiter ist als bei *T. coxi*. Rechter Mundrand nicht erhalten; der Verlauf der Anwachsstreifen zeigt, dass die Aussenlippe vorne ziemlich stark vorgebogen war (stärker als bei *T. coxi* und bei *T. dejonghi*). Einschnürung hinter der Siphonalfasciole deutlich (viel breiter als bei *coxi* und etwas breiter als bei *dejonghi*).

Dimensionen des Holotyps (des einzig vorliegenden Exemplares): Höhe 5.2 mm, gr. Breite 1.6 mm.

Von *Terebra (Strioter.) dejonghi* n. sp. allein schon durch die abweichende Gesamtform gut verschieden. Weitere Unterschiede ergeben sich aus der Beschreibung.

Tjimantjeuriterrain: Lok. 1224, Tjimapag (1, der Holotyp, Fig. 91).

73. *Terebra (Strioterebrum) kaloedanensis* n. sp.
Taf. V, Fig. 92.

Von dem schlanken Gehäuse sind nur $3\frac{1}{2}$ (jüngere) Windungen erhalten. Die Höhe einer Windung ver-

hält sich zu der Breite wie 7:11. Die von einer Furche begrenzte Nahtbinde nimmt $\frac{2}{7}$ der Höhe der Windungen ein. Sowohl die Nahtbinde als der Vorderabschnitt der Windungen sind schwach gewölbt. Von letzterem wird durch eine schmale mediane Depression noch eine Art Deuterosuturalbinde abgetrennt, die ebenso breit ist als die Nahtbinde. Vor der Depression verläuft eine schwache Kante, in der auf der vorletzten Windung sich eine flache Spirale entwickelt. Über die ganze Höhe der Windung verteilt verlaufen äusserst feine, dichtgedrängte Spiralfurchen (Lupe), die allein bei der genannten Kante etwas deutlicher ausgeprägt sind. Querskulptur bestehend aus der Anwachsstreifung parallelen, feinen und scharfbegrenzten Rippen, deren Zwischenräume ± 4 mal so breit sind als sie selbst. Die Rippen verlaufen von der vorderen Suture bis dicht vor der Pseudosuture der Achse parallel, nach einer Umknickung sind sie bei der Pseudosuture mässig stark antecurrent, dann auf der Nahtbinde wieder annähernd der Achse parallel. In der Pseudosuture sind die Rippen zwar sehr niedrig und schmal, jedoch nicht unterbrochen. Auch in der medianen Depression sind sie niedrig und schmal, dahinter auf der angedeuteten Deuterosuturalbinde mehr oder weniger als längliche Knötchen entwickelt, während sie auf der Nahtbinde ausgesprochene Knötchen bilden. Jede Mittelwindung trägt 12 Querrippen, die Schlusswindung 13. Die Anwachsstreifen sind z. T. runzelig. Die stärkeren Runzeln überqueren die Pseudosuture, wodurch diese punktiert erscheint. Schlusswindung ziemlich niedrig, hinter der Nahtlinie mit der Skulptur der Mittelwindungen, allein sind die Querrunzeln etwas kräftiger ausgeprägt und verlaufen vor der Spirale des Vorderabschnittes noch zwei schwache Spiralen, die vordere etwa in der Nahtlinie. Die Querrippen setzen sich vor der Nahtlinie als schwache Runzeln fort. Im übrigen findet sich hier allein eine feine Spiralstreifung. Die Aussenlippe fehlt. Innenlippe mit schwachem, aber deutlich begrenztem Belege. Columella allein mit vorderer Falte (Umschlag). Siphonalfasciole hinten von einer niedrigen Leiste begrenzt. Hinter dieser Leiste eine breite Einschnürung.

Dimensionen des Holotyps (des einzig vorliegenden Exemplares): Höhe (nicht ergänzt) 6 mm, gr. Breite 2.4 mm, Apikalkwinkel $\pm 8^\circ$.

Die Art nimmt eine Mittelstellung ein zwischen den Sectionen *Strioterebrum* s. str. und *Noditerebra*.

Tjikeusikterrains: Lok. 4, Tjitoendoen (bei kampong Kaloedan) (1, der Holotyp, Fig. 92).

Section ***Noditerebra*** Cossmann, 1896.

Cossmann, Essais (5), II, p. 51.

74. *Terebra (Noditerebra) verbeeki* n. sp.
Taf. V, Fig. 93 — 96.

Das (nicht sehr hoch) getürmte Gehäuse besteht aus hohen, durch eine scharf ausgeprägte Suture geschiedenen Windungen. Protokonch (Fig. 94) kurz stabförmig, aus einem schief aufgesetzten Nucleus und nicht ganz zwei Windungen bestehend. Letztere

sind stark gewölbt und glatt, ausgenommen am Schluss, wo eine aus einigen kommaförmigen Querleisten bestehende Übergangsskulptur auftritt. Etwa 8 Mittelwindungen. Sie sind etwa anderthalb mal so breit als hoch. Von Anfang an besitzen sie eine hintere Nahtbinde, die $\frac{1}{5}$ ihrer Höhe einnimmt und von einer nicht sehr scharf ausgeprägten Pseudosutur begrenzt wird, und ferner schmale, doch ziemlich hohe Querrippen, die ungefähr der Achse parallel von der hinteren bis zur vorderen Naht verlaufen mit einer Unterbrechung in der Pseudosutur. Dicht vor der Pseudosutur biegen die Rippen nach vorne um, so dass sie auf der Nahtbinde antecurrent sind. Auf den jüngeren Windungen sind die Rippen manchmal in der Pseudosutur nicht völlig unterbrochen, wenn auch stark abgeschwächt. Auf jeder der 5 älteren Mittelwindungen kommen 7 Rippen vor; sie bilden hier durchlaufende Reihen. Auf den jüngeren Windungen sind die Rippen zahlreicher und stehen sie dichter beisammen. Auf der Schlusswindung kommen bis zu 14 Rippen vor. Die älteren Mittelwindungen besitzen zwischen der Pseudosutur und der vorderen Naht einen medianen Kiel und ein dachförmiges Profil. Die Querrippen bilden auf dem Kiel und auf der Nahtbinde Knötchen. Bald bildet sich auf dem Kiel eine stark ausgeprägte Spirale aus und eine etwas schwächere vorne auf der Nahtbinde. Darauf setzt sowohl auf der hinteren als auf der vorderen Abdachung des Vorderabschnittes eine sekundäre Spirale ein. Mit zunehmender Stärke dieser Spiralen nimmt der mediane Kiel an Bedeutung ab und wird das Profil des Vorderabschnittes allmählich (anstatt dachförmig) regelmässig gewölbt. Eine weitere sekundäre Spirale wird noch in der vorderen Sutura sichtbar. Die fünf Spiralen bilden mit den Querrippen ein annähernd quadratisches Gitter mit in den Schnittpunkten hohen rundlichen Körnern. Die Körner der zwei vorderen Spiralen sind weniger stark als die übrigen. Auf dem jüngsten Gehäuse teil sind in den Zwischenräumen des Gitters (u. d. L.) schwach ausgebildete (tertiäre) Spiralfäden sichtbar, etwa drei in einem Interstitium. Ferner verlaufen überall feine Anwachsstreifen parallel zu den Querrippen. Auf der Schlusswindung verwischen die Querrippen in der vorderen Einschnürung. Dicht vor der Nahtlinie verlaufen 1 — 2 sekundäre, schwache Knötchen tragende Spiralen, vor letzteren gelegentlich noch 1 — 2 äusserst schwache. Der sehr breiten vorderen Einschnürung fehlt jede Spiralskulptur. Mündung annähernd rechteckig. Aussenlippe in keinem Falle unversehrt erhalten. Im Profil war sie, wie die Anwachsstreifen zeigen, in ihrem mittleren Teil fast vertikal, hinter der vor der Pseudosutur verlaufenden sekundären Spirale antecurrent und vor der Nahtlinie nicht sehr stark rückwärts gebogen (antecurrent). Im einzelnen ist der Verlauf der Anwachsstreifen im hinteren Abschnitt derart, dass sie vor der Pseudosutur schwach, vorne auf der Nahtbinde stärker und nahe der hinteren Sutura wieder schwach antecurrent sind. Die Anwachsstreifen sind nämlich auf der Nahtbinde mehr oder weniger oralwärts konvex gebogen. Innenlippe sehr schwach entwickelt. Columella allein mit vorderer Falte. Siphonalfasciole hinten von einer scharf geschnittenen, ziemlich hohen Leiste begrenzt.

Dimensionen des Holotyps (nicht ergänzt): Höhe 15 mm, gr. Breite $4\frac{1}{2}$ mm, Apikalwinkel $\pm 18^\circ$. Bei einer kleinen, doch beinahe vollständigen Schale von Lok. 1097 (Fig. 94) ist die Höhe 10.3, die gr. Breite 3.1 mm, das Verhältnis der Höhe zur Breite somit 3.3 : 1. Letzteres trifft ungefähr für sämtliche Schalen zu. Ein grösseres, beinahe vollständiges, jedoch deformiertes Exemplar von Lok. 1180 (Fig. 95) mit einer in halber Höhe umgeknickten Spira ist $15\frac{1}{2}$ mm hoch. Der Apikalwinkel variiert nur ganz unbedeutend.

Beschreibung nach dem Holotyp von Lok. 1110, Tjiseil-besar (Fig. 93), ergänzt durch ein weiteres Stück von derselben Fundstelle (Fig. 96) (für die Charaktere der Mündung) und durch die oben aufgeführten Schalen (für den ältesten Gehäuseteil).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 135 (1), Lok. 1013 (1), Lok. 1074 (1), Lok. 1097 (2, Fig. 94), Lok. 1110 (2, Fig. 96, dabei der Holotyp, Fig. 93), Lok. 1180 (1, Fig. 95), Lok. 1314 (2).

Subgenus *Myurella* Hinds, 1845.

Genotypus: *Terebra commaculata* Pfeiffer (= *myuros* Lamk.).

Schlüssel zu den Species von *Myurella* aus Süd-Bantam.

- A. Im Profil der jüngeren Windungen überragt die Nahtbinde den Vorderabschnitt nicht:
 - A I. Der ganze Vorderabschnitt von breiteren oder schmäleren Spiralen eingenommen:
 - Spiralen des Vorderabschnittes schmäler bis ebenso breit als die sie trennenden Furchen *T. (M.) myuros*
 - Spiralen des Vorderabschnittes viel breiter als die sie trennenden Furchen *T. (M.) karakalensis*
 - A II. Der Vorderabschnitt trägt nur einige weit auseinanderliegende fadenförmige Spiralen *T. (M.) atjehensis*
- B. Im Profil der Windungen wird der Vorderabschnitt von der Nahtbinde überragt ... *T. (M.) funiculata*

75. *Terebra (Myurella) myuros* Lamarck.

Taf. V, Fig. 97, 98; Textfig. 2.

- * 1822 *Terebra myuros*. Lamarck, Animaux sans vertèbres, VII, p. 289.
- 1845 *Terebra commaculata* Pfeiffer. Hinds in Sowerby, Thesaurus (79), I, p. 170, Taf. XLII, Fig. 37.
- 1860 *Terebra myuros*. Reeve (68), XII, *Terebra*, Fig. 31.
- 1883 *Terebra myuros* var. *scabrella* Lam. Martin, Nachtr. z. d. Tertiärsch. (40), p. 217.
- 1913 *Terebra myuros* Lamarck u. var. *scabrella* Lamarck. Schepman, Siboga (72), p. 367 (das. weit. Lit.).

Die Stücke aus Süd-Bantam stimmen in der Skulptur mit rezenten Schalen aus Sumatra vollkommen überein. Sie unterscheiden sich von letzteren durch etwas höhere Windungen und kleineren Apikalwinkel ($6 - 8\frac{1}{2}^\circ$, hingegen bei den mir vorliegenden rezenten Individuen $9 - 10^\circ$). Da die bei Reeve abgebildete Schale, deren Apikalwinkel $\pm 7^\circ$ beträgt, etwa ebenso spitz ist als meine fossilen Stücke, fallen letztere durchaus innerhalb der Variationsbreite der rezenten Art.

Einige der von Martin als *Terebra* spec. 3 aus Atjeh aufgeführten Gehäuse sind mit meinen Stücken identisch.

Tjikeusikterrain: Lok. 5, Tjikaloedan (2, Fig. 97, 98), Lok. 9, Tjikeusik (1).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Tjilanang. Pliocän (Sumatra): Fundstelle 776 (Aloeë Bateë Masdjit), Landschaft Peusangan in Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe).

Rezent (Sandgrund, Tiefe 27 — 141 m): Sumatra, Kleine Soenda-Inseln, Molukken, Neuguinea; Neu-Irland, Singapore, Rotes Meer.

76. *Terebra (Myurella) karakalensis* n. sp.

Taf. V, Fig. 99.

Gesamtform und Form der Windungen wie bei *T. (M.) myuros* Lamk. Mit letzterer stimmt auch der Verlauf der Anwachsstreifung genau überein, die Skulptur ist jedoch sehr verschieden. Protokonch nicht überliefert. 13 Windungen sind bewahrt. Sie sind treppenförmig gegeneinander abgesetzt. Ihre Höhe, die anfangs $\frac{6}{10}$ der Breite beträgt, nimmt allmählich etwas zu; schliesslich ist sie $\frac{7}{10}$ der Breite. Nahtbinde und Deuterosuturalbinde sind ungefähr gleich breit; zusammen nehmen sie etwas weniger als die Hälfte einer Windung ein. Die vorne an die Deuterosuturalbinde grenzende Furche ist untiefer und schmaler als die Pseudosutur. Beide Binden sind mit ziemlich groben, doch i. a. niedrigen Knoten besetzt, die paarweise auftreten (etwa 20 Paare auf einer Windung). Jedes Paar besteht aus einer Knote auf der Nahtbinde und einer auf der Deuterosuturalbinde. Die Paare sind gemäss dem Verlaufe der Anwachsstreifen schräg (antecurrent) gestellt und jeder einzelne Knoten ist ebenfalls schief begrenzt. Die Knoten sind anfangs mässig hoch, wodurch die Binden im Profil sich gegen den Vorderabschnitt deutlich abheben; mit wachsender Spira verflachen die Knoten und im Profil heben die Binden sich an ihrer Vorderseite gar nicht mehr ab. Auf der vorletzten und auf der Schlusswindung nehmen die Knoten allmählich den Charakter von groben Anwachsrunzeln an. Der Vorderabschnitt der Windungen wird von Spiralfurchen in 5 flache bandförmige Spiralen zerteilt. Spiralen 2, 3 und 4 sind von gleicher Breite, die 1. (hinterste) Spirale ist auf den meisten Windungen etwas schmaler und die 5. (vorderste) ist nur halb so breit als die übrigen. Die an die schmäleren Spiralen grenzenden Furchen sind eng, die Furchen zwischen den Spiralen 2 und 3 und zwischen 3 und 4 hingegen deutlich breiter (bis halb so breit als diese Spiralen). Auf den jüngeren Windungen schalten sich in diesen zwei breiteren Furchen sekundäre Spiralen ein, die schliesslich ebenso breit werden als Spirale 5. Sämtliche an die Spiralen grenzenden Furchen sind nun gleich schmal. Hieraus lässt sich schliessen, dass es sich bei den Spiralen 1 und 5 wahrscheinlich um sekundäre, bereits auf den älteren, nicht bewahrten Windungen interkalierte Spiralen handelt. Die auf den beiden Binden bereits etwas früher ausgebildete Anwachsrunzelung ist auf dem Vorderabschnitt allein an den drei jüngsten Windungen deutlich. Schlusswindung nur teilweise erhalten, auf der Stirn mit flachen Spiralen und Anwachsrunzeln. Columella wie bei *Terebra myuros* mit zwei Falten.

Dimensionen des Holotyps: Höhe 51 mm,

gr. Breite 8 mm, Apikalwinkel 8° . Ergänzt mag die Schale etwa 65 mm hoch gewesen sein und aus ungefähr 25 Windungen bestanden haben.

Beschreibung nach dem Holotyp von Lok. 6, Tjikarakal (Fig. 99).

Eine sehr nahe verwandte Art ist mir nicht bekannt.

Tjikeusikterrain: Lok. 6, Tjikarakal (2, dabei der Holotyp, Fig. 99).

77. *Terebra (Myurella) atjehensis* n. sp.

Taf. V, Fig. 100, 101.

1928 *Terebra* spec. 8. Martin, Atjeh (50), p. 11.

Einige Stücke aus Süd-Bantam gehören offenbar derselben, vermutlich neuen Species an wie eine Schale aus Atjeh. Da letztere am besten erhalten ist, wird sie zum Holotyp gewählt.

Gesamtform ähnlich wie bei *T. myuros* Lamk., jedoch etwas weniger schlank (Apikalwinkel 11° , bei den weiteren Stücken bis zu 13°). Die Form der einzelnen Windungen ebenfalls wie bei *myuros*. Wie bei dieser werden sie mit wachsendem Gewinde verhältnismässig höher und verflacht allmählich ihre Skulptur. Auch sind die Windungen wie bei *myuros* schwach stufenförmig abgesetzt. Die Spitze fehlt. 12 Mittelwindungen sind erhalten. Etwa ein Drittel ihrer Höhe wird von einer Nahtbinde eingenommen, die anfangs gewölbt ist und vorragt, bald flach wird und mit dem Vorderabschnitt der Windungen in einer Ebene liegt und schliesslich sehr schwach konkav ist. Pseudosutur auf den älteren Windungen tief und scharf geschnitten, auf den jüngeren untief und wenig auffallend. Dicht vor der Mitte des Vorderabschnittes der Windungen verläuft eine schmale, ziemlich hohe Spirale, die allmählich etwas nach vorne zu rückt. Hinter der Mitte drei fadenförmige Spiralen. Querskulptur anfangs aus dichtgestellten Rippen bestehend, die der (genau so wie bei *myuros* verlaufenden) Anwachsstreifung gemäss sigmoid geschwungen und hinten stark antecurrent sind. Die Querrippen bilden mit den Spiralen des Vorderabschnittes, namentlich mit der medianen, rundliche Knötchen, werden von der Pseudosutur vollkommen unterbrochen und treten wieder auf der Nahtbinde als längliche Knoten auf. Die Knoten der Binde beschränken sich bald auf deren hinteren Teil. Die Querrippen schwächen allmählich ab. Bereits auf der 8. erhaltenen Windung sind sie vollkommen zu dichtgestellten Anwachsrunzeln umgebildet. Die Knoten der Nahtbinde verwischen und zu gleicher Zeit machen sich auf der Binde und in geringerem Maasse auf dem Vorderabschnitt zahlreiche undeutliche Spiralfäden bemerkbar, die aber bald darauf wieder verwischen. Auf der Nahtbinde wird eine mediane Depression angedeutet. Der jüngste Gehäuseteil ist i. a. sehr schwach skulpturiert. Abgesehen von der dichten Anwachsrunzelung findet sich hier eine kaum markierte Pseudosutur und auf dem Vorderabschnitt einige schwache Spiralfäden, von denen bloss der (ursprünglich) mediane und einer weiter hinten einigermaßen auffallen. Die Schlusswindung ist nahe dem Mundrand stärker quergunzelt. Etwas vor der Nahtlinie ist die Schlusswindung plötzlich stark eingeschnürt, wobei eine

schwache Kante entsteht. Die Stirn trägt allein Anwachsrünzeln, die hier kräftiger sind als weiter hinten. Sie reichen bis an die hintere Leiste der Siphonalfasciole. Die Fasciole trägt ebenso starke Rünzeln als auf der Stirn vorkommen. Merkmale der Mündung und der Siphonalfasciole genau so wie bei *T. myuros*, die Columella wie bei letzterer mit zwei Falten.

Dimensionen des Holotyps von Fundstelle 410 (Al. Pineuëng), Landschaft Peusangan, Nord-Atjeh (Fig. 100): Höhe (nicht ergänzt) $93\frac{1}{2}$ mm, gr. Breite $15\frac{1}{2}$ mm.

Die Stücke aus Süd-Bantam weichen von dem oben beschriebenen Holotyp in keinem Falle wesentlich ab. Allein die Anzahl und die Stärke der Spiralen des Vorderabschnittes wechseln. Letzterer trägt mitunter nur zwei Spiralen oder allein die mediane ist deutlich.

Die sehr unvollkommen bekannte *Terebra junghuhni* Mart. aus „Java“⁵³⁾ ist mit *T. atjehensis* sicher nahe verwandt. Sie unterscheidet sich von letzterer durch völlig fehlende Spiralskulptur, was freilich lediglich ein Altersmerkmal sein könnte, da allein der jüngste Gehäuseteil bekannt ist. *T. junghuhni* ist jedoch gegenüber *T. atjehensis* auch gekennzeichnet durch die viel deutlicher ausgeprägte Pseudosutur und den leicht gewölbten Vorderabschnitt der Windungen.

Tjikeusikterrain: Lok. 7, Tjikeusik (1, Fig. 101).

Tjimantjeurterrain: Lok. 1059b (1), Lok. 1110 (4).

Sonst. Vork.: Pliocän (Sumatra): Gegend von Bintoehan in Benkoelen (Mus. Band.), Landschaft Peusangan in Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe).

78. *Terebra (Myurella) funiculata* Hinds.

Taf. V, Fig. 102, 103.

1845 *Terebra funiculata*. Hinds in Sowerby, The-saurus (79), I, p. 168, Taf. XLIII, Fig. 63.

1860 *Terebra funiculata*. Reeve (68), XII, *Terebra*, Fig. 48.

1928 *Terebra* spec. 6. Martin, Atjeh (50), p. 11.

Die Schalen aus Süd-Bantam stimmen in der Skulptur mit der Beschreibung von Hinds und mit den zitierten Figuren überein. Die Nahtbinde wird von einer kräftigen, hinten gefurchten Spirale eingenommen. Davor verläuft eine halb so starke Spirale und eine ähnliche grenzt an die vordere Suture. In dem vertieften Abschnitt zwischen den beiden letztgenannten Spiralen kommen 2 — 3 weitere, schwächere vor, die i.a. von hinten nach vorne an Breite abnehmen. Im einzelnen herrscht noch viel Verschiedenheit. Die Querrünzeln machen sich hauptsächlich auf dem vorderen Abschnitt der Windungen bemerkbar. Der Apikalwinkel wechselt von 8° bis 11° . Die Mündung ist auffallend niedriger als in der Figur von Hinds, während der Unterschied mit Reeves Figur geringer ist. Diese Unterschiede werden veranlasst durch solche in der Form der Windungen. Letztere sind nämlich in der Figur von Hinds etwa 1.4 mal so breit als hoch, bei Reeve ± 1.6 und bei meinen Stücken ± 1.8 mal. Wenn auch diese Unterschiede ziemlich gross sind, so sehe ich darin doch keinen Anlass meine Gehäuse von der rezenten

Species abzutrennen, eben weil Reeves Exemplar genau die Mitte hält zwischen den vorliegenden und dem von Hinds abgebildeten.

Tjikeusikterrain: Lok. 6, Tjikarakal (5, Fig. 102, 103).

Sonst. Vork.: Pliocän (Sumatra): Landschaft Peusangan in Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe).

Rezent: Marquesas (Polynesien), Philippinen, Réunion.

Genus *Hastula* H. & A. Adams, 1853.

Vgl. Woodring, Miocene Bowden, Jamaica (98), II, p. 143.

Sectio *Hastula* H. & A. Adams.

Schlüssel zu den Species von *Hastula* aus Süd-Bantam.

- A. Hinterer Umschlag der Siphonalfasciole breit:
Ältere Mittelwindungen mit 14 — 20 Querrippen.....*H. (H.) strigilata*
Ältere Mittelwindungen mit ± 10 (stärkeren) Querrippen.....*H. (H.) mantjeuriensis*
- B. Hinterer Umschlag der Siphonalfasciole schmal.....*H. (H.) cf. lepida*

79. *Hastula (Hastula) strigilata* (Linné).

Taf. V, Fig. 104.

1895 *Terebra strigilata* Linn. Martin, Foss. v. Java (42), p. 10, Taf. I, Fig. 5.

1928 *Terebra strigilata* Linn. Martin, Atjeh (50), p. 11, 21, 26.

1935 *Terebra (Hastula) strigilata* (Linné) Born. Dautzenberg, Terebridae etc. Ind. or. néerl. (13), p. 34, Taf. I, Fig. 7 — 9 (das. sämtl. Lit. über das rezente Vork. und die Verbreitung).

Ein Gehäuse stimmt mit mir vorliegenden rezenten Schalen überein.

Tjimantjeurterrain: Lok. 807 (1, Fig. 104).

Sonst. Vork.: Jungmiocän (Java): Tjilintoeng — Angsana. Pliocän (Sumatra): Nord-Atjeh (Hauptfossilien-Stufe, Operculina-Stufe).

Rezent (Tiefe 13 m): Indopazifisches Gebiet.

80. *Hastula (Hastula) mantjeuriensis* n. sp.

Taf. V, Fig. 105, 106.

Der rezenten *Hastula strigilata* (L.) ähnlich, doch davon durch die folgenden Merkmale gut verschieden.

Gesamtform ebenso schlank bis auf den älteren Gehäuseteil, der weniger spitz ist. Während bei *H. strigilata* die Windungen mit wachsender Spirale sich kaum ändern, unterscheiden sich bei den vorliegenden Schalen die jüngeren Windungen sowohl in der Form als in der Skulptur auffallend von den älteren. Letztere sind viel mehr verschieden von den entsprechenden Windungen bei *strigilata* als die jüngeren. Die älteren Mittelwindungen sind deutlich gewölbt, die jüngeren und die Schlusswindung sehr schwach konvex, doch hinten konkav, genau so wie bei der rezenten Art. Die ältesten Windungen sind niedriger, die jüngeren und die Schlusswindung hingegen höher als bei *strigilata*. Die älteren Windungen tragen etwa 10 Querrippen (bei *strigilata* doppelt so

53) Foss. v. Java (42), p. 285, Taf. XLII, Fig. 683.

viel, jedoch viel schwächere), die vorletzte 17 und die Schlusswindung 20 (bei *strigilata* ungefähr ebensoviel und ebenso starke). Siphonalfasciole deutlicher rinnenförmig, ihr hinterer Umschlag mehr verdickt. An der Vordergrenze der Fasciole eine ausgesprochene Kante, die bei *strigilata* fehlt.

Dimensionen: Der Holotyp (bis auf den Protokonch und einen Teil des Mundrandes vollständig) ist $21\frac{1}{2}$ mm hoch und $\pm 4\frac{1}{2}$ mm breit. Ein grösseres, sehr unvollständiges Stück ist 6 mm breit.

Beschreibung nach dem Holotyp von Lok. 807, Tjikiroeh (Fig. 105), ergänzt durch das obengenannte grössere Stück von derselben Fundstelle (Fig. 106).

Tjimantjeuriterrain: Lok. 807 (2, Fig. 106, dabei der Holotyp, Fig. 105), Lok. 822 (1 juv.).

81. *Hastula (Hastula) cf. lepida* (Hinds).

Taf. V, Fig. 107.

Ein Gehäuse, dem die Spitze und die rechte Lippe fehlen, hat etwa zwei jüngere Windungen weniger als das von Hinds abgebildete Exemplar seiner *Terebra lepida*⁵⁴), dem es sehr ähnlich ist, namentlich in der Gesamtform und in der Anordnung der Querrippen. Ebenso wie bei *H. lepida* und im Gegensatz zu *H. strigilata* (L.) sind die Rippen durch schmale Zwischenräume geschieden. Die Anzahl der Querrippen ist jedoch offenbar grösser als bei den abgebildeten Exemplaren von *lepida*, nämlich 20 auf der vorletzten Windung. Ich mache deswegen die Bestimmung unter Vorbehalt.

Zwischen den Rippen ist die vorliegende Schale äusserst fein spiralgestreift (Lupe). Die Schlusswindung trägt vor der Nahtlinie undeutliche Spiralen.

Spuren von dunklen Flecken sind stellenweise nahe der hinteren Sutura zwischen den Rippen vorhanden.

Hastula lepida ist aus der rezenten Fauna von Oman bekannt⁵⁵). Die ursprüngliche Angabe des Vorkommens in Guinea ist offenbar falsch.

Tjikeusikterrain: Lok. 3, Tjitoendoen (1, Fig. 107).

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung zu den Tafeln.

TAFEL IV.

- Fig. 66, 67a, b. *Raphitoma punicea* (Hedley) ...p. 45
 Fig. 66. Exemplar von Lok. 2, Tjiidjow. $\times 8$.
 Fig. 67a. Grösstes vorliegendes Exemplar, von Lok. 3, Tjitoendoen. $\times 8$.
 Fig. 67b. Ältester Gehäuseteil dieses Exemplares. Die nach einer Photographie angefertigte Zeichnung zeigt u.a. die (unvollständig erhaltene) Skulptur der 2. Embryonalwindung. $\times 40$.
 Fig. 68. *Raphitoma altenai* n. sp., Holotyp von Lok. 2, Tjiidjow. $\times 8$p. 45

54) 1845 *Terebra lepida* Hinds. Hinds in Sowerby, Thesaurus (79), I, p. 182, Taf. XLV, Fig. 102.

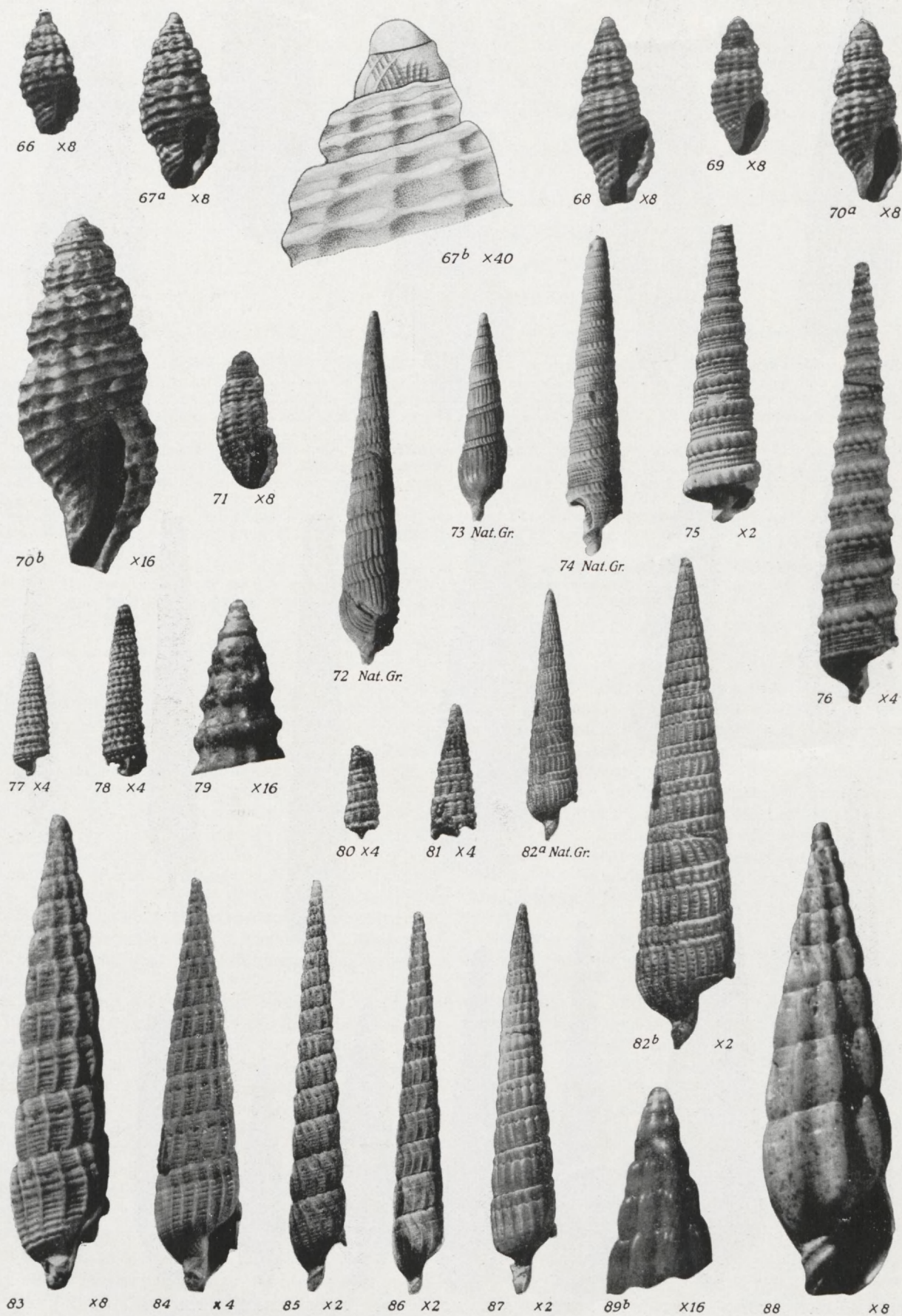
1860 *Terebra lepida*. Reeve (68), XII, *Terebra*, Fig. 96a, b.

55) Melvill & Standen, Moll. Persian Gulf (53), p. 428; Maskate (sandiger Schlammgrund, Tiefe 18 m).

- Fig. 69-71. *Raphitoma caudriae* n. sp.p. 46
 Fig. 69. Holotyp von Lok. 1085, Tjitjoeroeg-Koeda. $\times 8$.
 Fig. 70a, b. Grösstes Exemplar, von Lok. 8, Tjikeusik. Fig. 70a $\times 8$; Fig. 70b $\times 16$.
 Fig. 71. Exemplar, dessen Mittelwindungen auffallend schwach gewölbt sind, von Lok. 2, Tjiidjow. $\times 8$.
 Fig. 72. *Diplomeriza duplicata* (L.), schlankes Exemplar von Lok. 9, Tjikeusik. Nat. Gr.p. 49
 Fig. 73. *Diplomeriza anganana* (Mart.), Exemplar von Lok. 6, Tjikarakal. Nat. Gr.p. 50
 Fig. 74. *Terebra (Strioterebrum) cumingii* Desh., Exemplar von Lok. 9, Tjikeusik. Nat. Gr.p. 51
 Fig. 75. *Terebra (Strioterebrum) tjikeusikensis* n. sp., Holotyp von Lok. 6, Tjikarakal. $\times 2$p. 51
 Fig. 76. *Terebra (Strioterebrum) cf. prianganensis* n. nom., Exemplar von Lok. 1224, Tjimapag. $\times 4$.p. 52
 Fig. 77-79. *Terebra (Strioterebrum) samarangana* Mart.p. 52
 Fig. 77, 78. Exemplare von Lok. 5, Tjikaloedan. $\times 4$.
 Fig. 79. Ältester Gehäuseteil eines Exemplares von Lok. 1129, Tjiseël-besar. Der Protokonch und $2\frac{1}{2}$ Mittelwindungen sind zu sehen. $\times 16$.
 Fig. 80-81. *Terebra (Strioterebrum) woodwardiana* Mart., Jugendexemplare von Lok. 5, Tjikaloedan. $\times 4$p. 52
 Fig. 82a, b. *Terebra (Strioterebrum) malingpingensis* n. sp., Holotyp von Lok. 5, Tjikaloedan. Fig. 82a Nat. Gr.; Fig. 82b $\times 2$p. 53
 Fig. 83-86. *Terebra (Strioterebrum) bomasensis* Mart.p. 54
 Fig. 83. Spindelförmiges, verhältnismässig schlankes Exemplar, von Fundstelle 460, Al. Djiedjeb, Landschaft Peusangan, Nord-Atjeh. $\times 8$.
 Fig. 84. Annähernd konisches, breites Exemplar, von Fundstelle 529, Al. Moeroeng, Landschaft Peudada, Nord-Atjeh. $\times 4$.
 Fig. 85. Schlankes Exemplar, dessen Windungen deutlich treppenförmig abgesetzt sind, von Lok. 1028, Tjikoempaj. $\times 2$.
 Fig. 86. Schlankes Exemplar mit sehr schwachen Absätzen, von Lok. 807, Tjikiroeh. $\times 2$.
 Fig. 87. *Terebra (Strioterebrum) cf. orthocostulata* Nomura, von Lok. 6, Tjikarakal. $\times 2$p. 54
 Fig. 88, 89b. *Terebra (Strioterebrum) coxi* n. sp.p. 55
 Fig. 88. Holotyp von Lok. 1248, Tjiletoeh. $\times 8$.
 Fig. 89b. Ältester Gehäuseteil des Exemplares von Lok. 1007, Tjikoempaj. Der Varix am Schluss des Protokonches ist zu sehen. $\times 16$.

TAFEL V.

- Fig. 89a. *Terebra (Strioterebrum) coxi* n. sp., Exemplar von Lok. 1007, Tjikoempaj. $\times 8$p. 55
 Fig. 90. *Terebra (Strioterebrum) dejonghi* n. sp., Holotyp von Lok. 1110, Tjiseël-besar. Der Anfang der 1. Mittelwindung ist zu sehen. $\times 16$p. 55
 Fig. 91. *Terebra (Strioterebrum) tjimapagensis* n. sp., Holotyp von Lok. 1224, Tjimapag. $\times 16$p. 56
 Fig. 92. *Terebra (Strioterebrum) kaloedanensis* n. sp., Holotyp von Lok. 4, Tjitoendoen. $\times 8$p. 56
 Fig. 93-96. *Terebra (Noditerebra) verbeeki* n. sp.p. 56
 Fig. 93. Holotyp von Lok. 1110, Tjiseël-besar. $\times 4$.
 Fig. 94. Exemplar mit erhaltenem Protokonch, von Lok. 1097, Tjiseël-besar. $\times 8$.
 Fig. 95. Deformiertes Exemplar von Lok. 1180, Tjimantjak-hilir. $\times 4$.
 Fig. 96. Exemplar, an dem die Mündung am besten erhalten ist, von Lok. 1110. $\times 8$.
 Fig. 97, 98. *Terebra (Myurella) myuros* Lamk., Exemplare von Lok. 5, Tjikaloedan. Nat. Gr.p. 57
 Fig. 99. *Terebra (Myurella) karakalensis* n. sp., Holotyp von Lok. 6, Tjikarakal. Nat. Gr.p. 58
 Fig. 100, 101. *Terebra (Myurella) atjehensis* n. sp.p. 58





89a X8



90 X16



91 X16



92 X8



94 X8



93 X4



95 X4



96 X8



97 Nat. Gr.



98 Nat. Gr.



99 Nat. Gr.



100 Nat. Gr.



101 X2



102 X2



103 X2



104 X4



105 X2



106 X2



107 X4

Fig. 100. Holotyp von Fundstelle 410, Al. Pineuëng, Landschaft Peusangan, Nord-Atjeh. Nat. Gr.

Fig. 101. Exemplar von Lok. 7, Tjikeusik. $\times 2$.

Fig. 102, 103. *Terebra (Myurella) funiculata* Hinds, Exemplare von Lok. 6, Tjikarakal. $\times 2$p. 59

Fig. 104. *Hastula (Hastula) strigilata* (L.), Exemplar von Lok. 807, Tjikiroeh. $\times 4$p. 59

Fig. 105, 106. *Hastula (Hastula) mantjeuriensis* n. sp.p. 59

Fig. 105. Holotyp von Lok. 807, Tjikiroeh. $\times 2$.

Fig. 106. Grösstes Exemplar, von Lok. 807. Der stark verdickte hintere Umschlag der Siphonalfasciole ist zu sehen. $\times 2$.

Fig. 107. *Hastula (Hastula) cf. lepida* (Hinds), von Lok. 3, Tjitoendoen. $\times 4$p. 60

The Distribution of the Regional Isostatic Anomalies in the Malayan Archipelago

by

Dr. R. W. VAN BEMMELEN,

Geologist of the Geological Survey of the Netherlands East Indies. (with one map and one figure).

Summary. A partial reconstruction of the gravimetric map of the Malayan Archipelago, made by Vening Meinesz, and the introduction of two auxiliary isanomaly-lines for $+20$ and $+35$ mgal reveal that one is not justified in dividing the positive anomalies of this region into two genetically different groups, e.g. 1) *strips* of positive anomalies parallel to the main axis of negative anomalies, and 2) *fields* of positive anomalies coinciding with subsiding troughs.

The isostatic anomalies of the Malayan Archipelago form a uniform and genetically connected group. The centre of disturbance of the isostatic equilibrium is situated in the main axis of negative anomalies. From this zone parallel waves of positive anomalies emanate, showing a decreasing intensity the farther they are away from this central zone.

The main belt of negative anomalies is *directly* connected with a feature of the crustal surface, viz. the rising chain of outer arcs of the Soenda Mountain systems¹⁾, whereas the positive zones are *not directly* connected with the surface relief.

This feature cannot easily be explained by the conception of the compression theory (formation of mountain roots by the buckling of the earth's crust), but it finds a sound and consistent explanation in the conception of the Undation theory (disturbance of the hydrostatic equilibrium in the subcrustal layers by magmatic differentiation in the grand style.).

§ I. Introduction.

The Gravity Expeditions in the Malayan Archipelago made by Vening Meinesz with the help of the Netherlands Navy during 1929-1930 provide us with a great many data on the regional distribution of the isostatic anomalies in the Malayan Archipelago.

Of course, many additional gravity data are required before we can obtain a complete knowledge of the course of the isanomaly-lines in this region. It is, therefore, to be hoped that in the near future the submarines of the Netherlands Navy may proceed with this Gravity Survey which is of highly scientific interest. Especially at crucial points, where still more than one construction of the isanomaly-lines is possible and on the land, too, additional values are also required.

Still, the data are numerous enough to enable us to find some general rules for the distribution of the gravity anomalies and to point to connections of the gravimetric field with the geological history and the submarine relief. This has been done by Vening Meinesz, Umbgrove and Kuenen in their work "Gravity Expeditions at Sea", Vol. II, 1934 and by the present author.

A partial reconstruction of the gravimetric map of the Malayan Archipelago with the help of two auxiliary isanomaly-lines reveals some general features of the isostatic field which are of importance for its interpretation.

1) By "Soenda Mountain systems" the author means the mountain systems encircling the continental Soenda shelf at its eastern, southeastern, southern and southwestern sides.

Whereas the regional isostatic reduction method of Vening Meinesz has proved to give, in some respects, a better insight into the distribution of the deviations of isostatic equilibrium than the methods of Hayford-Bowie and Heiskanen, we will use these regional anomalies for the following analysis. The gravimetric pictures of the Hayford-Bowie and the Heiskanen anomalies, however, generally harmonize with the regional anomalies, so that the following considerations also apply to these reduction methods.

The greatest deviations of isostatic equilibrium occur in the tectonically active region around the Soenda shelf. This region is bordered to the East by the Pacific, New Guinea and the Sahoel shelf and to the South by Australia and the Indian Ocean.

The Soenda shelf has a mean anomaly of 28 stations of $+32$ mgal.²⁾ From the Sahoel shelf we have only one value, near to its border, i.e. station 219 with $+32$ mgal.

The mean anomaly of the whole region with 281 stations is $+20$ mgal. This means that in this region anomalies smaller than $+20$ mgal virtually belong to the negative ones. On the other hand only anomalies of more than $+35$ mgal are clearly positive.

This consideration led the author to the construction of two auxiliary lines for $+20$ and $+35$ mgal in the gravimetric map of Vening Meinesz

2) One gal is the unit of acceleration = 1 cm per second². Normal gravity at the equator is 978,049 gal and 1000 times that amount in milligal.

(1934). By this procedure many peculiarities of the gravimetric field, which are not disclosed in the map of Vening Meinesz (only in his gravimetric sections of this region) are clearly recognizable.

The introduction of these auxiliary lines, moreover, led to the reconstruction of part of the lines drawn by Vening Meinesz for multiples of 50 mgal. According to the present writer's opinion these reconstructions give a somewhat better extrapolation of the course of the isanomaly-lines in this region.

This reconstruction of the gravimetric map of the Malayan Archipelago leads to some general considerations regarding the problem of the distribution and the origin of the isostatic anomalies in this region.

One of the main rules Vening Meinesz draws from the results of his gravity expeditions at sea is that the negative anomalies have the tendency to be concentrated in belts and the positive ones to be grouped in fields. According to Vening Meinesz this rule applies also to the Malayan Archipelago. For this region he distinguishes (apart from the mean anomaly of 20 mgal for the whole Archipelago) between two types of positive anomalies:

a) Strips of positive anomalies parallel to the main axis of negative anomalies. According to the opinion of Vening Meinesz these strips are the result of the elastic uplift of the crustal zones adjacent to the rising negative axis.

b) Fields of positive anomalies, coinciding with subsiding troughs (e.g. the Celebes trough, the NW- and the South-Banda troughs). According to Vening Meinesz these fields of positive anomalies are caused by descending convection currents in the substratum, which at the same time pull down the overlying crustal blocks.

The validity of such a division of the positive anomalies in this region into two groups of different origin may be questioned when studying their distribution according to the reconstructed gravimetric map.

§ II. The distribution of the regional isostatic anomalies. (Plate I).

The tectonically active region of the Malayan Archipelago is characterized by a main axis of negative anomalies, from which extend on both sides a number of parallel zones of positive anomalies. These positive zones show a declining maximum intensity the farther away they are from the main negative axis. Another characteristic feature of part of these positive zones is that they spread out fanlike from western Java, showing an increasing bulge in an eastern direction and culminating in the sharp eastward bend of the southern Banda basin.

The main axis of negative anomalies extends from the Talaud islands in the North-east to the Nicobars in the West. Its further continuation is as yet unknown.

From the Talaud maximum (with perhaps more than — 200 mgal) a negative zone branches off to the East (Morotai — 22 mgal) which perhaps may be con-

tinued along the Asia Islands (+ 13 mgal) to a negative belt along Yap and Guam³⁾.

Another ill-marked ramification of the Talaud maximum of negative anomalies runs to the Southwest along the northern arm of the island of Celebes (+ 5 mgal Southwest of Gorontalo).

North of the Soela Islands the main axis shows a second maximum (— 205 mgal, the highest known negative anomaly of the world!). Here the axis bifurcates, one branch running to the West and one to the South-east. The western branch runs over the eastern and south-eastern arms of the Celebes, Boeton and the Toekangbesi Islands, thus forming a westward bulge of the negative axis.

Between the Toekangbesi group and Boeroe this western branch is less intense but at any rate clearly marked in the anomaly-field. In western Ceram it unites again with the above mentioned southeastern branch.

These two branches completely encircle the northwestern Banda Sea and the Boeroe-basin.

After the re-union of the two branches to one main axis of negative anomalies, this axis follows the outer island arc of the Banda-system (Kei, Tanimber, Timor, Rotti, Savoe) and it is then interrupted by the positive anomaly South of Soemba (+ 39 mgal).

After this short interruption it can be followed along the submarine ridge South of Java and the islands to the West of Sumatra to the Nicobars.

At the northern-most point of Sumatra another zone of weakly negative anomalies seems to branch off, running along the north coast of Atjeh (— 7 mgal).

The main axis of negative anomalies coincides exactly with the chain of outer arcs of the Soenda Mountain systems. These negative anomalies occur in a zone where geosynclinal conditions prevailed since younger paleozoic and mesozoic times.

This has been demonstrated by the stratigraphic studies of Umbgrove (1934, 1935). In this geosynclinal zone an intensive folding and overthrusting occurred in the younger Miocene.

After some erosion Plio-pleistocene marine series have been unconformably deposited locally on the folded complex. Since then up to the present this belt has a general tendency to rise.

This uplift must be the result of an uncompensated mountain root at the base of the crust, as has been shown by Vening Meinesz. These young orogenic revolutions in the outer arcs of the Soenda Mountain systems had a long time of preparation during the geosynclinal phase of development. It is, therefore, most probable that the centre of disturbance of the isostatic equilibrium lies in, or better, under this zone.

Indeed, the main axis of negative anomalies coincides with this belt and the parallel zones of positive anomalies, emanating from this zone, show decreasing intensity the farther they are away from the centre of disturbance. This will be demonstrated below.

The main axis of negative anomalies, and the

3) The gravity data in this region are still too scanty to permit of a definite construction of the gravimetric field. The construction of the isanomaly-lines East of the Talaud ridge is, therefore, intended only as a provisional suggestion.

parallel positive zones emanating from it, must be treated as a genetically connected group of isostatic disturbances.

Deviations of the isostatic equilibrium are wiped out, geologically speaking, in short periods. It is, therefore, improbable that the parallel zones on the Asiatic side, where isostatic equilibrium has not yet been restored, are older centres of disturbance and that in the course of geological evolution the main centre of disturbance has shifted outwards and bulged out, until it attained its present position.

The parallel positive zones.

To the West of the Talaud maximum of negative anomalies lies a broad belt of strongly positive values. This belt lies partly above the Celebes-basin ($+119$ mgal) and partly above the Sangihe-ridge, which connects Menado with Mindanao ($+117$ mgal).

The intensity and breadth of this belt diminishes in a south-western direction following the Strait of Makassar (more than $+50$ mgal). At the southern end of this strait it curves to the West, fading away in a western direction.

According to the opinion of Vening Meinesz this positive field above the Celebes basin with its tail in the strait of Makassar would be the result of a descending convection current in the substratum, which pulled down the overlying sialic crust to a depth of about 5 000 m below sea level in the Celebes-basin (Celebes-trough) and to more than 2 000 m in the strait of Makassar (Makassar-trough). The extension of the positive anomaly field over the Sangihe ridge is, however, not in harmony with this conception. It seems, therefore, more logical to consider this Celebes Sea "field" as a broad part of a positive "belt", and not to ascribe a genesis to the anomalies of the Celebes "field" other than that of the remainder of this "belt".

The diminishment of the positive anomalies of this Celebes-basin field in a south-western direction is connected with its deviation from the course of the main axis of negative anomalies. For, from Menado onwards a second belt of positive anomalies is intercalated between the above mentioned positive belt and the main negative axis. This second belt runs along the Gulf of Tomini, crosses Central Celebes in its western part and reaches, via the Gulf of Bone, the southern Banda-sea.

This positive zone, running directly parallel to the main axis of negative anomalies, shows higher maxima than the Celebes Sea = Strait Makassar zone to the North and to the West of it (e.g. $+95$, $+89$, and $+102$ mgal in the Tomini = Bone zone and $+72$, $+80$, and $+60$ mgal in the Celebes Sea = Strait Makassar zone).

The Tomini = Bone belt meets, at its south-eastern end, the positive Flores Sea belt at a sharp angle. After this union it continues to the east as the broad positive anomaly-belt of the southern Banda Sea.

This southern part of the Banda Sea is, according to Vening Meinesz, another example of a field of positive anomalies caused by a descending convection current, which pulled down the overlying sialic crustal block. According to the studies of

Umbgrove and Kuenen (1934) this positive field really coincides with a deep trough which must have originated during the youngest tectonic revolutions of this area. The elongated form, the bifurcation at its western end (connecting it with the other strips of positive anomalies parallel to the main axis of negative values), and its own parallelism with this main axis to the North and to the South of it, are, however, all arguments for the conception that this positive anomaly field of the southern part of the Banda Sea belongs to the strips of positive anomalies parallel to the main negative axis. Its somewhat greater breadth than the major part of these strips is caused by the union of two zones. It is not desirable to set up for this part of the positive anomalies a hypothesis of origin other than for the rest of it.

This doublestrip of positive anomalies of the southern part of the Banda Sea ends at the eastern end of this basin on account of the sharp turning of the one strip into the other. Between this sharp bend and the Banda outer-arc (with its negative anomalies) another positive strip is intercalated. This strip is partly situated above the "inter-deep" (Zwischen-tiefe) between the Banda inner- and outer-arc.

Whereas this positive strip above the inter-deep lies closer to the main axis of negative values than the positive field of the southern Banda Sea it also shows higher values ($+115$ and $+85$ mgal respectively).

Between the inter-deep strip and the Banda Sea strip lies a zone of weakly positive values (lower than $+20$ mgal). This virtually negative zone coincides with the volcanic inner-arc of the Banda system.

The intercalated positive and negative strips begin near the Lucipara Islands to the North of the Banda Sea. The virtually negative strip can be traced along the Banda inner-arc. Between Damar and Flores, however, there are no data, but it is indicated again on Flores and Soembawa by the values $+17$, $+8$, $+14$, $+17$ mgal. It then bends via the Saleh Bay of Soembawa to the NW and continues in the negative zone to the north of the Islands Lombok and Bali (-23 and -12 mgal).

There are also no data for the south-western continuation of the inter-deep strip of positive anomalies.

It reappears, however, in the western part of the Sawoe Sea ($+36$ mgal). The Isle of Soemba forms a curious widening of this positive zone, which, with its value of $+39$ mgal, even interrupts the course of the main axis of negative anomalies. This positive field of Soemba joins on to the belt of positive values along the south coast of Java and the south-western coast of Sumatra.

This western continuation of the positive strip, which lies above the inter-deep of the Banda arcs, no longer coincides with this inter-deep, but lies somewhat to the North and North-west of it. It is partly situated below the southern mountains („Zuidergebergte") of Lombok, Bali, and Java and below the Barisan Mountains of Sumatra.

The westernmost clear indication of this positive belt is found near Benkoelen ($+53$ mgal). The values of the ports of Sabang and Siboga are much lower ($+10$ and $+24$ mgal respectively). At the

northern end of Sumatra near Sabang there are no signs of this positive zone. It seems to end in the sharp angle between the main axis of negative anomalies and the weaker branch of it along the north coast of Atjeh.

The positive anomaly strip of the Flores Sea forms, near Bima, the same curious bend as the negative zone to the South of it (along the Saleh Bay of Soembawa). The Flores Sea belt is probably connected with the positive strip lying to the North of Lombok and Bali, indicated by the values $+53$ and $+59$ mgal. The continuation of this zone over Java is not certain. In Strait Soenda, however, it does not reappear, so that this Flores Sea zone, just as the Strait-Makassar zone to the North and the Zuidergebergte-Barisan zone to the South of it, seems to fade away in a western direction.

These three zones of positive anomalies, running parallel to the main axis of negative values, show decreasing intensity the farther away they are from this main axis. This is indicated in the Bali section by the maximum values, which decrease from South to North (viz. $+68$, $+59$, $+45$ mgal).

Instead of these three zones of positive anomalies, fading away in a western direction, a fourth shows up on their concave inner side. This fourth positive zone on the Asiatic side of the main axis of negative anomalies probably runs from the Meratoes-ridge in southeast Borneo across the Karimoendjawa Islands ($+54$ mgal) to Batavia ($+56$ mgal) and Palembang ($+50$ mgal).

The maximum value of this zone ($+56$ mgal) is, according to the general rule, weaker than the corresponding maximum value of the positive zone to the South of it ($+85$ mgal), the latter lying closer to the main axis of isostatic disturbance than the former.

Umbgrove (1934) pointed out that the idio-geosynclines, which lie around the stable Soenda shelf region, are indicated by a decrease of the positive values to lower than $+20$ mgal. Though more gravity data on land are needed to prove this supposition, there are certainly several indications for this opinion, such as the negative zone along the north coast of Atjeh, $+18$ mgal in the Strait Soenda, the virtually negative zone connecting Strait Madoera with the southern arm of Celebes, $+15$ mgal at Balikpapan, $+10$ mgal to the North of Mangkalihat Peninsula. It is also possible, however, that the course of these weakly positive zones ($< +20$ mgal) is governed by the adjacent positive belts and not directly connected with superficial crustal deformations, viz. idio-geosynclines. A combination of both factors is also possible.⁴⁾

Though the continental Soenda shelf shows rela-

4) Some useful indications for the course of the isanomalies of the regional isostatic type are given by the map of the Isle of Java by Vreugde (1935).

Vreugde's map gives only the isanomalies of the Bouguer type, but in the lowland of northern Java these Bouguer anomalies will show the same tendencies of $+$ and $-$ deviations as the isostatic ones. This map, therefore, has been used for the construction of the isanomalies on Java in the present map of the isanomalies of the regional type.

tively small variations of the anomaly values, here, too, with the help of the auxiliary lines for $+20$ and $+35$ mgal some parallel zones can be distinguished. We have already mentioned the positive Karimoendjawa zone. To the East of these Karimoendjawa Islands we first have the value of $+17$ mgal near Bawean Island and then a positive field ($+39$) which possibly extends to the Poeloe Laoet ridge.

In the western part of the Java Sea we have the weakly positive values of $+17$ and $+16$ mgal. The main divide of the submerged Soenda peneplain, running from Palembang via Banka and Biliton to SW-Borneo, shows again somewhat higher positive values.

In the above the positive and negative zones on the Asiatic side of the main axis of isostatic disturbances have been discussed.

Before analysing the data for the Oceanic and Australian side we must first turn our attention to the curious, strongly positive field of the NW Banda Sea and Boeroe Basin, which is entirely surrounded by the main negative belt.

This NW-Banda field is one of the examples mentioned by Vening Meinesz to support his conception of descending convection currents in the substratum, causing a field of positive anomalies at the surface and at the same time the subsidence of the overlying sialic crustal block.

We should expect the maximum positive anomaly, caused by such currents, to lie somewhere near the centre of the positive field. But in this NW-Banda field the lowest positive anomaly of the field lies in its centre ($+68$ mgal) and the maximum values are situated along its borders ($+147$, $+142$, $+110$ mgal). This observation is not in harmony with the conception of a field of positive values caused by a descending convection current. It argues rather for a circular belt of positive anomalies, which runs parallel to the main axis of negative anomalies.

Moreover, the field of positive anomalies is not entirely occupied by a descending crustal block, for the Soela islands and NW-Boeroe lie in this field and they show even raised young sediments and reefs.

The data for the Pacific side of the main axis of negative anomalies are insufficient for a definite interpretation of the course of the isanomaly-lines. The constructions given in the accompanying map are a mere suggestion of a possibility.

The positive Halmahera field has its maximum value at the northwestern end ($+115$ mgal), where it is enclosed like a horse-shoe by the main negative axis and its Morotai-branch. The high positive values in the Pacific Ocean may belong to positive strips accompanying on both sides the hypothetical Asia-island zone of negative anomalies.

The Halmahera field of positive anomalies can be followed to the South-east as a belt of positive values towards Adi Island at the northern border of the Aroe Basin ($+53$ mgal).

This belt of positive values, running parallel to and on the convex outer side of the main axis of negative anomalies, cannot be traced along the outer Banda-arc for lack of data.

To the South-west of Soemba, however, it is marked

again by the values of $+51$ and $+50$ mgal. From here it can be followed uninterruptedly via Christmas Island to the West of Nias.

This positive belt clearly runs parallel to the main axis. It partly coincides with less deep parts of the ocean floor (Christmas Island and the submarine, flat ridge West of the Nias-Enggano ridge).

On the Oceanic side of this positive belt again positive anomalies lower than $+20$ mgal have been found. This weakly positive strip shows at its north-western end (West of Nias) even negative values, e.g. -10 and -6 mgal.

There are no data farther away on the Oceanic side of the main axis of negative anomalies. It is unknown, therefore, whether more parallel positive belts with decreasing intensity occur on the Oceanic side, such as is evidently the case on the Asiatic side of the main axis of isostatic disturbance.

§ III. The interpretation of the isostatic anomalies.

The isostatic anomalies of the Malayan Archipelago form a genetically connected group. The widest deviations of isostatic equilibrium occur in the main axis of negative anomalies. This main axis coincides with the chain of rising outer-arcs of the Soenda Mountain Systems, encircling the continental Soenda region.

The geological history of the islands situated in this main belt of negative anomalies has been analysed by Umbgrove (1934, 1935). It shows a long geosynclinal period of development, followed by orogenetic revolutions in the younger Miocene and Plio-Pleistocene times. During this youngest orogenesis, which seems to continue up to the present, a mountain root of small specific density is hydrostatically pressed upwards. This mountain root is still not yet in isostatic equilibrium, in other words, it still has the tendency to rise.

From this main axis with negative anomalies emanate a number of positive waves which are separated by weakly positive zones (anomalies lower than $+20$ mgal). The amplitude of these positive waves diminishes the farther away they are from the main axis of negative anomalies.

It is, therefore, reasonable to suppose that this main axis of negative anomalies forms the centre of isostatic disturbance.

Vening Meinesz is of the opinion that the positive anomalies in this region can be divided into two, genetically different groups: a) *Strips* of positive anomalies, running parallel to the main axis, caused by elastic upward drag of the crustal zones adjacent to the rising main axis, and b) *fields* of positive anomalies which coincide with deep, subsiding troughs in the eastern part of the archipelago and which are caused by descending convection currents in the substratum.

The foregoing analysis of the distribution of the anomalies in the archipelago makes it clear that no such subdivision of the positive anomalies can be maintained.

It is possible that the mean anomaly of $+20$ mgal for the whole region is the result of density variations

in the substratum, causing a tendency to convection currents.⁵⁾ The positive *fields* of the Celebes Sea, the NW- and S-Banda Sea belong to the positive *belts* parallel to the main negative axis.

Whereas the main axis of negative anomalies is clearly connected with a feature of the crustal surface, e.g. the rising outer-arcs of the Soenda Mountain Systems, the same cannot be said of the positive belts. In the eastern part of the archipelago these positive belts coincide for the greater part with subsiding troughs. There are, however, many exceptions to this rule (Halmaheira, Sangihe-ridge, Soela Islands, NW-Boeroe, the western part of Central Celebes, Soemba). In the western part, on the contrary, the positive belts seem to be related to elevated parts of the relief, such as the „Zuidergebergte” of Java, the Barisan Mountains of Sumatra, the Karimondjawa Islands, the main divide of the submerged Soenda shelf.

This situation on the western part of the archipelago might point to elastic wave deformations of the continental crust, in the sense of the conception of Vening Meinesz, e.g. uncompensated vertical uplifts with positive anomalies and depressed areas (idio-geosynclines) with negative deviations. This explanation would not apply, however, to the eastern part of the archipelago, where the subsiding regions generally show positive anomalies and the rising ridges negative ones.

The whole picture of the distribution of the parallel zones of positive anomalies, emanating from the main axis, is too homogeneous to allow of different explanations for the positive anomalies in the western and those in the eastern part of the archipelago.

The present author comes to the conclusion, therefore, that it is not right to look for a *direct* connection between the course of the positive belts and the surface features of the crust.

It is more logical to assume that the positive belts are caused by the distribution of heavy material in some deeper layer of the tectonosphere (apart from local influences of superficial, dense masses). The low gradients of the positive anomalies as compared with the very steep ones of the main axis of negative anomalies, also argue for such an interpretation. The variations of the thickness of this layer of heavy material in the depth need not directly influence the vertical oscillations of the crust.

This conclusion is still more logical, when one realizes the following: The main axis of negative anomalies is the result of an accumulation of specifically light material at the base of the crust (the formation of a mountain root) and, therefore, is directly connected with the vertical movements of the overlying crust (viz. uplift of mountain arcs). This mountain root is not compensated isostatically, which means that in the depth heavier material has been removed from this zone. This heavier material must have spread towards the adjacent parts of the tectonosphere. This spreading heavier material in the

5) This does not imply, however, that continuous convection currents must really occur in the substratum. Stable density stratification, physico-chemical reactions and other causes might check their progress.

depth will cause at the surface positive gravity anomalies which are *not of necessity directly* connected with the vertical oscillations of the surface. For there are *two possibilities*: in the first case, this spreading heavier material might belong to a layer of the tectonosphere lying immediately beneath the crust, and in the second case, to a still deeper layer of the tectonosphere. *In the first case* the spreading heavier material would cause an amassing of material directly below the crust in the zone adjacent to the main axis of disturbance: this, of necessity, would cause an uplift of the crust in the adjacent zones and thus would have a *direct* effect on the surface relief. So we see that the conception of Vening Meinesz (that the main axis of disturbance is caused by the downward buckling of the sialic crust pushing aside the subcrustal material) does not fit in with the observations which show only an *indirect* relationship between the positive anomalies and the surface relief. *The second case*, however, provides a way out of this difficulty. If the deeper seated heavier material does not spread directly along the base of the crust, but an *intermediate layer* exists between the sialic crust and the lower layer with heavy material, then changes in the thickness of this lower layer are of no direct influence on the deformations of the upper one.

The existence of three principal layers in the first 100 km or „tectonosphere” of the earth's silicate mantle has been proved by seismologic research. These three layers have been called by the present author the sialic, the salsimatic and the simatic layer of the tectonosphere.

The intermediate salsimatic layer is the parental basalt layer.

The present author supposes that this magmatic layer might split up by differentiation in the grand style (caused by pressure relief during the geosynclinal phase of development of an orogenic zone) into sialic and simatic material. The sialic material will form the accumulation of a so called “asthenolitic mountain root” of small specific density at the base of the sialic crust and the simatic segregations will accumulate at the lower side of the intermediate layer. This process of magma differentiation in the grand style disturbs the hydrostatic equilibrium in the tectonosphere and, therefore, will be followed by subcrustal mass displacements which have the tendency to restore the disturbed equilibrium.

These mass displacements, however, are accompanied by undulatory movements of the overlying crust and deviations of the isostatic equilibrium at the surface.

This conception of the undation theory, which has been amply described by the present author in several publications, provides a sound and consistent explanation for the observed characteristics of the gravity anomalies of the Malayan Archipelago.

The spreading of the heavy, ultrabasic, simatic products of differentiation in the depth may be *wave-like*, due to several impulses by the main zone of disturbance of the hydrostatic equilibrium (“equilibrium-turbal” zone). This would explain the wave-like spreading of belts with positive gravity anomalies from the main axis with negative anomalies.

These waves of heavy, simatic material in the depth, however, do *not directly* influence the vertical movements of the crust, because between the simatic layer and the sialic crust there is the *salsimatic intermediate layer, which acts as a buffer* ⁶⁾.

Thus, subsidence of the regions adjacent to the rising main negative axis may be isostatically compensated, in part even over-compensated, by the spreading of the heavy simatic material in the depth.

Such a process causes only an *indirect* relation between this subsidence and the positive anomalies, and this is in perfect harmony with the observations in the Malayan Archipelago.

§ IV. Gravity anomalies and deep-focus earthquakes.

Smit Sibinga (1937) published a *map of the bathyseismic isobaths in the Malayan Archipelago*, based on Berlage's provisional catalogue of deep-focus earthquakes. This map shows some distinct relations between the distribution of the very deep earthquakes and the gravity field. In the southern

6) There seems to be a better agreement between the superficial crustal features and the positive isostatic anomalies in the continental Soenda region, than in the orogenetically active part of the archipelago. This might be explained by the supposition that the intermediate layer is thin below the continental region and, therefore, its buffer action is less complete.

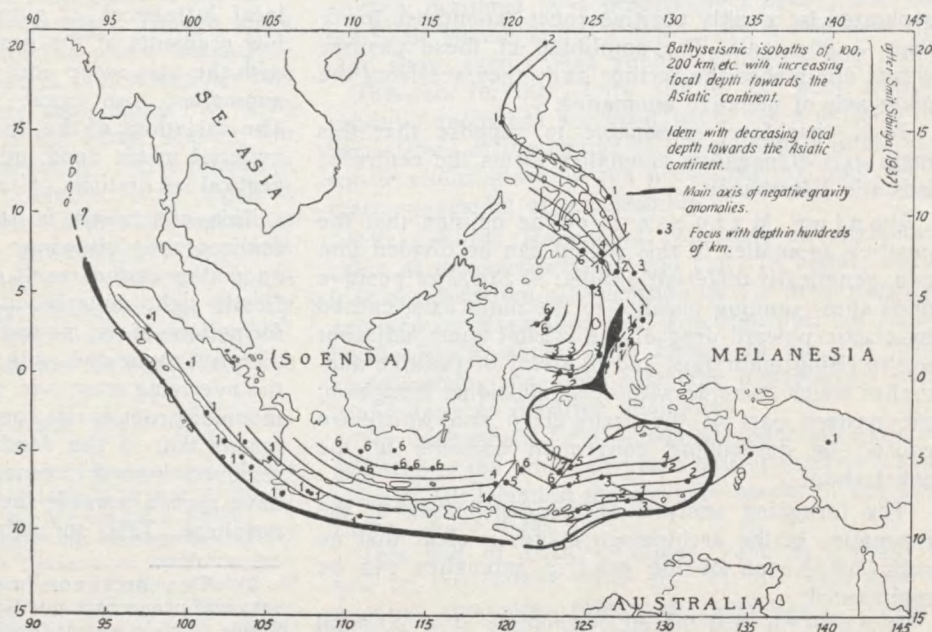
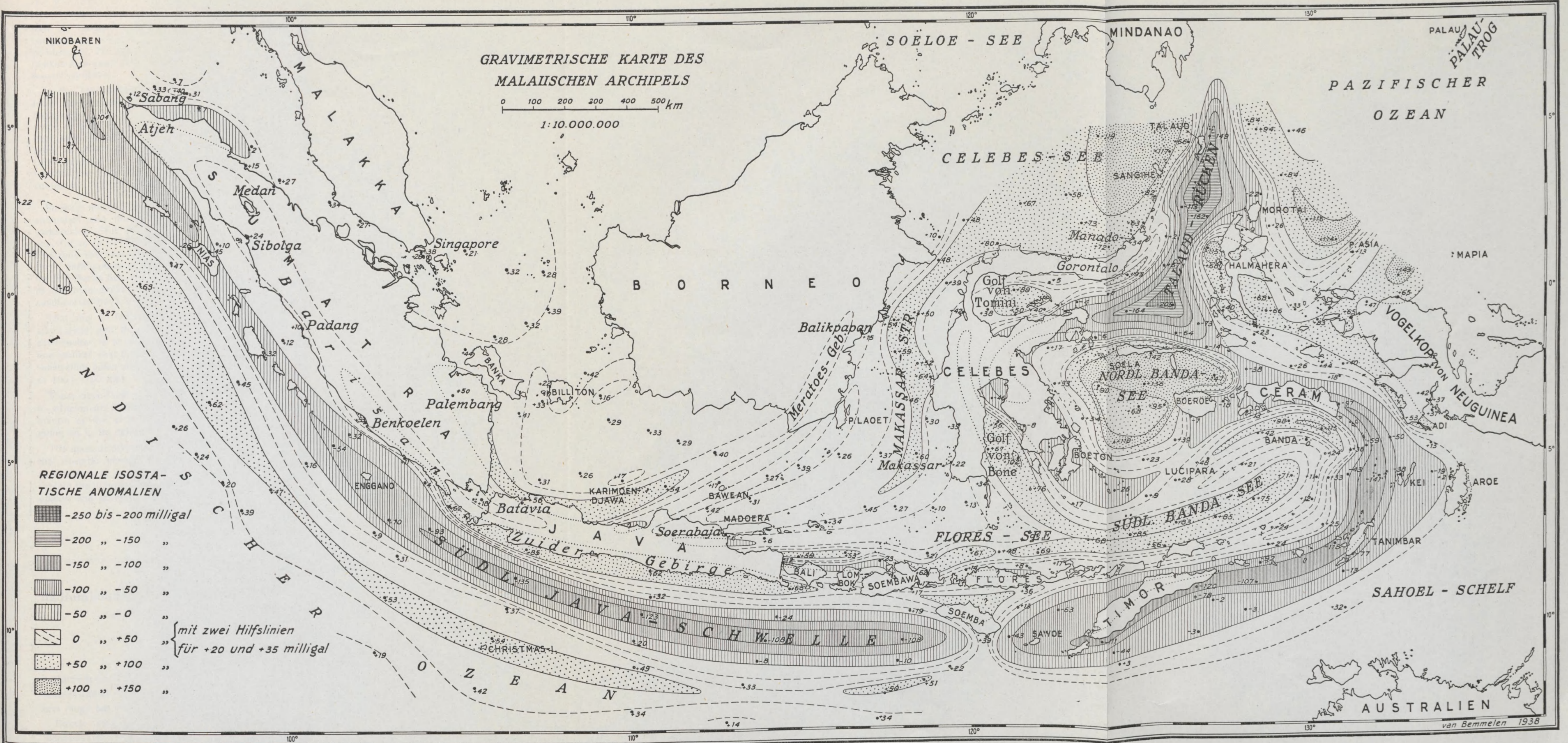


Fig. 2. Map of the bathyseismic isobaths in the Malayan Archipelago (after Smit Sibinga).



part, for instance, a general parallelism between de bathyseismic isobaths and the isanomaly-lines can be observed. The fault plane of the deep-focus earthquakes dips away from the negative axis towards the Asiatic continent.

In the Talaud-ridge the two outer-arcs of the Celebes Sea and of the Halmaheira Mountain system have been united. Here the negative anomalies are twice as great as elsewhere in negative axis. Moreover, here two fault planes of deep-focus earthquakes seem to exist, one dipping away from the Talaud ridge towards the Asiatic continent, and the other towards the Pacific side (submerged ("Melanesian" continent)).

So there must be some relation between the gravity anomalies and the distribution of the deep-focus earthquakes. Still, this connection cannot be a direct one, for in the Philippines, where no distinct negative zone has been found, a distinct group of deep-focus earthquakes exists and, on the other hand, in the NW Banda Sea, which is encircled by two branches of the main negative anomalies-zone, no deep-focus earthquakes have been observed at all.

That only an indirect connection between the isostatic field and the distribution of the deep-focus earthquakes is to be expected becomes clear, when one realizes, that these deep earthquakes occur in the substratum *below* the tectonosphere proper (at depths of 100 — 700 km).

These deep-focus earthquakes are possibly caused by adjustments of the equilibrium between the silicate mantle of the earth and the geotectonic processes going on in its outer layers.

The mass displacements in the tectonosphere cause the isostatic anomaly field at the surface and the adjustments of equilibrium in the depth. This might explain the indirect relation between deep-focus earthquakes and gravity anomalies.

Bandoeng, February 1938.

§ V. Literature.

B e m m e l e n, R. W. v a n, 1932: "De Undatietheorie, etc." *Natuurk. Tijdschr. Ned.-Indië*, 92, pp. 85-242 and 373-403 (With English Summary).

—————, 1933: "The Undation theory of the Development of the Earth's Crust." XVI Intern. Geol. Congress, Wash. 1933, Preprint issued 1935, 18 p.

—————, 1935: "Über die Deutung der Schwerkraft-Anomalien in Niederländisch Indien". *Geol. Rdsch.* 26, 3, 1935, pp. 199-226.

—————, 1937a: "De isostatische anomalieën in den Indischen Archipel". Ing. in Ned.-Indië, 4, Section IV, Mijnbouw & Geol., 1937, pp. 9-29 (With English Summary).

—————, 1937b: "The Cause and Mechanism of Igneous Intrusion: with some Scottish Examples." *Trans. Geol. Soc. Glasgow*, Vol. XIX, Part III, pp. 453-492, 1937.

S m i t S i b i n g a, G. L., 1937: On the relation between deep focus earthquakes, gravity and morphology in the Netherlands East Indies. *Gerl. Beitr. z. Geoph.*, 51, 4, pp. 402-409, 1937.

T a m s, E. 1937: "Der gegenwärtige Stand der Geophysik". *Petermann's Geogr. Mitteil.*, 1937, No. 10 and 11 pp. 273-277 and 315-319 (with gravimetrical map 1:10.000.000 of the Malayan Archipelago according to Vening Meinesz).

U m b g r o v e, J. H. F., 1935: "De praetertiaire historie van den Indischen Archipel". *Leidsche Geol. Meded.*, VII, 1, pp. 119-155, 1935.

V e n i n g M e i n e s z, F. A.; U m b g r o v e, J. H. F.; K u e n e n, Ph. H. 1934: "Gravity Expeditions at Sea", Vol. II, Waltmann, Delft, 1934.

V r e u g d e, L. H. M., 1935: "Quelques anomalies de pesanteur dans le Nord de Java". *Congr. Intern. des Mines, de la Métall. et de la Géologie appl.*, VII Session, Paris, Oct. 1935, Vol. II, pp. 919-926.

Radiumhoudend uraniumerts in de Timorcollectie van den Dienst van den Mijnbouw

door

Dr. C. E. A. HARLOFF.

Omtrent het door mij in „De Ingenieur in Nederlandsch-Indië”, 1936 No. 4 beschreven stuk uraniumerts moge het volgende nader worden medegedeeld.

Enkele maanden geleden kwam mij een stuk sklodowskiet onder de oogen afkomstig van de Katanga, dat, evenals het stuk uit de Timor-collectie, wulfeniet bevat. Zoowel habitueel, als door deze

mineraalcombinatie vertoonen de beide stukken een dusdanig groote overeenkomst, dat m.i. niet getwijfeld mag worden aan hun identiteit en gelijke herkomst. Het z.g. Timorerts is dus afkomstig van de Katanga. Het is mij overigens niet mogen gelukken tot een verklaring te komen, hoe dit stuk in de Timorcollectie kan zijn terechtgekomen.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1938		1937	
	Feb.	t/m Feb.	Feb.	t/m Feb.
Java en Ma-				
doera.....	79 297,1	164 814,5	52 153,4	113 132,5
Noord-Suma-				
tra	76 523,6	144 864,4	63 387,6	106 303,-
Palembang...	198 419,7	409 633,9	213 641,4	453 333,5
Djambi.....	72 437,6	151 885,5	69 794,4	139 933,5
Oost-Borneo..	77 334,-	163 858,3	77 824,5	168 642,6
Tarakan.....	58 006,5	122 329,3	56 521,4	119 429,2
Boenjoe.....	—	—	102,3	215,5
Ceram.....	6 500,- ¹⁾	13 642,5	5 165,-	10 844,-
Nederlandsch-				
Indië.....	568 518,5	1 171 028,4	538 590,-	1 111 833,8

¹⁾ Geschat. Werkelijke productie Januari 1938: 7 142,5 kgt.

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1938		1937	
	Feb.	t/m Feb.	Feb.	t/m Feb.
Gouverne-				
mentsbedrijven	72 826	153 660	63 606	127 052
Steenkolen Mij				
„Parapattan”	23 560	46 850	20 350	43 630
Oost Borneo				
Maatschappij	9 125	19 206	5 125	11 274
Loa-Boekit				
kolenmijnen..	2 433 ¹⁾	5 634	1 830	5 028
Loa-Teboe				
kolenmijnen..	783	2 004	1 650	3 286
Toeajan	566	827	—	—

¹⁾ Werkelijke productie Januari 1938 3 201 kgt.

„ „ December 1937 3 538 „

Mijnbouw Maatschappij Moeara Sipongi.

Gedurende de maand Februari werden:

2 741 tons erts vermalen van } 6,— gram goud per ton.
gemiddeld } 5,— „ zilver „ „

Geëxtraheerd werden ca. 14 215 g goud en ca. 6 353 g zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 29 000,—.

De bedrijfskosten over Februari bedroegen ± f 30 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± f 3 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Februari werden:

6 809 tons vermalen van } 9,3 dwts goud per ton.
gemiddeld } 128,— „ zilver „ „

2 615 „ sands,

4 059 „ slimes en

247 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 083 ozs. goud en ca. 37 149 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 217 000,—.

De bedrijfskosten over Februari bedroegen ± f 104 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± f —,— en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen ± f 2 600,—.

PERSONALIA.

Overgeplaatst is van het Hoofdkantoor te Bandoeng naar het bedrijf der Boekit-Asamsteeenkolenmijnen en gesteld ter beschikking van den betrokken bedrijfsleider de tijd. wd. ingenieur 2e kl. b/d Dienst v/d Mijnbouw ir. H. H. Duurentijt.

Ir. N. A. A. S m e t s, laatstelijk ingenieur bij den Dienst v. d. Mijnbouw, is na terugkeer van buitenl. verlof benoemd tot ingenieur bij genoemden dienst (afdeeling Mijninspectie).



DE SIRENE LOEIT...



WANNEER GEVAAR DREIGT!...

Onze motorsirenes voldoen in alle opzichten aan de eischen, gesteld door het Deutsche Ministerie voor Luchtvaart en zijn in Deutschland algemeen in gebruik voor alarm bij luchtaanvallen.

Nadere inlichtingen worden verstrekt door

NEDERLANDSCHE SIEMENS MAATSCHAPPIJ N.V.

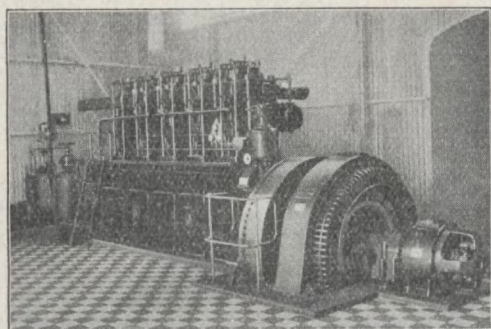
Filiaal Nederlandsch-Indië

Batavia

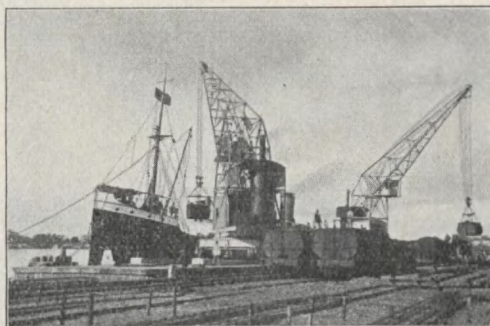
Soerabaia

I K A N E M A - B A N D O E N G

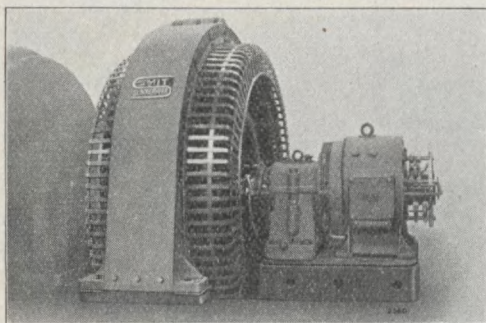
INDISCH KANTOOR VAN NEDERLANDSCHE MACHINEFABRIEKEN EN SCHEEPSWERVEN
VERTEGENWOORDIGT IN NEDERLANDSCH-INDIË:



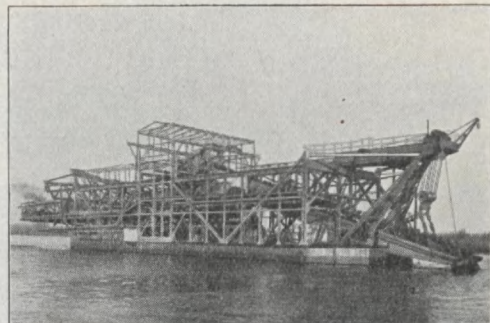
WERKSPoor N.V. — AMSTERDAM



FIGEE — HAARLEM



SMIT — SLIKERVEER



J. & K. MIT'S SCHEEPSWERVEN, KINDERDIJK



*Zéér gemakkelijk
te monteeren !*

De gietijzeren lichtverdeelkastjes van het bekende fabriikaat Hazemeyer vinden door hun eenvoudige en betrouwbare constructie algemeene toepassing in fabrieken, in gebouwen en op emplacementen.

Ze zijn zéér gemakkelijk te monteeren en hebben 2, 4 en 6 groepen met afneembaar voordeksel en pasvlakken voor samenbouw. De Hazemeyer lichtverdeelkasten zijn ook leverbaar met verhoogd zekeringdeksel voor gebruik van schroefstopautomatjes.

**HAZEMEYER'S
SCHAKEL-MATERIAAL**

LINDETEVES-STOKVIS