2e JAARGANG
NUMMER 6

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

JUNI
1935

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. Ch. F. van Haeften.

Commissie van Redactie:
Voorzitter: prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh;
Leden: dr. ir. L. J. C. van Es,
ir. E. E. Hens.

Prijs per jaargang: *f* 20,— Afzonderlijke nummers: *f* 2,—
Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Hoogeschoolweg 3, Bandoeng.
Adres voor administratie en abonnementen: Penningmeester Groep Ned.-Indië K. I. v. I., Bandoeng, Bragaweg 38.
Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Verklaring voor de richting der vloeilijnen en voor den optredenden breukhoek in stalen platen, door prof. ir. P. P. Bijlaard. - De ingenieur en de stedebouw, door ir. Thomas Karsten. - *Berichten van allerlei aard:* Prijsvragen - Prof. dr. P. Zeeman. - Stichting voor Materiaalonderzoek. - Normalisatie. - *Boekbespreking.* — *Personalia.* — *Kon. Instituut van Ingenieurs:* Balans en Verlies- en Winstrekening 1934, met toelichting. - Jaarverslag 1934 van Kring IV (Soerabaia). - Bestuursmededeelingen.

Verklaring voor de richting der vloeilijnen en voor den optredenden breukhoek in stalen platen

door

prof. ir. P. P. BIJLAARD.

ZUSAMMENFASSUNG. In den Fliesslinien und in der dem Bruch vorangehenden Einschnürung zeigt sich eine örtliche plastische Formänderung des Materials. Die Ursache, warum bei gezogenen breiten dünnen Platten die Fliesslinien und die Einschnürung einen Winkel von 35° mit der zur Zugrichtung senkrechten Ebene bilden (fig. 2), ist die, dasz diese Schnitte der örtlichen plastischen Formänderung den geringsten Widerstand entgegensetzen. Linien unter einem Winkel von 35° ändern sich nämlich bei der plastischen Formänderung nicht in der Länge, sodasz bei örtlicher plastischer Formänderung von Schnitten AB unter einem Winkel von $\beta = 35°$ das Material der Linie AB (fig. 1) sich nicht hinsichtlich des umgebenden Materials verschiebt, dasz also die Formänderung nicht gehindert wird und der einachsige Spannungszustand erhalten bleibt, im Gegensatz zu dem was geschehen würde bei Schnitten unter einem Winkel β der kleiner oder gröszer als 35° angenommen wird. Dabei würde nämlich beim örtlichen Fliesszen das Material in der Linie AB wohl darnach streben sich hinsichtlich des umgebenden Materials zu verschieben, sodasz in die Richtung AB Zusatzspannungen entstehen würden, wodurch der Widerstand gegenüber dem bei der einachsigen Spannungszustand zunehmen würde. Die Fliesslinien sind also auch dadurch zu erklären, dasz man das Fliesszen als ein Auseinanderziehen von in ihrer Länge konstanten Linien unter einem Winkel von 35° auffaszt. Bei dem willkürlichen zweiachsigen Spannungszustand $\rho_1 \rho_2$ werden sich auch Fliesslinien und Einschnürung in Schnitten zeigen, die die Breitfläche der Platte in Linien schneiden, welche eine plastische Dehnung „null" zeigen. Dies sind, wie vom Verfasser im „De Ingenieur" 1931 No. 37 schon abgeleitet wurde, die Schnitte, die durch die Berührungspunkte des Spannungskreises $\rho_1 \rho_2$ an der in der genannten Abhandlung zuerst eingeführten Hüllkurve von allen gleich gefährlichen Spannungskreisen $\rho_1 \rho_2$, früher schon die gefährlichen Flächen genannt, angegeben werden (fig. 7 und 9). Merkwürdig ist noch die Tatsache dasz, wie schon früher vom Verfasser abgeleitet wurde, die Spannungen in diesen gefährlichen Flächen, wo das Material bei der örtlichen Formänderung also gewissermaszen auseinandergezogen wird, die gröszte Gestaltänderungsarbeit verrichten.

Inleiding.

Wanneer een stalen trekstaaf in een beproevingsmachine getrokken wordt, zal bij het oploopen van de trekkracht het materiaal eerst een betrekkelijk kleine rek vertoonen om bij de vloeigrens, bij vrijwel gelijkblijvenden weerstand, plotseling belangrijk mee te geven, te vloeien. Van dit plotseling meegeven bij gelijkblijvende spanning, dat het bouwstaal van andere metalen onderscheidt, geven o.a. Kuntze en Sachs de volgende zeer plausibele verklaring [1]), waarvan de juistheid overigens door sommigen nog wel betwijfeld wordt. Het staal bestaat in het perliet

1) Kuntze en Sachs. Zur Kenntnis der Streckgrenze von Stahl. *Zeitschrift V. D. I.* 1928 blz. 1011.

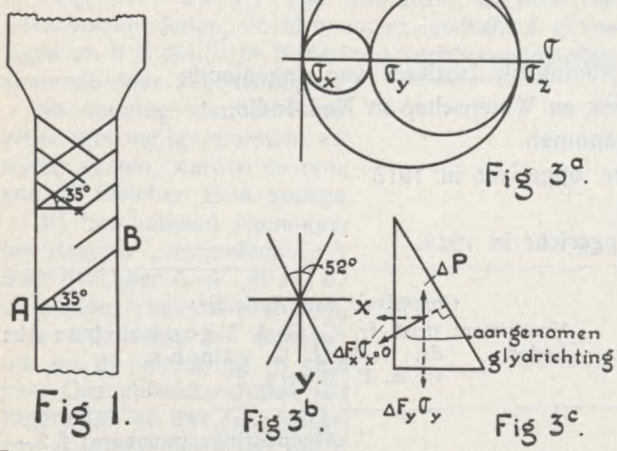


Fig. 1. Verloop van vloeilijnen en insnoering bij breede dunne trekstaven.

Fig. 3. Aanname van bij de plastische vervorming optredende glijdsystemen volgens Körber en Siebel.

uit afwisselende lamellen van week ferriet en hard bros cementiet. Dit harde brosse cementiet verhindert nu, zoolang de vloeigrens nog niet bereikt is, de plastische vervorming van de kristallieten. De belasting wordt dus voornamelijk door het cementiet gedragen, totdat daarin de spanningen zoo hoog gestegen zijn, dat dit plotseling breekt, waardoor dan de plastische vervorming van het ferriet mogelijk wordt. Dit is dan de vloeigrens.

Heeft nu de trekstaaf een rechthoekige doorsnede en is de dikte betrekkelijke klein t.o.v. de breedte, dan vertoonen zich, zooals b.v. zeer duidelijk is te zien uit een serie opnamen, door Schiebold en Richter gepubliceerd [2]), zgn. vloeilijnen, ook wel Hartmansche of Lüdersche lijnen genoemd, die op de breede zijde van de staaf hoeken van 30° à 40° met het normale vlak maken (*fig. 1*). Zeer typisch zijn dezelfde lijnen ook te zien op een foto van een *drukproef* met een staaf van de Delaware River Bridge [3]). Ook hier is de helling ongeveer 35°. Deze lijnen geven dus de plaatsen aan waar het vloeien begint [4]).

Bij gelijkblijvende spanning breidt zich nu het vloeien over de geheele staaf uit, waarbij alleen de ongunstigst georiënteerde kristallieten zich plastisch zullen vervormen. Nadat deze kristallieten zoo verstevigd zijn, dat ze even sterk zijn geworden als gunstiger georiënteerde, zullen deze laatste plastisch gaan vervormen etc. Hiertoe zal nu dus de spanning weer moeten stijgen. Zoo worden telkens die kristallieten, die het ongunstigst georiënteerd zijn, verstevigd, totdat het materiaal overal even sterk is geworden [5]). Bij een verdere kleine stijging van de trekkracht zal nu de staaf gaan meegeven op die plaats, waar ze toevallig de kleinste doorsnede heeft. Hier ontstaat dan een insnoering en ontstaat tenslotte de breuk.

Bij rechthoekige staven als bovenbedoeld zal nu ook de staafdoorsnede, waarin deze insnoering en breuk optreden het breede vlak van de staaf onder een hoek van ongeveer 35° met de normale doorsnede snijden, zoowel bij staal als andere metalen. Degenen, wien dit niet uit eigen ondervinding bekend is, kunnen hiervan o.a. voorbeelden vinden in door Körber en Hoff, Körber en Siebel [6]) en Kuntze [7]) gepubliceerde proeven. Het breukvlak loopt in *fig. 1* b.v. volgens de lijn *AB*. *Fig. 2* geeft een door Kuntze gepubliceerde afbeelding van één getrokken plaat uit duraluminium.

De eenige verklaring die, voorzoover mij bekend, van dezen breukhoek werd gegeven, is afkomstig van Körber en Siebel [6]), doch is niet erg bevredigend. Ze nemen aan, dat bij elken willekeurigen ruimtespanningstoestand de plastische vervorming plaats heeft in twee gelijkwaardige glijdsystemen, waarvan de assen loodrecht staan op één der uiterste hoofdspanningen en elkaar onder een bepaalden, van de ligging der middelste hoofdspanning afhankelijken hoek φ, kruisen. Elk systeem is daarbij aangenomen te bestaan uit twee loodrecht op elkaar staande stellen glijdvlakken, die met de bovengenoemde uiterste

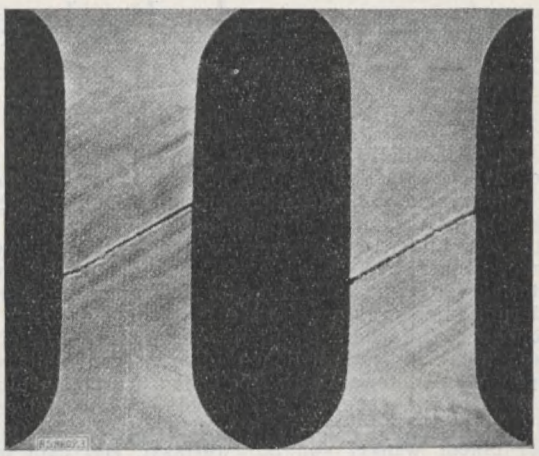


Fig. 2. Breukvoeg bij getrokken plaat uit duraluminium volgens Kuntze.

2) Schiebold en Richter. Studien über den Zugversuch an kristallinen Stoffen. *Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten*. Sonderheft V. 1929, fig. 13, blz. 78 en 79.

3) Gilkey en Bergman. Supplementary methods of stress analysis. *Civil Engineering* 1932. No. 2.

4) De vloeilijnen zijn niet te verwarren met scheuren in de eventueel aanwezige brosse walshuid, die, zooals prof. dr. ir. F. K. Th. v. Iterson mij schreef geconstateerd te hebben, reeds optreden, voordat het onderliggende materiaal gaat vloeien. Deze zullen dus meer van de physische eigenschappen van de walshuid zelf afhankelijk zijn.

5) Deze toestand wordt volgens O. Lehmann genoemd „erzwungene Homöotropie", zie Moellendorf en Czochralski. Technologische Schlüsse aus der Kristallographie der Metallen. *Zeitschrift V. D. I.* 1913, blz. 1016.

6) Körber en Hoff. Über die Festigkeitseigenschaften und den Reiszwinkel kaltgewalzter Metalle. Körber en Siebel. Zur Theorie der Reiszwinkel. *Mitteilungen Kaiser Wilhelmsinstitut für Eisenforschung* 1928, blz. 175 en 189.

7) Kuntze. Zur Deutung und Bewertung der Bruchdehnung bei Metallen. *Zeitschrift für Metallkunde* 1930, blz. 14.

hoofdspanning hoeken van 45° insluiten. De door het nulpunt van een volgens de hoofdspanningsrichtingen gelegen coördinatensysteem gaande snijlijn van twee loodrecht op elkaar staande glijdvlakken van een glijdsysteem wordt de as van dat glijdsysteem genoemd. Bij een bepaalden spanningstoestand volgt nu de hoek φ uit de voorwaarde, dat de door de glijdsystemen gegeven vormverandering dezelfde moet zijn als de werkelijk ontstaande plastische vervorming, die quasi-isotroop wordt aangenomen, dus gehoorzamend aan dezelfde wetten als de elastische vervorming, doch met onbepaalde grootte van E, terwijl $m = 2$ is.

Deze aanname is zeer willekeurig. De hypothese van quasi-isotropie is inderdaad juist gebleken [8]). Ze is een gevolg van de plastische vervorming der kristallieten door verschuivingen langs kristallografische glijdvlakken, welke glijdvlakken in alle mogelijke richtingen georiënteerd zijn. Nu worden die twee glijdsystemen wel zoo gekozen, dat de resulteerende vervorming hetzelfde is, maar deze aanname is toch onwezenlijk, vooral omdat, zooals valt in te zien, *de glijding langs die aangenomen glijdvlakken in het algemeen niet in de richting van de daarin heerschende schuifspanning zal geschieden. Is b.v.* $\sigma_x = 0$ en $\sigma_y = {}^1/_3 \cdot \sigma_z$ (*fig. 3a*), dan moeten de assen der twee glijdsystemen een hoek $\varphi = 52°$ met elkaar maken (*fig. 3b*). Beschouwt men nu het evenwicht van een deeltje, dat afgegrensd is door de 3 hoofdspanningsvlakken en zoo'n glijdvlak, dat een hoek van 45° met de richting der grootste hoofdspanning σ_z insluit, waarvan in *fig. 3c* de projectie op het Z-vlak is voorgesteld, dan zal, daar $\sigma_x = 0$ is, de resulteerende kracht $\triangle P$ op het glijdvlak, in *fig. 3c* in projectie voorgesteld, evenwijdig aan het X-vlak moeten loopen. De richting van de resulteerende schuifspanning op het glijdvlak valt dus niet samen met de glijdrichting, die loodrecht op de as van het systeem wordt aangenomen, eveneens in projectie in *fig. 3c* voorgesteld. Men zou op die manier oneindig veel combinaties van twee, zij het dan niet gelijkwaardig te noemen glijdsystemen, kunnen aangeven, die dezelfde vervorming geven [9]).

K ö r b e r en S i e b e l zeggen nu dat, bij een trekstaaf met rechthoekige doorsnede, de assen van bedoelde gelijkwaardige glijdsystemen, die in dit geval hoeken $\varphi = 90°$ met elkaar maken en loodrecht staan op de trekrichting, wegens de ongelijke dwarsspanningen, die zich bij de insnoering in breedte- resp. dikterichting zullen instellen, met het breede vlak van de staaf elk hoeken van 45° zullen moeten insluiten (anders zijn ze immers niet gelijkwaardig). De glijdvlakken zullen dan het breede vlak van de staaf volgens *fig. 4* onder een hoek $\beta = \text{bg tg} \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot \sqrt{2}}{a}$ $= \text{bg tg } {}^1/_2 \cdot \sqrt{2} = 35°$ snijden, zoodat door de werking van deze glijdvlakken de staaf daar (in dikterichting) zal insnoeren en breken. Deze op hypothetische glijdvlakken gebaseerde verklaring geeft de werkelijke oorzaak van het ontstaan van dezen breukhoek niet aan.

Verklaring van de richting der vloeilijnen in een trekstaaf.

De werkelijke oorzaak van het onder dezen hoek optreden van vloeilijnen en breuk is m.i. in principe veel eenvoudiger. *De doorsneden, die het breede vlak van de staaf onder 35° snijden, zullen n.l. het eerst meegeven, omdat ze den minsten weerstand tegen vervorming vertoonen,* zooals uit het volgende zal blijken.

Eerst worden de *vloeilijnen* beschouwd. Stel b.v. eens, dat een *normale* doorsnede, die van alle normale doorsneden toevallig het kleinste oppervlak heeft, dus waarin de spanning het grootst is, zou willen beginnen te vloeien. Bij een plastische specifieke rek op deze zwakke plaats van ε_z in langsrichting zou de plastische specifieke verkorting in dwarsrichting $\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon_d = {}^1/_2 \cdot \varepsilon_z$ bedragen, immers voor de plastische vervormingen is de contractiecoëfficiënt $m = 2$.

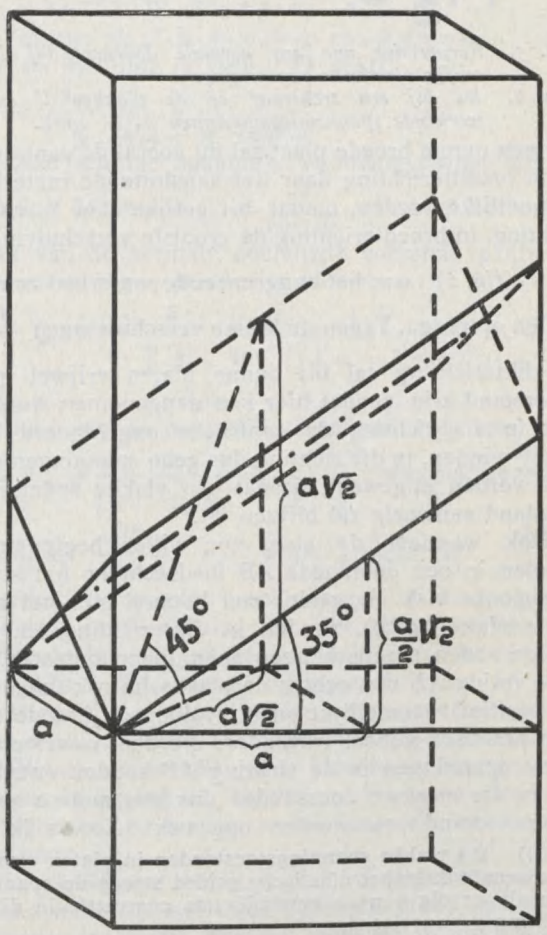


Fig. 4. Verklaring van de richting der breukvoeg in een trekstaaf volgens Körber en Siebel.

8) B i j l a a r d. De plastische vervorming van vloeiijzer en de berekening van ijzerconstructies. *De Ingenieur* 1933. No. 23.

9) Worden de assen van de twee glijdsystemen loodrecht op de Z-as gedacht, dan is gemakkelijk aan te toonen, dat door de werking daarvan in het algemeen de plastische vervorming bij een willekeurigen spanningstoestand ontstaan kan worden gedacht, wanneer de projecties van de loodrecht op de assen gedachte glijdrichtingen op het Z-vlak aan elkaar zijn toegevoegd in de kegelsnede, waarvan de halve assen, vallende resp. langs X- en Y-as, zich verhouden als $\sqrt{\varepsilon_x}$ en $\sqrt{\varepsilon_y}$, als ε_x en ε_y de specifieke plastische rekken in X- en Y-richting voorstellen.

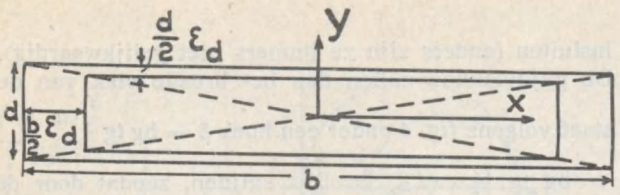


Fig 5.

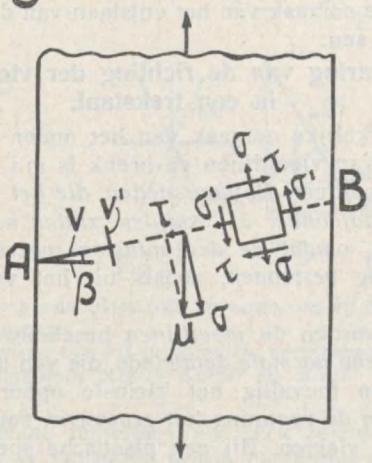


Fig 6.

Fig. 5. Vervorming van een normale doorsnede bij plaatselijke plastische vervorming.

Fig. 6. De bij een trekstaaf op de vlakken V en V' werkende spanningscomponenten σ, σ' en τ.

Bij een dunne breede plaat zal nu vooral de contractie ε_x in breedterichting door het aansluitende materiaal bemoeilijkt worden, omdat, bij gelijke ε in X- en Y-richting, in breedterichting de grootste verschuivingen $\frac{b}{2} \cdot \varepsilon_d$ (*fig. 5*) t.o.v. het aangrenzende materiaal zouden willen optreden. Tegen de kleine verschuivingen $\frac{d}{2} \cdot \varepsilon_d$ in dikterichting zal bij dunne platen vrijwel geen weerstand zijn, zoodat hier kan aangenomen worden, dat in die richting de contractie ongehinderd kan plaats vinden, in die richting dus geen spanningen zullen worden opgewekt, zoodat een vlakke spanningstoestand aanwezig zal blijven [10]).

Ook wanneer de staaf zou willen beginnen te vloeien in een doorsnede *AB* loodrecht op het spanningslooze vlak [11]), onder een hoek β met het normale vlak (*fig. 6*), zouden in dikterichting om dezelfde reden practisch geen spanningen ontstaan. In de richting *AB* zou echter de plastische rek (negatief of positief) bemoeilijkt en bij voldoende breede staven practisch geheel verhinderd worden, waartoe dus extra spanningen in de richting *AB* zouden ontstaan en in die zwakste doorsneden dus een andere spanningstoestand zou worden opgewekt. Zooals ik nu vroeger reeds aantoonde [12]), zal een schuine doorsnede, waarvan de contractie in de richting *AB* wordt verhinderd, eerst gaan vloeien wanneer de op die doorsnede werkende schuine spanning $\mu = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$ (*fig. 6*) in het $\sigma - \tau$-diagram (*fig. 7*) is aangegroeid tot aan de omhullende van alle spanningscirkels ρ_1 ρ_2, waarbij volgens de plasticiteitsvoorwaarde van Huber-v. Mises-Hencky vloeiing zou optreden [13]). Bij de vloeigrens σ_v is de schuine spanning $\mu = \sigma_v \cdot \cos \beta$ in doorsnede *AB* pas tot de spanningscirkel O—σ_v (*fig. 7*) aangegroeid. Deze schuine spanning μ zou dus volgens *fig. 7* nog met $\triangle \mu$ moeten aangroeien, alvorens in die doorsnede belangrijke [14]) plastische vervormingen zouden kunnen ontstaan. *Direct volgt hier dus uit, dat het vloeien zal beginnen in die doorsneden waarvoor* $\triangle \mu = 0$ *is, dus in de doorsneden, waarvan het beeldpunt wordt aangegeven door het raakpunt van den spanningscirkel O—*σ_v *aan de omhullende en die een hoek* β_B *met het normale vlak maken, immers hiervan wordt bij plaatselijk vloeien de weerstand blijkbaar niet verhoogd tegenover dien bij lijnspanning.* De spanningstoestand wordt in die doorsneden bij plaatselijk vloeien blijkbaar niet gewijzigd. Dit is ook duidelijk, want vroeger [12]) werd reeds afgeleid, dat de raakpunten van de cirkels ρ_1 ρ_2 aan de omhullende vlakken *V* voorstellen [15]), waarin de evenwijdig

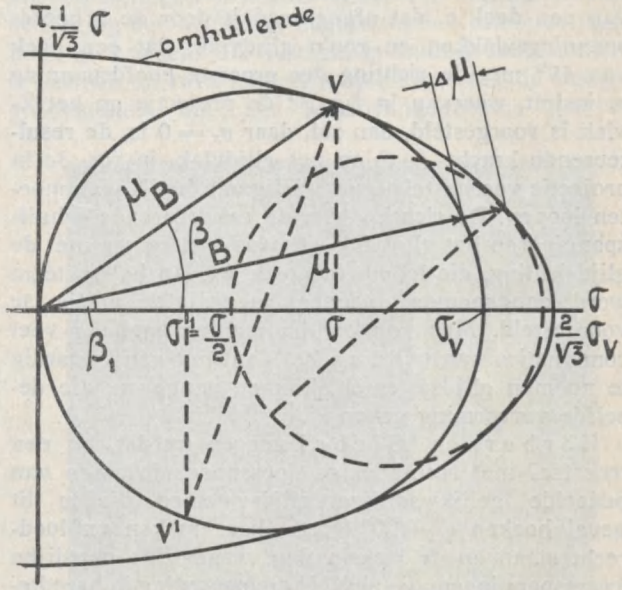


Fig. 7. De hier gegeven verklaring van de richting van vloeilijnen en breukvoeg. Ze treden op in de vlakken, die worden aangegeven door het raakpunt van den spanningscirkel $o \cdot \sigma_v$ *aan de omhullende van alle even gevaarlijke spanningscirkels* ρ_1 ρ_2.

10) Bij vlakke spanningstoestanden in platen worden trouwens ook in het elastische gebied steeds de spanningen als gevolg van de verschillende contractie in dikterichting verwaarloosd.

11) Verderop wordt onder doorsnede steeds een doorsnede loodrecht op het spanningslooze vlak verstaan.

12) Bijlaard. Weerstand van een verzwakte scheeve doorsnede van een getrokken plaat, berekend volgens de hypothese van Huber-Hencky. *De Ingenieur* 1931. No. 37.

13) Deze omhullende der spanningscirkels ρ_1 ρ_2 werd het eerst door mij ingevoerd. Een omhullende volgens Mohr is bij de plasticiteitsvoorwaarde van Huber-v. Mises-Hencky niet mogelijk.

14) Kleine plastische vervormingen, van de orde van grootte van de elastische, treden reeds eerder op, zie litt. noot 8, Hoofdstuk 3.

15) Onder vlakken worden verderop, tenzij het tegendeel vermeld wordt, vlakken loodrecht op het spanningslooze vlak verstaan.

aan het spanningslooze vlak gelegen lijnen bij de plastische vervorming ($m = 2$) een specifieke lengteverandering $\varepsilon = 0$ ondergaan. In vlakken V' (*fig. 6* en 7), die daar loodrecht op staan, heerschen n.l. normaalspanningen σ' (*fig. 7*), die gelijk zijn aan $\frac{\sigma}{2}$, als σ de normaalspanning in een vlak V voorstelt, zoodat de rek van deze lijnen bij de plastische vervorming gelijk is aan $\varepsilon = \frac{\sigma'}{E} - \frac{\sigma}{2 \cdot E} = 0$. Bij plaatselijk vloeien van een doorsnede, die een hoek β_B (*fig. 7*) met het normale vlak maakt, wil in de richting AB (*fig. 6*) dus geen lengteverandering optreden, zoodat in die richting dus ook geen extra spanningen worden opgewekt, in tegenstelling met wat zou gebeuren bij plaatselijk vloeien van doorsneden, die hoeken β kleiner of grooter dan β_B met het normale valk maken, waarvoor, zooals direct uit *fig. 7* is te zien, σ' resp. kleiner en grooter dan $\frac{\sigma}{2}$ is, zoodat daar resp. verkortingen en verlengingen in de richting AB zouden willen optreden. Daardoor zouden in de richting AB resp. extra trek- en drukspanningen worden opgewekt, waardoor σ' gelijk aan $\frac{\sigma}{2}$ zou worden, dus ε in de richting AB weer nul en de spanningstoestand zoo zou worden gewijzigd, dat μ tot de omhullende zou moeten aangroeien om verdere vervorming mogelijk te maken. De gewijzigde spanningstoestand wordt voor een doorsnede onder een hoek β_1 met het normale vlak dan aangegeven door den in *fig. 7* gestippelden spanningscirkel, die in het beeldpunt van het vlak V, dus waar de vector der schuine spanning μ de omhullende treft, aan de omhullende raakt.

Daar volgens *fig. 7* in het, het vlak V voorstellende raakpunt van den spanningscirkel O—σ_v aan de omhullende, vroeger [12]) reeds *het gevaarlijke vlak* genoemd, $\sigma = \sigma_v \cdot \cos^2 \beta_B$ is, terwijl voor het loodrecht op V staande vlak V' volgens *fig. 7* $\sigma' = \sigma_v - \sigma = \sigma_v \cdot \sin^2 \beta_B$ is, zal, daar hier $\sigma' = \frac{\sigma}{2}$, $\sin^2 \beta_B = \frac{1}{2} \cdot \cos^2 \beta_B$, dus $\operatorname{tg} \beta_B = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2}$ en $\beta_B = 35°$ zijn, waarmee dus is verklaard, waarom het vloeien het eerst in onder 35° gelegen doorsneden begint, dus ook de vloeilijnen onder dien hoek optreden. Ook zonder star vast te houden aan de plasticiteitsvoorwaarde van H u b e r-v. M i s e s-H e n c k y is wel in te zien, dat deze doorsneden minder weerstand tegen plastische vervorming hebben dan alle andere doorsneden. Immers het zijn de eenige doorsneden, waar bij plaatselijk vloeien de vervorming *niet* door het aangrenzende materiaal belemmerd wordt, doordat ze in de richting AB vanzelf reeds nul is. Dat toepassing van de genoemde plasticiteitsvoorwaarde ook tot dit resultaat leidt, maakt deze des te meer aannemelijk [16]).

16) Dat volgens deze plasticiteitsvoorwaarde verhindering van de vervorming verhooging van den weerstand beteekent, is een gevolg van het feit, dat bij verhindering van de vervorming de spanningstoestand statisch onbepaald wordt en dus, zooals in *De Ingenieur* 1933 No. 23 werd verklaard, de spanningen zich zoo gunstig mogelijk instellen, dus zoo dat de statisch grootst mogelijke weerstand wordt verkregen.

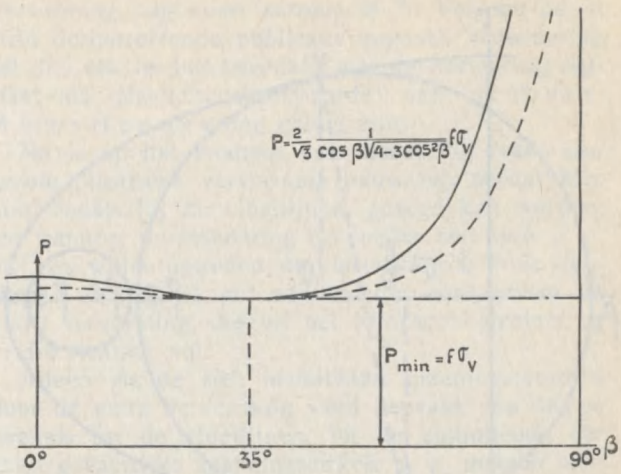


Fig. 8. Graphische voorstelling van den weerstand tegen plaatselijk vloeien van doorsneden onder hoeken van o tot 90° met het normale vlak en loodrecht op het breede vlak van de staaf.

In *fig. 8* is ter verduidelijking de weerstand der onder verschillende hoeken β gelegen doorsneden tegen plaatselijk vloeien uitgezet. De schuine spanning μ moet n.l. aangroeien tot de omhullende, die, zooals vroeger [12]) reeds werd afgeleid, een ellips is met halve assen van $\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sigma_v$ en $\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sigma_v$, die voldoet aan de vergelijking:

$$3 \cdot \sigma^2 + 12 \cdot \tau^2 = 4 \cdot \sigma_v^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Volgens *fig. 7* is nu $\sigma = \mu \cdot \cos \beta$ en $\tau = \mu \cdot \sin \beta$, wat na invulling in verg. (1) geeft:

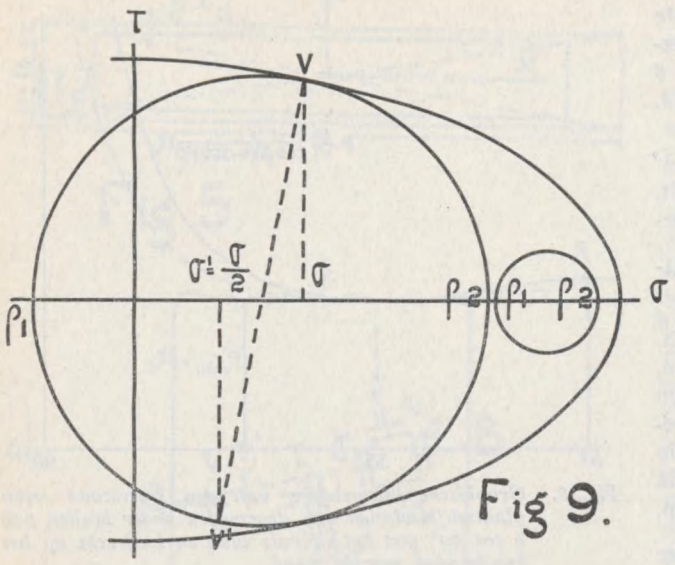
$$\mu = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sigma_v}{\sqrt{4 - 3 \cdot \cos^2 \beta}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Deze schuine spanning, vermenigvuldigd met de schuine doorsnede $f_s = \frac{f}{\cos \beta}$, waarin f het oppervlak van de normale doorsnede voorstelt, geeft den weerstand tegen plaatselijk vloeien:

$$P = f_s \cdot \mu = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\cos \beta \cdot \sqrt{4 - 3 \cdot \cos^2 \beta}} \cdot f \cdot \sigma_v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Deze wordt natuurlijk minimum als $\cos \beta = \cos \beta_B = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta_B}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$ wat ook gevonden wordt als $\frac{dP}{d\cos \beta} = 0$ wordt gesteld en $\frac{d^2P}{d(\cos \beta)^2}$ positief. Bij minder breede staven zal de lengteverandering in de richting AB niet geheel worden verhinderd, dus zal de weerstand minder worden verhoogd t.o.v. $P_{min.}$ dan die bij lijnspanning, en b.v. door de stippellijn in *fig. 8* worden aangegeven. Dan is er dus weinig verschil in weerstand tusschen de verschillende doorsneden met kleinen hellingshoek β, zoodat de ligging der vloeilijnen veel meer door toevalligheden beïnvloed wordt en sterk zal kunnen varieeren.

De vloeilijnen zullen nu dus bij de breede prismatische trekstaaf het eerst optreden in de onder 35° gelegen doorsnede, die den minsten weerstand vertoont, als gevolg van kleinere doorsnede of (en)



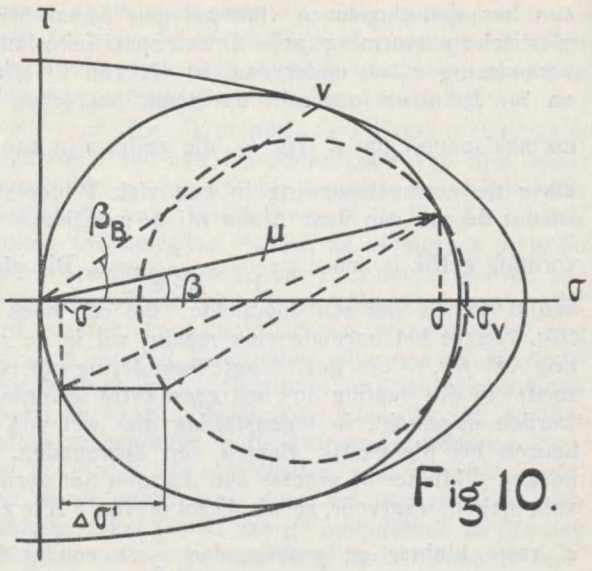


Fig. 9. Ligging van vloeilijnen en breukvoeg bij een willekeurigen vlakspanningstoestand, n.l. in het vlak V.
Fig. 10. Wijziging van den spanningstoestand in de insnoering, wanneer die bij een trekstaaf onder een hoek $\beta < 35°$ zou ontstaan.

plaatselijk mindere vastheid van het materiaal. Nadat het materiaal daar plaatselijk zoo verstevigd is, dat de weerstand ervan stijgt, dus nadat de rek het horizontale gedeelte van het spanning-rek diagram bij de vloeigrens doorloopen heeft, komen nu andere onder 35° gelegen doorsneden aan de beurt etc. [17]). *Dat lijnen onder 35°, afwisselend van slechts elastisch en van plastisch vervormd materiaal, ontstaan, is ook te begrijpen, als men bedenkt, dat bij het vloeien het materiaal in een richting onder 35° met het normale vlak een plastische rek van nul vertoont, dus in die richting eigenlijk, macroscopisch beschouwd, niet vloeit, zoodat men zich het vloeien kan indenken als een uit elkaar trekken van de slechts elastisch vervormde lijnen onder 35°.*

Richting der vloeilijnen bij willekeurige vlakke spanningstoestanden.

Heerscht in een plaat een willekeurige vlakspanningstoestand ρ_1 ρ_2, in *fig. 9* door den grooten spanningscirkel ρ_1 ρ_2 voorgesteld, dan zullen dus ook de vloeilijnen optreden in de doorsneden *V*, die worden aangegeven door het raakpunt van den spanningscirkel ρ_1 ρ_2 aan de omhullende, de *gevaarlijke vlakken* dus, immers hier wordt de plaatselijke plastische vervorming niet belemmerd, omdat in de richting van die doorsneden $\varepsilon = 0$ blijft, terwijl bij andere doorsneden de schuine spanning μ, vóór plaatselijke plastische vervorming mogelijk zou zijn, weer eerst tot de omhullende zou moeten aangroeien. Vroeger [12]) werd ook nog gevonden, dat de op de gevaarlijke vlakken werkende spanningen den grootsten gedaanteveranderingsarbeid verrichten.

Een uitzondering is echter nog te maken voor die vlakke spanningstoestanden, waarvan de spanningscirkels ρ_1 ρ_2 niet aan de omhullende der gelijkwaardige spanningscirkels ρ_1 ρ_2 raken, n.l. die, waarbij ρ_1 en ρ_2 gelijk teeken hebben en waarbij ρ_1 grooter is dan $\frac{1}{2} \cdot \rho_2$, waarvan in *fig. 9* de kleine spanningscirkel een voorbeeld geeft. Hier is immers geen enkel vlak aan te geven met normaalspanning σ, waarbij in het loodrecht daarop staande vlak een normaalspanning $\sigma' = \frac{1}{2} \cdot \sigma$ werkt [18]), zoodat geen enkel vlak in een spanningsloos vlak gelegen lijnen bevat, die een plastischen rek van nul vertoonen zullen. Daar bij plaatselijk vloeien $\varepsilon = 0$ wordt in de richting der vloeilijnen, zou ook hier de schuine spanning μ tot de omhullende moeten aangroeien voor dit mogelijk zou zijn. Voor alle vlakken is dus voor plaatselijk vloeien een hoogere spanning vereischt dan voor gelijkmatig vloeien over de geheele plaat, zoodat hier naar alle waarschijnlijkheid het vloeien gelijkmatig zal gebeuren zonder optreden van vloeilijnen.

Toepasselijkheid der aangegeven theorie.

Zooals uit het bovenstaande blijkt, is de hier gegeven theorie voor het ontstaan der vloeilijnen geldig voor dunne, doch breede platen, die bestaan uit een materiaal, dat een duidelijk uitgesproken vloeigrens, dus een horizontaal gedeelte van het spanning-rek diagram vertoont, aan welke voorwaarde dus de verschillende bouwstaalsoorten voldoen. Bovendien moet de plastische vervorming bij de vloeigrens *quasi-isotroop* zijn, zooals ook bij de meeste bouwstaalsoorten het geval is [8]). Zooals hierboven werd verklaard, is de geldigheid van de vloeivoorwaarde van Huber-v. Mises-Hencky geen absolute eisch, toch zal echter de grootheid, die maatgevend is voor vloeien voor alle vlakken [19]) eenzelfde waarde moeten hebben, hetgeen trouwens ook reeds in den eisch

17) Hieruit volgt, dat vloeilijnen of plaatselijke insnoering alleen mogelijk zijn, als het spanning-rek diagram over een klein gedeelte horizontaal blijft dan wel terugloopt, dus alleen bij vloei- en breukgrens.

18) Althans wanneer aan het woord „vlak" de in noot 15 aangegeven beteekenis wordt gehecht.

19) Onder „vlakken" hier ook die *niet* loodrecht op het spanningslooze vlak te verstaan.

van quasi-isotropie ligt opgesloten. Zou b.v. de maximum schuifspanning maatgevend zijn voor vloeien, dan zou de plastische vervorming bij een trekstaaf beginnen in de vlakken der maximum schuifspanning, onder 45° met het normale vlak en geschieden door glijding langs onder 45° gelegen banale glijdvlakken, die het breede vlak van de staaf natuurlijk al naar gelang van hun oriëntatie kunnen snijden onder hoeken, die varieeren tusschen nul en 45°. Daar bij deze wijze van plastische vervorming, macroscopisch beschouwd, geen extra spanningen ontstaan, omdat bij glijding langs een banaal glijdvlak *alle lijnen* in dat vlak even lang blijven, kunnen de hoeken, die de vloeilijnen met het normale vlak insluiten hier n.l., met de bovengegeven beperking, elke willekeurige waarde aannemen. Prof. dr. ir. F. K. Th. v. Iterson schreef mij b.v. voor *goed uitgegloeide* staven van vloeistaal een vloeischuifspanning τ_v van $0{,}5 \cdot \sigma_v$ gevonden te hebben, zoodat voor goed uitgegloeid vloeistaal de maximum schuifspanning voor het begin van vloeien maatgevend is, dus de vloeivoorwaarde van Mohr-Guest geldt. Dit is ook in overeenstemming met de proeven van Lode [20]), die bovendien vond, dat voor de *verdere* plastische vervorming de vloeivoorwaarde in die van Huber-v. Mises-Hencky overging, waarbij dan natuurlijk ook de vervorming weer quasi-isotroop geschiedt. Toch zal dus de in de vorige hoofdstukken gegeven theorie op *uitgegloeid* vloeistaal niet ten volle van toepassing zijn. Ik wil niet nalaten hier op te merken dat een interessante gedachtenwisseling met prof. v. Iterson over de verschillende plasticiteitsvoorwaarden mij er toe bracht de boven ontwikkelde theorie haar definitieven vorm te geven.

Verklaring van den optredenden breukhoek.

Wat hierboven over vloeilijnen werd gezegd, geldt ook voor de plaatselijke insnoering bij de breukgrens. Hier loopt eveneens het spanning-rek diagram horizontaal, althans wanneer de spanning berekend wordt over de *oorspronkelijke* doorsnede. Bij grootere rek neemt hier de weerstand van de trekstaaf niet meer toe, omdat de versteviging van het materiaal — dus het oploopen van de over de *werkelijke* doorsnede berekende spanning — en de doorsnedevermindering elkaar juist in evenwicht houden.

Het zal dus hier, evenals bij de vloeigrens, mogelijk zijn, dat in doorsneden, die toevallig iets zwakker zijn dan de andere, het materiaal plaatselijk gaat meegeven, dus gaat insnoeren, zonder dat de spanning zoover oploopt, dat ook andere doorsneden aan de beurt komen. Daar alleen wanneer de insnoering de breede zijde van de trekstaaf onder 35° met het normale vlak snijdt, bij quasi-isotrope plastische vervorming de vormverandering niet belemmerd wordt, zal de insnoering onder dezen hoek optreden [21]).

Uit mijn proeven met verzwakte schuine doorsneden bleek, dat ook bij de breukgrens de plastische vervorming nog quasi-isotroop is [8]). Volgens de in mijn desbetreffende publicatie gegeven redeneering zal dus ook op het oogenblik dat de insnoering ontstaat de plasticiteitsvoorwaarde van Huber-v. Mises-Hencky nog geldig zijn.

Nu is op het moment van insnoering reeds een groote plastische vervorming aanwezig, zoodat hier niet, zooals bij de vloeilijnen, gezegd kan worden, dat wanneer de insnoering b.v. onder een hoek $\beta < 35°$ zou willen optreden, de plastische rek in de richting *A B* (*fig. 6*) nul zou moeten zijn; alleen de *extra* vervorming, die bij het insnoeren ontstaat, is in die richting nul.

Alleen als de zich instellende spanningstoestand door de extra vervorming werd bepaald, zou dus μ, evenals bij de vloeilijnen, tot de omhullende der even gevaarlijke spanningscirkels ρ_1 ρ_2 moeten aangroeien, alvorens belangrijke vervormingen mogelijk zouden worden. Ook de voorafgegane vormveranderingen zullen echter hun invloed op den spanningstoestand doen gelden [22]), zoodat in de richting *AB* niet met een plastische rek nul gerekend mag worden. Wel kan echter gezegd worden, dat bij hellingshoeken van de insnoering, die resp. kleiner of grooter zijn dan $\beta_B = 35°$, waarbij dus in de richting *AB* resp. verkortingen of verlengingen zouden willen ontstaan, deze lengteveranderingen belemmerd zouden worden, zoodat in de richting *AB* resp. extra trek- of drukspanningen zouden ontstaan. Zooals uit *fig. 10* is te zien, zou hierdoor b.v. voor $\beta < \beta_B$ de in de richting *AB* werkende spanning σ' met $\triangle\ \sigma'$ toenemen, waardoor de voor de insnoering geldige getrokken spanningscirkel voor zuiveren trek zou overgaan in den gestippelden, dus niet meer aan de omhullende zou raken, zoodat een grootere trekkracht vereischt zou worden voor het insnoeren. Zooals men gemakkelijk inziet, zou voor $\beta > \beta_B$, waarbij σ' verminderd wordt, eveneens de spanningscirkel los van de omhullende komen te liggen. Alleen als $\beta = \beta_B$ is, dus voor de doorsnede, waarvan het beeldpunt *V* door het raakpunt van den spanningscirkel aan de omhullende wordt aangegeven, blijft in de richting *AB* de normaalspanning σ' gelijk, zoodat hier de geringste weerstand tegen insnoering aanwezig is.

Door de ontstaande doorsnedevermindering, waartegen de versteviging van het materiaal nu niet meer opweegt, zal nu de weerstand van de staaf terugloopen, zoodat, in tegenstelling met wat zich bij de vloeilijnen voordeed, verdere plastische vervormingen tot de insnoering beperkt zullen blijven, waar dan

20) Lode. Der Einflusz der mittleren Hauptspannung auf das Flieszen der Metallen. Forschungsarbeiten V. D. I. Heft 303.

21) Dat de verklaring van Körber en Siebel tot denzelfden breukhoek leidt is duidelijk. De breukhoek wordt hier *(fig. 4)* immers bepaald door de snijlijn van twee glijdvlakken, die zoo zijn aangenomen, dat glijding daarlangs dezelfde vervorming geeft als de werkelijk optredende. Nu blijven bij glijding langs een stel glijdvlakken natuurlijk alle in een glijdvlak gelegen lijnen even lang. Bij glijding langs de twee stel glijdvlakken blijven dus in ieder geval de snijlijnen van twee glijdvlakken even lang, zoodat ook voor het door Körber en Siebel aangegeven breukvlak lijnen evenwijdig aan het spanningslooze vlak een $\varepsilon = 0$ vertoonen.

22) Hohenemser en Prager. Beitrag zur Mechanik des bildsamen Verhaltens von Fluszstahl. Z. A. M. M. 1932. Heft 1.

tenslotte ook de breuk optreedt onder 35° met het normale vlak.

Bij een willekeurigen vlakspanningstoestand zal eveneens, tenzij ρ_1 en ρ_2 hetzelfde teeken hebben en $\rho_1 > \frac{1}{2}\ \rho_2$ is, insnoering en breuk optreden in een doorsnede, die aangegeven wordt door het raakpunt van den spanningscirkel $\rho_1\ \rho_2$ aan de omhullende der even gevaarlijke spanningscirkels.

Proeven.

Prof. ir. W. J. Th. Amons, hoofd van het Laboratorium voor Materiaalonderzoek te Bandoeng, was zoo vriendelijk eenige proeven te willen doen nemen ter contrôle van de hierboven gegeven theorie voor het ontstaan van de insnoering en breukvoeg. Het resultaat van deze proeven is gedeeltelijk in *fig. 11* voorgesteld. Het zijn trekstaafjes met een breedte van ongeveer 15 keer de dikte, resp. van *bandstaal*, *vloeistaal* en *aluminium*. De richting van de breukvoeg is in goede overeenstemming met de theorie. Ook bij een staafje van *messing* was dit het geval.

Bij staafjes uit zachter materiaal, n.l. *zink*, *roodkoper* en *lood*, trad de breuk op zonder voorafgaande insnoering, begon aan één kant en zette zich dwars over de staaf naar den anderen kant voort. Daar volgens het voorgaande de breuk alleen onder 35° zal optreden, als ze een gevolg is van een daaraan voorafgegane insnoering, is het duidelijk, dat zonder insnoering ook geen breuk onder 35° te verwachten is. Alleen bij lood trad wel een begin van insnoering op onder ongeveer 35°, maar deze zette zich niet voort, hetgeen zijn oorzaak kan vinden in de wijze van bevestiging van de trekstaven in de beproevingsmachine.

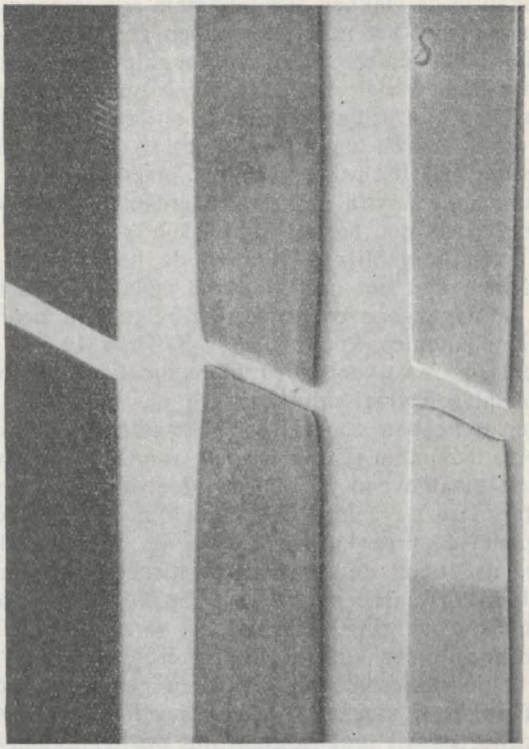


Fig. 11.

De Ingenieur en de Stedebouw

door

ir. THOMAS KARSTEN.

Kort verslag der voordracht, door ir. Thomas Karsten gehouden te Bandoeng op den 2en April 1935 in de 89ste Kringvergadering van de Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

De stedebouwkunde is als „kunde", eigenlijk een nieuw vak. Ze kan zich slechts doen gelden, wanneer bij den opbouw van een stad aan de hand van een stadsplan, het zoo noodige „teamwork" in welwillende samenwerking van alle belanghebbenden wordt verkregen.

Stedebouwkunde is de kunde van planmatigen aanleg en ordening van bevolkingscentra. In verschillende steden uit alle perioden en alle culturen, is het planmatige element steeds te onderkennen. Hierbij ziet men twee tendenzen n.l. de „natuurlijke groei" en de „planmatige aanleg". Alleen wanneer een sterke traditie en cultuur een samenleving geheel doordringen, vallen beide samen in een ordening van binnen uit.

De middeleeuwsche Europeesche stad is een fraai voorbeeld van ordening van binnen uit; de Renaissance brengt de ordening van boven af. De 19de eeuw bracht de vrijheid, speciaal voor den grondbezitter en daarmede een natuurlijken groei. Bij de steden, die ontstonden en/of groeiden onder invloed van dat liberale denken ziet men echter een van sociaal en technisch gezichtspunt beschouwd zeer sprekende rommeligheid. Hiertegen ontstond een reactie, die zich aanvankelijk niet rechtstreeks keerde tegen die wanorde, maar zich bepaalde tot verzet tegen de uitwassen van dat vrije denken. In 1876 komt de Hinderwet. Naast sociale en hygiënische overwegingen — b.v. zich uitsprekende in de Woningwet van 1901 — draagt de reactie ook esthetische overwegingen in zich. De stedebouw krijgt een meer principieel karakter, waarbij de ordening voorop staat. Kenmerkend is de ontwikkeling van het besef van ondergeschiktheid van het individueele aan het algemeene belang, van het détail aan het geheel.

De stedebouwkundige De Casseres stelde voor niet te spreken van stedebouw, doch van planologie, d.i. plankunde als kunde van de planmatige behandeling niet alleen van de stad, doch ook van landstreken, zelfs van landen. Uitingen hiervan in de practijk zijn reeds vele „streekplannen" in West-Europa. Duitschland spreekt van de Landesplanung; Amerika werkt aan een National Plan en ook de Russische ontwikkeling ge

schiedt op dezen grondslag. Sumatra is o.m. ook een gebied, dat voor deze beschouwing rijp is en daarvan veel nut kan hebben.

De steden in Ned.-Indië vertoonen een sterken groei, als gevolg van de bevolkingstoename en de industrialisatie. Veel moeilijkheden zijn nog te voorkomen, door bij de uitbreiding der steden het planmatige op den voorgrond te stellen, vooral ook omdat de laatste tientallen jaren de groei leidt van een extensieve naar een intensieve bebouwing. Ordening van boven af is niet te missen. Er zijn n.l. drie bevolkingsgroepen, die met eigen inzichten bouwend, een rommeligheid doen ontstaan, waarbij van een natuurlijke orde hoegenaamd geen sprake meer is.

De ingenieurs hier te lande, zoowel de bouwkundige als de civielingenieurs, de laatsten wellicht het meest, hebben zich goed rekenschap te geven van hun verhouding tot het geheel. Men moet steeds beginnen met het stadsplan, dat de stad als eenheid ziet, een organisme met de verschillende deelen in onderling verband. Dan komen het détailplan, de bouwregeling en de financiering. Sociale, juridische en esthetische elementen spelen een groote rol en moeten den stedebouwer dus goed bekend zijn.

De interessante voordracht werd tenslotte toegelicht aan de hand van de uitbreidingsplannen van Palembang en Meester-Cornelis.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Prijsvragen.

Door „Het Prijsvragenfonds der Technische Hoogeschool", stichting gevestigd te Bandoeng, zijn de volgende prijsvragen uitgeschreven.

3e Prijsvraag.

Zooals bekend mag worden verondersteld, hebben de gebruikelijke hydraulicaformules voor de berekening der watersnelheden in open leidingen, slechts beperkte geldigheid.

Immers, wordt het verhang grooter dan ongeveer 10 à 15%, zoo treden gaandeweg nevenverschijnselen op — in het bijzonder dat der luchtabsorptie — waardoor de bedoelde formules niet meer met de vereischte nauwkeurigheid kunnen worden toegepast.

Toch is een juiste kennis van den stroomtoestand, ook in deze gevallen van groot practisch belang, niet alleen voor de bepaling der afmetingen dier sterk hellende leidingen en van het tracé zoowel in verticalen als horizontalen zin, maar ook in verband met de berekening van den vorm en den benoodigden inhoud van ev. uitwoelkommen, waarin de levende kracht van het water in onschadelijke energie moet worden omgezet.

Pogingen om langs experimenteelen weg tot bruikbare formules voor deze gevallen te geraken zijn o.m. gedaan door Ehrenberger in het Weensche waterloopkundig laboratorium (max. helling $\sin \cdot \alpha = 0{,}606$, max. snelheid = 8,19 m/sec, max. afvoer 44,5 l/sec) *) en door Vreedenburgh bij eenige bestaande waterwerken in Ned.-Indië (max. helling $\sin \cdot \alpha = 0{,}602$, max. snelheid = 23,5 m/sec, max. afvoer = 6 000 l/sec) **).

Gevraagd wordt:

een verhandeling voor verschillende bodemhellingen en ruwheden der profielen, op theoretischen en zoo mogelijk mede op experimenteelen grondslag, over de berekening der luchtabsorptie, waterdiepte en watersnelheden in deze sterk hellende leidingen, benevens over de bepaling der meest economische afmetingen van uitwoelkommen, zoowel met laag- als hooginschietenden waterstraal.

Toetsing der verkregen resultaten bij *uitgevoerde werken*, wordt op prijs gesteld.

4e Prijsvraag.

Zoowel bij dalreservoirs (stuwmeren), als bij reservoirs voor dagaccumulatie (vergaarbakken), bestemd voor reguleering van den wateraanvoer ten behoeve van irrigatie- en waterkrachtwerken heeft men, vooral in Nederlandsch-Indië, veelvuldig bezwaren ondervonden door sterke aanslibbing.

Ten einde het slibbezwaar zooveel mogelijk tegen te gaan, werden spuisystemen toegepast, die echter slechts ten deele aan het gestelde doel hebben beantwoord.

Gevraagd wordt:

een verhandeling over:

a) de aanslibbing van bovenbedoelde reservoirs in het algemeen, en de factoren, die daarop van invloed zijn, meer in het bijzonder;

b) de middelen, welke bij ontwerp, uitvoering en onderhoud kunnen worden toegepast, teneinde de hinderlijke afzetting zooveel mogelijk tegen te gaan, dan wel om het afgezette slib en zand op de meest economische wijze te verwijderen.

Bij de beantwoording zal speciaal rekening zijn te houden met de omstandigheden, welke zich in Nederlandsch-Indië voordoen, terwijl toetsing der gegeven beschouwingen en berekeningen aan *uitgevoerde werken* wordt op prijs gesteld.

De mededinging staat voor ieder open.

Antwoorden op een der beide prijsvragen naar keuze moeten worden ingezonden *vóór 1 Januari 1937*.

Als prijs wordt in totaal beschikbaar gesteld: een bedrag aan geld ad. *f* 500,— òf gouden medaille's geslagen op den stempel der Technische Hoogeschool.

Voor de beantwoording van deze prijsvragen gelden de „Regelen", gelijk die zijn vastgesteld door „Het Prijsvragenfonds der T. H.", ddo. 20 Augustus 1925, nader aangevuld en gewijzigd in Maart 1928 (Zie ook IIe Jaarboekje der T. H., blz. 60, uitgegeven in Juli 1928).

Inlichtingen uitsluitend te bekomen bij den Voorzitter der Faculteit van Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng.

*) *Zeitschr. des Österr. Ingr. und Arch. Vereines*, Heft 15/16; 16 en 30 April 1926.

**) *De Waterstaats-Ingenieur* No. 9—1924 en *De Ingenieur* No. 46—1930.

Prof. dr. P. Zeeman.

Op 25 Mei 1935 heeft prof. dr. P. Zeeman den 70-jarigen leeftijd bereikt; aetatis causa neemt zijn werkzaamheid als hoogleeraar thans een einde. Vrienden en bewonderaars van Zeeman en zijn werk hebben gemeend deze gelegenheid te mogen aangrijpen om van hun genegenheid, waardeering en bewondering blijk te geven.

Ook in Nederlandsch-Indië mag deze dag niet onopgemerkt voorbij gaan. De Nederlanders in de tropen mogen met een warm gevoel van dankbaarheid beseffen, dat Zeeman een beroemd Nederlandsch natuurkundige is, die niet alleen door zijn groote ontdekking, welke hij als jong physicus gedaan heeft, maar ook door zijn later werk belangrijk bijgedragen heeft, Nederland een eervolle plaats te doen verwerven in de natuurkundige wetenschap. Onder de in verhouding tot het zielenaantal der Nederlandsche bevolking vele Nederlandsche natuurkundigen, die een Nobel-prijs verworven hebben, was Zeeman een der eersten. De talrijke hoogst eervolle en vaak zeldzame onderscheidingen, hem door buitenlandsche geleerde genootschappen verleend, leggen ondubbelzinnig getuigenis af van de waardeering, die hij ook buiten zijn eigen land geniet.

De naam van Zeeman is wel onafscheidelijk verbonden aan de ontdekking in 1896 van dat verband tusschen magnetisme en licht, dat zich uit in de splitsing der spectraallijnen onder invloed van een magnetisch veld en dat in de natuurkundige litteratuur algemeen bekend staat als het Zeeman-effect. Thans is dit verschijnsel in een laboratorium, uitgerust met moderne magnetische en optische hulpmiddelen, zeer gemakkelijk te demonstreeren; 40 jaar geleden was er voor de ontdekking een buitengewone fijnheid van waarneming en speurzin noodig. Wie het oorspronkelijke stuk, waarin Zeeman de ontdekking beschrijft, naleest, komt onder de bekoring van de scherpzinnigheid, waarmede de talrijke secundaire effecten, die het eigenlijke verschijnsel konden vertroebelen, geëlimineerd worden.

Op deze ontdekking is door Zeeman zelf en door talloos vele anderen voortgebouwd en in de moderne atoomphysica speelt ze een zeer belangrijke rol.

Maar het zou ten eenen male misplaatst zijn den indruk te wekken alsof Zeeman's werk als natuurkundige in de ontdekking en verdere bestudeering van het Zeeman-effect opgegaan zou zijn. Van de onderzoekingen, waardoor Zeeman fundamenteele bijdragen geleverd heeft tot de ontwikkeling der natuurkunde mogen hier slechts nog twee nader genoemd worden.

De eerste heeft betrekking op den zgn. meesleepingscoëfficiënt van Fresnel, die optreedt bij de beweging van licht in stoffen, die zelf in beweging zijn. Het licht wordt dan niet volkomen medegesleept door het bewegende medium, maar slechts gedeeltelijk, zooals door Fresnel voorspeld was. Experimenteel was dit echter bijzonder moeilijk aan te toonen, omdat de snelheden, die wij aan de materie geven kunnen steeds zeer klein zijn ten opzichte van de lichtsnelheid. Aan den genialen Fizeau gelukte het omstreeks 1850 door een bijzonder fijne inrichting zijner proeven de onvolkomen meesleeping aan te toonen; de quantitatieve overeenstemming met de theorie van Fresnel, was echter nog maar zeer gebrekkig; in 1886 wisten Michelson en Morley grooten vooruitgang te bereiken; met de toen behaalde nauwkeurigheid bleek de formule van Fresnel met de waarnemingen in overeenstemming. De aethertheorie van Lorentz bracht echter wijziging in den meesleepingscoëfficiënt van Fresnel. De proeven van Michelson en Morley waren niet voldoende nauwkeurig, om de beslissing te kunnen geven tusschen de oorspronkelijke formule van Fresnel en de door Lorentz gewijzigde. Zeeman wist de methode van Fizeau zoo te perfectioneeren, dat ze tot een experimentum crucis werd; zijn uitkomsten toonden ondubbelzinnig de juistheid van de door Lorentz voorgestelde correctie aan. Ook breidde hij de proeven, die oorspronkelijk op de beweging van vloeistoffen betrekking hadden, uit tot het nog veel moeilijker onderzoek van vaste lichamen.

De andere groep van onderzoekingen, waaraan wij nog een enkel woord willen wijden, betreft de toepassingen, welke de zgn. parabolenmethode van J. J. Thomson in den laatsten tijd in Zeeman's laboratorium gevonden heeft. Daarbij worden de ionen, die zich in electrische ontladingsbuizen bewegen op zoodanige wijze aan een electrisch en een magnetisch veld onderworpen, dat, als ze daarna een fotografische plaat treffen, alle ionen, waarvoor de verhouding van lading tot massa eenzelfde waarde heeft, op één parabool terecht komen. Deze methode is door Aston in een eenigszins andere richting ontwikkeld en tot grooten graad van volkomenheid gebracht en heeft daarbij geleid tot zijn beroemde onderzoekingen op het gebied der isotopen. Maar ook de oorspronkelijke methode van Thomson kan voor de isotopenstudie zeer veel praesteeren. In Zeeman's laboratorium is ze o.a. toegepast op het onderzoek van de zware waterstof isotoop.

In het voorafgaande is alleen gesproken over den natuurkundige Zeeman. Degenen, die persoonlijk met hem in aanraking gekomen zijn, bewaren warme herinneringen aan den mensch Zeeman, aan zijn fijne en innemende persoonlijkheid. Met groote dankbaarheid zullen vooral zijn oud-leerlingen hem zich blijven herinneren niet alleen om de voortreffelijke leiding bij hun wetenschappelijk werk, maar ook om wat hij hun in andere opzichten geboden heeft.

In verband met dit jubileum heeft op den 24sten Mei prof. dr. H. R. Woltjer, in het Bosscha-Laboratorium voor Natuurkunde der Technische Hoogeschool een voordracht gehouden met lichtbeelden, getiteld „Grepen uit het werk van prof. dr. P. Zeeman". Na afloop dezer voordracht werd een demonstratie van het Zeeman-effect gegeven.

W.

Stichting voor Materiaalonderzoek.

Verschenen is het Jaarverslag over 1934 van bovengenoemde te 's-Gravenhage gevestigde Stichting, waaraan wij het volgende ontleenen.

De in het jaar 1930 opgerichte Stichting heeft ten doel, het bevorderen van het tot stand komen en het in stand houden van een *centraal instituut* voor materiaalonderzoek en keuring van instrumenten en van alles, wat in verband met dit doel voor het materiaalonderzoek en de keuring van instrumenten in den ruimsten zin bevorderlijk kan zijn.

De Raad van Bestuur bestaat uit vijf leden, de Commissie van Bijstand telt er een en dertig. De leden zijn benoemd door de Ministers van Economische Zaken, Financiën, Defensie, Waterstaat, Koloniën en Onderwijs en verder door verschillende instellingen op het gebied van Wetenschap, Techniek, Nijverheid, Industrie, Handel en Verkeer. Het Secretariaat is gevestigd *Prinsessegracht 23, Den Haag*, met ir. W. A. Slinkers als Secretaris-Penningmeester.

De Stichting heeft tot dusver nog haar voorloopige werkwijze moeten volgen, daaruit bestaande, dat zij tracht te voorzien in die behoeften aan materiaalonderzoek, welke op het oogenblik niet vervuld worden, en wel door belanghebbenden bijeen te brengen ten behoeve van onderzoekingen, die kunnen worden uitgevoerd met gebruikmaking van *bestaande laboratoria*.

Het eigenlijke doel der Stichting, n.l. te komen tot een centraal instituut voor materiaalonderzoek werd dus nog niet bereikt. Dit hangt nauw samen met de uitvoering van de wet van 30 October 1930 tot regeling van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Ingevolge deze wet werd een Centrale Organisatie ingesteld, doch eerst op 19 November 1934 werd door den Minister van Economische Zaken de Bijzondere Organisatie voor Nijverheid, Handel en Verkeer geïnstalleerd. In verband hiermede mag worden gehoopt, dat de organisatie van het materiaalonderzoek in Nederland van Regeeringswege spoedig ter hand zal worden genomen en dat de plaats der Stichting in het kader van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek kan worden vastgesteld.

In het Jaarverslag vinden wij verder de resultaten vermeld van verschillende onderzoekingen, waaronder meer in het bijzonder die op het gebied der *corrosie* op den voorgrond treden. Hiervoor is zelfs een Centrale Corrosiecommissie ingesteld met niet minder dan vijf sub-commissies.

Gedurende de periode 1930—1934 werd in totaal aan bijdragen ontvangen rond *f* 62 000,— waartegenover rond *f* 52 000,— aan uitgaven staan.

Tot dusver werden door de Stichting een zevental Mededeelingen uitgegeven. De Jaarverslagen alsmede de Mededeelingen No. 1 en 2, handelende over ontstaan, doel en werkplan der Stichting, worden op aanvraag bij het Secretariaat, kosteloos toegezonden.

Vr.

Normalisatie.

Bij het Secretariaat van den Normalisatieraad — Bragaweg 38, Bandoeng — zijn verkrijgbaar gesteld de navolgende normaalbladen:

Nieuw ontvangen normaalbladen:

N 588: Technische teekeningen. Aanduiding van onderdeelen van pijpleidingen. Algemeene teekens.
N 589: Idem. Idem. Afsluitingen.
N 590: Idem. Idem. Meetinstrumenten.
N 591: Idem. Idem. Watervoorziening en sanitaire installaties.
N 592: Idem. Idem. Centrale warmwatervoorziening en centrale verwarming.
N 593: Idem. Idem. Ventilatie en gasvoorziening.
N 627: Stalen warmwatervaten voor druktrap I—6.
N 628: Koperen warmwatervaten voor druktrap I—6.

BOEKBESPREKING.

Ir. J. H. Steggewentz.
„De invloed van de getijbeweging van zeeën en getijrivieren op de stijghoogte van grondwater".
Proefschrift T. H. Delft 1933.
Uitgave W. D. Meinema, Delft. Prijs *f* 3,50.

Reeds sinds onheugelijke tijden had het onderwerp de aandacht der menschheid.

In een historisch overzicht worden een groot aantal schrijvers geciteerd, waaronder Polybius (204—122 v. C.), Strabo (66 v. C.— 24 n.C.), Seneca (4 v. C.— 65 n. C.), Plinius (23—79 n. C.), Ausonius (309—392 n. C.), Camden (1586), Varenius (1650), en Kircherus (1664). In Frankrijk en Nederland werden meer diepgaande onderzoekingen verricht sinds het midden der 19de eeuw, en in Amerika, Duitschland en Japan sinds het begin dezer eeuw.

Met de wet van Darcy als grondslag worden, voortbouwende op het werk van Forchheimer en Terzaghi, formules afgeleid voor de voortplanting der getijden zoowel in spanningsgrondwater als in phreatisch grondwater. Voor zoover waarnemingen ter beschikking stonden werden de formules aan de practijk getoetst.

De in 1929 door den schrijver langs grafischen weg afgeleide benaderingsformules voor den invloed van de getijbeweging op de stijghoogte van spanningsgrondwater (Mededeeling No. 9 van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening), zijn van algemeene geldigheid. Ze voldoen beter naarmate een put dichter bij een zee of getijrivier gelegen is, en kunnen ook voor de toepassing op stormvloeden worden gebezigd, als daarbij althans een geringe veiligheidsmarge wordt ingevoerd.

Iederen hydroloog kan de bestudeering van dit proefschrift ten zeerste worden aanbevolen.

Vr.

PERSONALIA.

Ir. J. E. Loke is benoemd tot ingenieur bij de S. S. en geplaatst bij den Technischen dienst (hoofdwerkplaats Madioen).

Aan ir. W. G. G. de Blauw, hoofdingenieur hoofd van het 3de Distr. van den Prov. Wat. van Oost-Java, is met ing. van ult. Mei 1935, eervol en met recht op pensioen, ontslag uit 's Lands dienst verleend.

Ir. W. L. J. Huyer, ambt. op non-act., is herbenoemd tot ingenieur bij den P. T. T.-dienst en geplaatst te Bandoeng.

Ir. J. Ruinen, ingenieur bij de B. P. M., is geplaatst te Pladjoe.

Ir. J. J. Arps, idem, is van Pladjoe overgeplaatst naar Balikpapan.

Ir. H. W. O. de Bruyn, idem, is van Pladjoe vertrokken naar Europa.

KON. INST. V. INGENIEURS.
Groep Ned.-Indië.

Balans per 31 December 1934.

Te innen contributies	*f*	360,—	Raad van Bestuur	*f*	885,60
Kas Penningmeester	,,	336,87	Vooruitbetaalde contributies	,,	130,—
Kas Kringen	,,	813,38	Reserve koersverschillen	,,	3 960,51
Administratie *De Ingenieur in Ned.-Indië*	,,	237,65	Kapitaal ultimo 1935 ..... *f* 52 578,50		
Effecten	,,	52 400,—	Nadeelig Saldo verlies ... ,, 1 431,26	,,	51 147,24
Ned. Handel Maatschappij Batavia	,,	1 309,74			
Ned. Handel Maatschappij Amsterdam	,,	639,21			
Inventaris	,,	14,—			
Inschrijfgelden en entree's	,,	12,50			
	f	56 123,35		*f*	56 123,35

S. E. & O.

Voor de opgave :
De Penningmeester,
(w.g.) H. S. van Lennep.

Gezien en in orde bevonden :
De Verificatie Commissie,
(w.g.) L. Meyer.
(w.g.) F. J. Dijxhoorn.

Verlies- & Winstrekening per 31 December 1934.

Onkosten Kringen.				*Aandeel Contributies*		*f*	9 242,—
Kring I (Batavia) ... *f*	219,65			*Interest*		,,	2 514,80
,, II (Bandoeng) ,,	363,91			*Nog te betalen aandeel ,,de Ingenieur" over 1933*		,,	2 750,—
,, III (Semarang) ... ,,	87,85			*Nadeelig Saldo*		,,	1 431,26
,, IV (Soerabaia) ,,	107,20						
,, V (Medan) ..... ,,	3,58	*f*	782,19				
Lezingen, Excursies, Congressen enz.		,,	712,65				
Oninbare Contributies		,,	100,—				
Kosten ,,De Ingenieur in Ned.-Indië"		,,	8 595,67				
Kosten ,,De Ingenieur"		,,	3 746,—				
Onkosten.							
Incassokosten, zegels enz. *f*	110,83						
Toelage assistent penningmeester ..... ,,	900,—						
Salarissen Bibliotheekbeheer ..... ,,	667,50						
Porti, telegrammen en onk. Secretariaat ..... ,,	170,44						
Drukwerk, onkosten remises, bewaarloon effecten en reiskosten ... ,,	152,78	,,	2 001,55				
		f	15 938,06			*f*	15 938,06

S. E. & O.

Voor de opgave :
De Penningmeester,
(w.g.) H. S. van Lennep.

Gezien in en orde bevonden :
De Verificatie Commissie,
(w.g.) L. Meyer.
(w.g.) F. J. Dijxhoorn.

Balans van „De Ingenieur in Ned.-Indië" op 31 December 1934.

Kassa	*f*	72,14	Koninklijk Instituut	*f*	237,65
Kas Redactie Commissie	„	204,89	Porti Drukkerij	„	26,74
Algemeene Onkosten	„	3,46	Honoraria Bijdragen	„	102,60
Cliché's	„	94,10	Drukkosten	„	35,60
Abonnementen	„	100,—	Crediteuren	„	72,—
	f	474,59		*f*	474,59

Verlies- en Winstrekening van „De Ingenieur in Ned.-Indië" op 31 December 1934.

Algemeene Onkosten	*f*	736,85	Abonnementen	*f*	3 285,—
Redactie	„	4 074,01	Advertenties	„	2 581,25
Drukkosten	„	5 343,22	Bijdrage Koninklijk Instituut	„	8 595,67
Overdrukken	„	24,—			
Cliché's	„	1 575,98			
Teekenwerk	„	117,91			
Correctie	„	360,—			
Honoraria Bijdragen	„	1 656,48			
Porti Drukkerij	„	573,47			
	f	14 461,92		*f*	14 461,92

Batavia-Centrum, 22 April 1935.
H. Karsenbarg.

Toelichting op de Balans en Verlies- & Winstrekening over het jaar 1934.

Te innen contributies.
Restant onbetaalde contributies 1933 ..... *f* 40,—
Restant onbetaalde contributies 1934 ..... „ 320,— *f* 360,—

Effecten.
Het Effectenbezit werd zooals gewoonlijk tegen de nominale waarde opgenomen, zijnde ..... „ 52 400,—
(In 1932 en 1933 resp. *f* 54 400,— en *f* 55 400,—).
Tengevolge van de hoogere beursnoteeringen per ulto. December 1934 behoefde aan de rekening

Reserve koersverschillen niets te worden toegevoegd.

Onkosten Kringen.
Deze bedroegen over 1934 ..... *f* 782,19
(In 1932 en 1933 resp. *f* 1 519,— en *f* 1 441,36).

Lezingen, excursies, congressen enz. „ 712,65
(In 1932 en 1933 resp. *f* 1 146,97 en *f* 956,47).

Onkosten ..... „ 2 001,55
(In 1932 en 1933 resp. *f* 4 821,11 en f 4 059,28).

Interest ..... „ 2 514,80
(In 1932 en 1933 resp. *f* 2 604,72 en *f* 2 563,65).

Aandeel contributies ..... *f* 9 242,—
(In 1932 en 1933 resp. *f* 8 287,17 en *f* 5 713,61).

Tot heden werden de kosten van „*De Ingenieur*" steeds in mindering gebracht van ons aandeel in de contributies. Waar deze kosten de laatste jaren belangrijk zijn toegenomen, kwam het ons juister voor, ter verkrijging van een betere vergelijking der cijfers met vorige jaren, deze kosten afzonderlijk op de Verlies- en Winstrekening en wel onder het hoofd *Aandeel kosten „De Ingenieur"* op te nemen.

Reserve bijdrage in de kosten van „De Ingenieur" over 1933.

Onder verwijzing naar onze toelichting op de Balans en Verlies- en Winstrekening, deelen wij thans mede, dat wij inmiddels van het Bestuur bericht ontvingen, dat de kosten van „*De Ingenieur*" niet geboekt worden in het jaar volgende op het jaar, waarop deze kosten betrekking hebben, doch dat ons aandeel voor het loopende jaar wordt berekend naar de kosten van het voorgaande jaar. Over 1933 behoefden deze kosten dus niet te worden gereserveerd. Daarom werd het bedrag ad *f* 2 750,— thans ten bate van de Verlies- en Winstrekening gebracht.

Kosten „De Ingenieur in Ned.-Indië".
Verwezen wordt naar de hierbij opgenomen Balans en Verlies- en Winstrekening.

Kapitaal.
Het verlies-saldo ad *f* 1 431,26 werd in mindering gebracht, waardoor deze rekening thans een saldo aanwijst van ..... *f* 51 147,24
(In 1932 en 1933 resp. *f* 55 900,— en *f* 52 578,50).

Jaarverslag 1934 van kring IV (Soerabaia).

Bestuur.

Het bestuur van Kring IV was tot 1 April 1935 evenals gedurende het vorige jaar samengesteld als volgt:

ir. G. F. J. Staargaard, Voorzitter;
A. de Haas, Secretaris-Penningmeester;
ir. S. H. A. Holzenspies, Lid.

Met het oog op zijn aanstaand vertrek trad de Voorzitter af en werd met ingang van 1 April 1935 als zoodanig vervangen door ir. K. K. J. L. Steinmetz.

In het afgeloopen jaar werden eenige interessante excursies georganiseerd, waarvoor bij de leden groote belangstelling bestond. Het aantal lezingen was gering, wat wel toe te schrijven zal zijn aan de nog steeds voortdurende slechte maatschappelijke toestanden.

Hieronder volgt een opsomming van de werkzaamheden van Kring IV.

13 Mei: Excursie naar de Tunnelcapteering te Binangoen bij Batoe, aan welke excursie, behalve door leden van Kring IV, ook door de deelnemers aan het decentralisatiecongres, door leden van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs en door leden van Kring III van het K. I. v. I. werd deelgenomen. De Gemeente Malang was zoo welwillend voor de serveering van een koelen dronk met sandwiches zorg te dragen, terwijl na afloop van de excursie nog door velen aan een gemeenschappelijke lunch te Malang werd deelgenomen.

15 Juni: Tocht naar het Westervaarwater met den slibzuiger „Celebes".

27 Juli: Voordracht met lichtbeelden door den heer D. J. L. Coninck Westenberg, M.I.C.E., A.M.I.E.E. over „Historische Ontwikkeling van Electrische Schakelinrichtingen".

16 October: Voordracht van den heer ir. P. de Gruyter over „Het meetrijtuig der S. S.", gevolgd door een meetrit met dit rijtuig op 17 October. Uiteraard viel deze excursie bij de leden zeer in den smaak en een woord van dank aan het hoofd der S. S., die deze rit mogelijk maakte, moge hier dan ook op zijn plaats zijn.

26 October: Voordracht door den heer ir. G. A. F. Kwantes over „Petroleumboringen volgens het Rotarysysteem", ter inleiding van een excursie op 27 October naar de rotary diepboring der B. P. M. te Kedoengwaroe, voor welke excursie veel belangstelling bestond.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Verificatie Commissie.

De op de jongste Algemeene Vergadering der Groep benoemde verificatie commissie (zie *„De Ingenieur in Ned.-Indië"* No. 2 — 1935, pag. I, 27) bracht over de in dit nummer opgenomen balans en verlies- en winstrekening 1934 verslag uit. Het lid ir. M. H. C. Vreede, dat wegens ziekte verhinderd was, is in deze commissie vervangen door ir. L. Meyer.

De commissieleden bevonden de Balans en de Verlies- en Winstrekening in orde en spraken hun waardering uit voor het gevoerde beheer. Zij stelden voor den Penningmeester acquit en décharge te verleenen.

Adresverandering.

Ingevolge een op de Bestuursvergadering van 16 April j.l. genomen besluit werd de Administratie van *De Ingenieur in Ned.-Indië* met ingang van 1 Mei naar Bandoeng overgebracht. Het adres van de Administratie is thans hetzelfde als dat van het Secretariaat van de Groep: Bragaweg 38 — Bandoeng.

Voorgestelde en aangenomen nieuwe leden.

De in nummer 4 van dezen jaargang genoemde leden zijn aangenomen.

Als *gewone leden* worden voorgesteld:

ir. Hwan Hij Kie, assistent aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng,

ir. W. L. J. Huijer, ingenieur bij den P. T. T.-dienst te Bandoeng.

Eventueele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden voor 10 Juli a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38 — Bandoeng.

2e JAARGANG
NUMMER 6

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

JUNI
1935

II. BOUWKUNDE.

INHOUD: Kantoorgebouw Borsumij te Soerabaia arch. C. Citroen, B. N. A. †

Kantoorgebouw Borsumij te Soerabaia

Arch. C. CITROEN, B.N.A. †

Juist voor het ter perse gaan van onderstaand artikel bereikte ons het bericht van overlijden van arch. C. Citroen. Met dit heengaan verliest de architectenstand in Ned.-Indië een harer meest begaafde en serieuze werkers. Bijzonder aangenaam is het ons met het plaatsen van een artikel over Arch. Citroen's laatste groote werk zijn nagedachtenis te kunnen eeren. Redactie.

Reeds in het jaar 1930 werd aan wijlen arch. Citroen door den hoofdvertegenwoordiger van de „BORSUMIJ" te Soerabaia opdracht gegeven voorloopige schetsplannen te vervaardigen voor een nieuw kantoorgebouw te Soerabaia, op een terrein gelegen aan de Societeitstraat.

De oppervlakte van dit plan bedroeg niet meer dan ongeveer de helft van het thans uitgevoerde bouwwerk.

De steeds grootere uitbreiding, die de BORSUMIJ aan hare zaken gaf, maakte het noodzakelijk de plannen eenige keeren om te werken.

Eerst op het eind van 1933 werd het definitieve ontwerp ter uitvoering aan de Nederlandsche Aanneming Maatschappij (NEDAM) opgedragen.

Het kantoorgebouw, een verdiepinggebouw, bevat op den beganen grond, zie *fig. 1*, vestibule, traphall, administratieafdeeling met naastliggende monsterkamers en kleine archiefgalerij, expeditie en douaneafdeeling, afdeeling „Revimij" met kamer vertegenwoordiger en monsterkamer. Verder bevat de begane grond nog de kassiersafdeeling met kluis, een aangrenzende betaalruimte, eetzaal, bijkeuken etc. Achter het kantoorgebouw aan de rivierzijde liggen de garages, kleine goedang, keuken etc. en aan de Zuidzijde een portiershuisje met naastliggende fietsenbergplaats voor 80 fietsen.

Op de bovenverdieping, zie *fig. 2*, zijn ondergebracht de verkoopsafdeeling met aangrenzende monsterkamers, de kamer van den hoofdvertegenwoordiger en den vertegenwoordiger voor de Buitenbezittingen (op plan aangegeven als kamer reiziger) met telefooncel, archieven en wachtkamer.

Twee electrische boekenliften vergemakkelijken de communicatie tusschen beneden- en bovenkantoor.

Het gebouw is uitgevoerd als een gewapend-betonskelet-bouw met vulling van baksteenmetselwerk, gefundeerd op 179 palen van gewapend-beton ter lengte van 15 meter elk.

Uit de op het terrein verrichte grondboringen bleek, dat wel is waar een vaste laag dicht onder de oppervlakte aanwezig was, doch in dikte zeer afwisselend, terwijl onder deze laag slappe blauwe klei werd aangetroffen.

Ter bepaling van de lengte der toe te passen betonpalen werden nog twee proefheiingen uitgevoerd, waarna de paallengte definitief werd vastgesteld op 15 meter. Tijdens het heien bleek de juiste lengte te zijn gekozen.

Voor de betonpalen werd een vierkante vorm gekozen met schuine hoeken en zijden van 35 cm elk.

De wapening bestaat uit langsstaven met spiraalomwikkelingen, terwijl bij de punt en aan den top door ijzeren schoenen en extra wapeningsijzer voorzieningen zijn getroffen tegen het stukslaan tijdens het heien. Het gewicht van elke paal bedraagt 4 500 kg. Het heiwerk zelf werd uitgevoerd met behulp van een zgn. kraanstelling en met een valblok van 2 500 kg.

Tijdens het heien bleek, dat de bodem zeer ongelijk van samenstelling was, hetgeen ook op grond der proefboringen mocht worden verwacht. Terwijl de meeste palen vlot werden weggeslagen, bood daarentegen op enkele plaatsen de vaste laag grooten weerstand, zoodat langdurig heien noodig was. Eenmaal door de vaste laag heen ging het heien gemakkelijk tot op den vasten ondergrond, waar alle palen zgn. gekalenderd werden.

Enkele palen kregen in totaal ± 1 000 slagen te verduren, waarbij geconstateerd kon worden, dat zij daartegen volkomen bestand waren. Brekage kwam niet voor, terwijl ook de koppen slechts zeer weinig beschadigd waren.

Eenmaal op diepte geheid, bleken de palen zeer gelijkmatige laatste zakkingen te vertoonen, zoodat veilig de gerekende belasting, zijnde ± 30 ton per paal, op alle palen kon worden toegelaten. Door middel van de toegepaste paalfundeering kreeg dus het zware gebouw een uitstekende fundeering, hetgeen niet mogelijk zou zijn geweest bij een fundeering op geringe diepte, zooals voor lage en minder zware gebouwen in den regel wordt toegepast.

Ter completeering van de paalfundeering werd onder het gebouw, èn tot dracht van de baksteenwanden èn voor koppeling van de betonpalen, een raam gemaakt van gewapend-betonbalken.

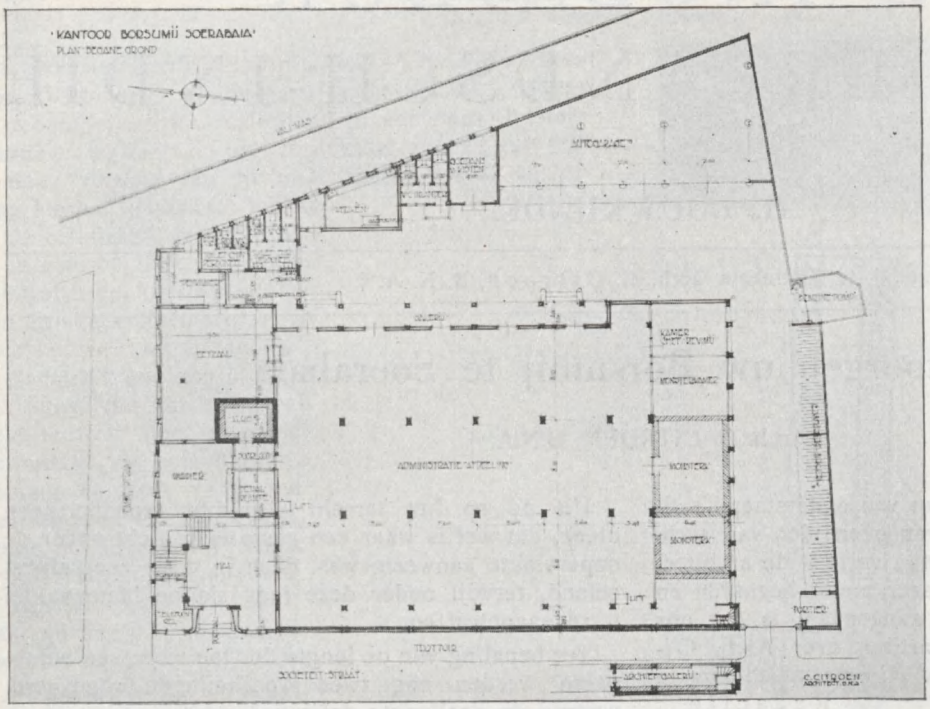


Fig. 1.

Het verdere gewapend-betonwerk is ontworpen, berekend en uitgevoerd zooals voor dergelijke betonwerken gebruikelijk is: kolommen, balken, dakvloer, luifels enz. vormen één aangesloten geheel, waardoor de karakteristieke eigenschappen van den betonskeletbouw, sterkte van elk onderdeel en een goede samenhang tusschen alle deelen van den bouw worden verkregen.

Ten einde de eventueele nadeelige gevolgen van de groote zonbestraling op het dakveld tegen te gaan, werd een dilatatievoeg ongeveer halverwege de lange zijde van het gebouw onder de bovenste verdieping aangebracht.

Dat ook in Indië betonwerken met snelheid kunnen worden uitgevoerd, mogen onderstaande data aantoonen:

Midden Januari 1934 werd aangevangen met het heien van de palen, waarmede men eind Februari gereed was.

Reeds tijdens het heien werd op de gereed zijnde gedeelten der paalfundeering gewerkt aan de fundeeringsbalken, zoodat 2 weken na het gereed komen van de paalfundeering de geheele fundeering gereed was. Een maand daarna waren de kolommen, balken en vloeren tot en met de eerste verdieping afgestort, 2 weken later waren de koppelbalken gereed en weder ruim een maand later, in het begin van Mei, waren de dakvloer en daarmee alle betonwerken gestort.

Volledigheidshalve dient vermeld, dat de garages, keuken enz., die zich apart van het hoofdbouwwerk op het achterterrein aan de rivierzijde bevinden, niet op betonpalen rusten, maar gefundeerd zijn op breede fundeeringssloven. Voor dezen bouw zonder verdieping zou een fundeering op betonpalen niet verantwoord zijn geweest.

Wat de afwerking van het gebouw betreft kan worden opgemerkt dat deze, overeenkomstig den wensch van de opdrachtgeefster, zeer eenvoudig is. Een uitzondering hierop maakt de bekleeding van de vloeren van de hall en het trappenhuis, die van wit marmer is, hier en daar met blauw marmer afgezet.

In de kamers van de vertegenwoordigers op de verdieping zijn de vloeren van extra mooie terrazzotegels, terwijl de wanden van houten lambriseeringen zijn voorzien ter hoogte van ± 2,40 m.

Het plint van het gebouw is van granito, grijsgroen van kleur, overeenkomend met de kleur van syeniet.

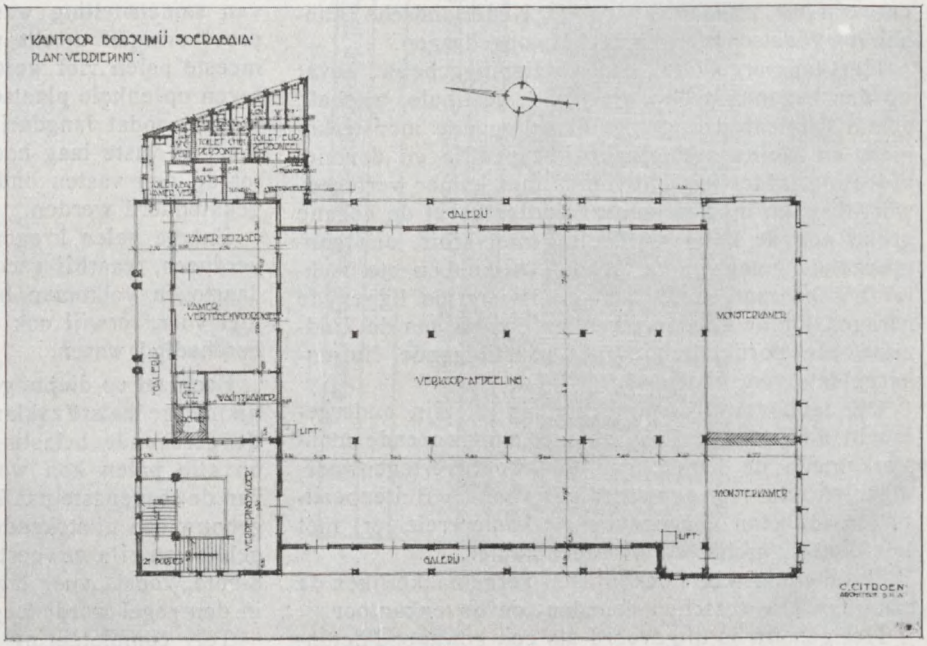
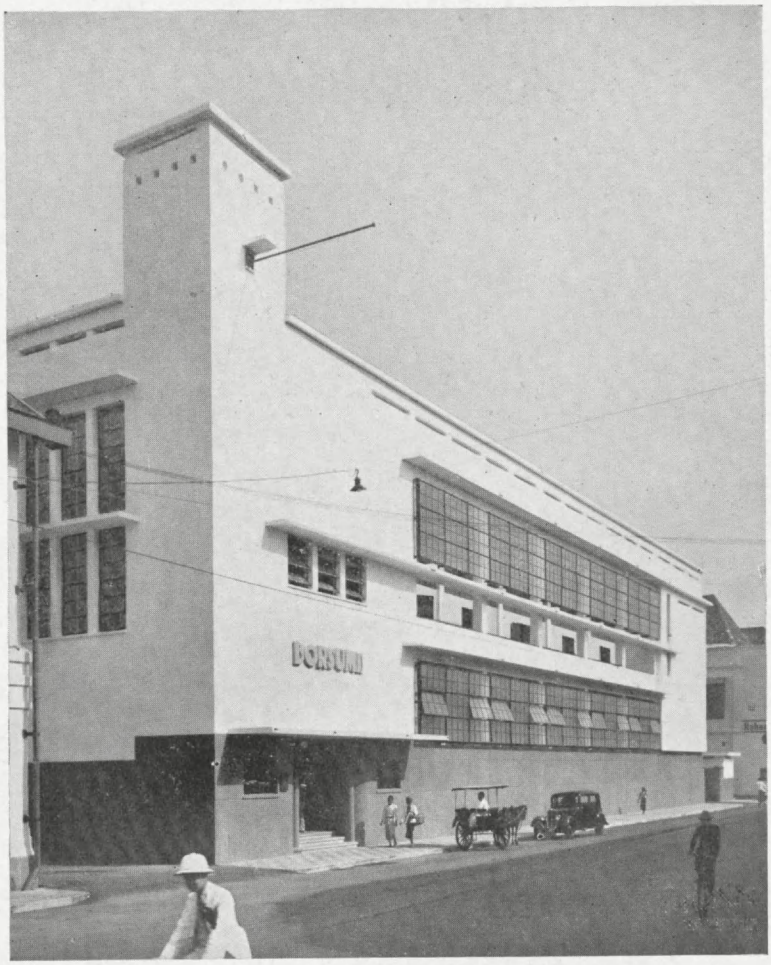


Fig. 2.

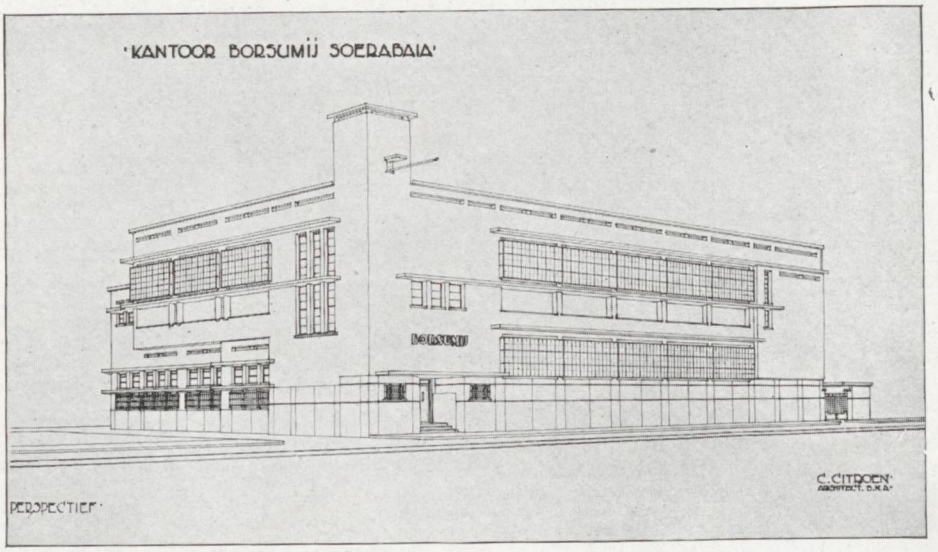
KANTOORGEBOUW BORSUMIJ.

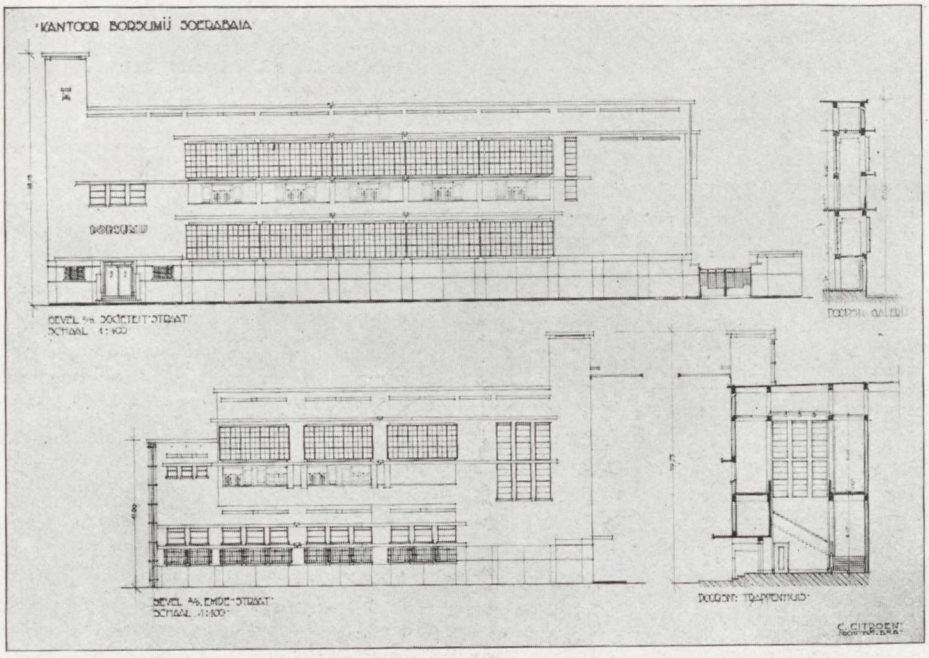


Frontgevel.

Verkoopafdeeling.

KANTOORGEBOUW BORSUMIJ.





2e JAARGANG
NUMMER 6

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

JUNI
1935

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW.

INHOUD: Rationalisatie in het werkplaatsbedrijf der S. S., door ir. H. P. Hijmans van Anrooy. — Exhaustwerking bij locomotieven, door ir. P. F. A. von Wolzogen Kühr.

Rationalisatie in het werkplaatsbedrijf der S. S.

door

ir. H. P. HIJMANS VAN ANROOY,

hoofd van de hoofdwerkplaatsen der S. S. te Bandoeng.

Bij gelegenheid van een rondgang door de hoofdwerkplaats der S. S. te Bandoeng op 12 Jan. '35 is in een korte inleiding uiteengezet, hoe de rationalisatie bij het werkplaatsbedrijf is opgevat en toegepast, welke moeilijkheden ondervonden en welke resultaten bereikt zijn.
Ter illustratie der verkregen resultaten zijn eenige cijfers genoemd.

Inleiding.

In ieder spoorwegbedrijf, onafhankelijk van zijn afmetingen, is een onderdeel aanwezig, dat de functie vervult van het onderhoud der bedrijfsmiddelen. Evenals alle andere organische onderdeelen van het spoorwegbedrijf, heeft dàt deel, waarvan de taak het onderhoud der bedrijfsmiddelen is, een zeer bepaalde opdracht. Op welke wijze het organisch verband van dit deel geregeld is tegenover het bedrijf als geheel, is afhankelijk van vele invloeden.

Veelal speelt de geschiedenis hierin een voorname rol, welke over het algemeen de strekking heeft om bij een eenmaal ontworpen indeeling van het bedrijf te blijven en in de eenmaal gevolgde routine te volharden. Weliswaar blijft men tot op zekere hoogte met de eischen van den tijd medegaan, maar men deinst meestal terug voor al te radicale veranderingen in de gebruikelijke methoden. Zoo is het mogelijk, dat in de algemeene gedaante van een bedrijf en zijn samenstellende deelen, niettegenstaande een zekeren groei, een achterstand ontstaat, die natuurlijk alleen maar als zoodanig is te onderkennen, door vergelijking met andere gelijksoortige bedrijven elders.

Ofschoon nu de rationalisatie een verschijnsel is, dat even oud is als de arbeid, treedt het in sommige perioden zóó sterk op den voorgrond, dat het 't karakter aanneemt van een op zichzelf staand verschijnsel.

Over het geheele gebied van de industrie heeft men in de laatste vijftig jaren als een sterk op den voorgrond tredend streven kunnen waarnemen: een pogen tot vergrooten van de capaciteit met een gelijktijdige inkrimping van de specifieke hoeveelheid daaraan ten koste gelegde energie. Men wil op steeds systematischer wijze meer produceeren met minder kosten en minder moeite. Dit is onze rationalisatie en er is over het uitgestrekte gebied van de industrie geen enkel terrein, dat door dit streven niet vroeg of laat wordt aangetast en geassaineerd.

Het is zeer duidelijk, dat juist in onzen tijd, waarin weinig gebieden van het bedrijfsleven zulke snelle veranderingen ondergaan als dat van het *verkeerswezen,* onze spoorwegen zich zullen hebben aan te passen aan de gewijzigde omstandigheden. Het kenmerkende hiervan is, dat waar de spoorwegen tot voor kort vrijwel een monopolie hadden op het gebied van het snelle verkeer te land, zij zich nu omringd zien door een aantal blijkbaar zeer levenskrachtige concurrenten, die niet zullen nalaten het hun toekomend deel in de ontwikkeling van onze maatschappij op te eischen.

Het middel bij uitnemendheid om onder deze omstandigheden te kunnen blijven bestaan, is vóór alles: de *rationalisatie,* d.w.z. *meer* geven voor *minder* geld.

Voor dàt deel van een Spoorwegbedrijf, dat tot taak heeft: het onderhoud der bedrijfsmiddelen, komt dan vanzelfsprekend de eisch tot rationalisatie bijzonder sterk op den voorgrond, daar het bedrijf hiervoor slechts uitgaven boekt.

Bij het pogen om op rationeele wijze te werken, kan men verschillende wegen volgen, doch al deze wegen leiden naar slechts één doel, n.l. het bedrijf een stadium te doen bereiken, waarin het beste werk wordt geleverd met de geringste kosten.

Het onderhoud der bedrijfsmiddelen kan weer in eenige min of meer onafhankelijke onderdeelen gesplitst worden, zoo wordt b.v. het onderhoud van de baan en dat van het materieel aan verschillende organen opgedragen. Zelfs het onderhoud van het materieel heeft niet in zijn geheel plaats door een en hetzelfde orgaan.

Aan den werkplaatsdienst nu is meer speciaal dàt onderhoud van het materieel opgedragen, dat aangeduid wordt met den naam van periodieke revisie of opname. Behalve dit revisiewerk worden in de werkplaatsen ook die herstellingen verricht aan onderdeelen van het materieel in exploitatie, welke het meest doelmatig in de werkplaatsen kunnen geschie-

den. Evenzoo is de aanmaak van zekere verbruiksartikelen, die in de S. S.-magazijnen zijn opgeslagen, taak van de werkplaatsen.

De werkplaatsdienst ressorteert onder het dienstvak van Tractie, Materieel en Werkplaatsen. Het voornaamste werk der werkplaatsen is het onderhoud en de revisie van het materieel. Dit werk absorbeert 70 à 80% van het in de werkplaats uitgegeven loon.

Tot het jaar 1931 werden door de S. S. op Java zes werkplaatsen geëxploiteerd. Als gevolg van de toegepaste rationalisatie zal de S. S. hoogst waarschijnlijk in 1936 dit aantal hebben kunnen terugbrengen tot drie. Zoolang het bedrijf zich rationeel zal ontwikkelen, zal men niet trachten dit aantal nog verder te verminderen. In tegendeel zou het aanbeveling verdienen b.v. de werkplaats Manggarai nog te splitsen.

Thans, in het jaar 1935, beschikt de S. S. nog over vier werkplaatsen. Deze zijn: Soerabaia-Goebeng, voor revisie van het wagenpark; Manggarai, voor het rijtuigpark en het electrisch materieel en ten slotte Madioen en Bandoeng voor de revisie van het locomotiefpark.

In 1936 beoogt men de werkplaats Bandoeng te sluiten, om dan te Madioen het geheele locomotiefpark te onderhouden. Waar in 1929 en 1930 in vijf van de zes toen nog bestaande werkplaatsen, alle soorten materieel voor revisie werden binnengezonden, zullen waarschijnlijk in 1936 nog slechts drie werkplaatsen bestaan, die ieder een speciaal soort materieel hebben te onderhouden. De hoeveelheden materieel, waar het hier om gaat, zijn voldoende groot, om deze oplossing van het vraagstuk, d.w.z. de specialiseering der werkplaatsen te aanvaarden als de meest doelmatige.

De aantallen te reviseeren wagens, rijtuigen en locomotieven zijn b.v. in 1934 resp.: 3 400, 700 en 170 geweest en zullen wellicht, bij verbetering van de constellatie, toenemen. Zoo zijn voor 1935 honderdtachtig locomotieven aangewezen voor revisie. Het ligt voor de hand, dat door de specialiseering der werkplaatsen het nu mogelijk wordt zeer goede werktuigen te gebruiken, zooals speciaalbanken voor bepaalde werkzaamheden aan locomotiefframes, omdat men thans, nu alle locomotieven in één werkplaats zullen worden opgenomen, volstaan kan met een minimum aantal dezer werktuigen, terwijl hun debiet maximaal kan zijn. Had men vroeger tot aanschaffing van dergelijke loon- en tijdsparende werktuigen willen overgaan, dan zou men b.v. in 1929 nog vijf werkplaatsen daarvan hebben moeten voorzien, terwijl voor ieder dezer werktuigen gemiddeld slechts 1/5 van het debiet beschikbaar zou zijn geweest. Hierdoor blijkt reeds één der vele aanzienlijke voordeelen van de samentrekking van gelijksoortig werk op één plaats.

Het is dan ook een grove fout, indien men voor dergelijke gespecialiseerde werkplaatsen er niet toe over zou gaan om de daarin te verwezenlijken mogelijkheden volkomen uit te buiten. Uit dezen gezichtshoek bezien, kan een opnieuw op te zetten of te verbouwen werkplaats dàn alleen aan de gestelde voorwaarden van economie voldoen, wanneer aan den bouw en de inrichting van zoo'n werkplaats ten grondslag wordt gelegd het nauwkeurig beproefde en tot in onderdeelen vastgestelde werkprogramma. De ontworpen werkmethodes dienen te worden beschouwd als het primaire richtsnoer voor bouw en inrichting. Dat de S. S. hiervoor in de thans heerschende constellatie, door de toevallig toegepaste rationalisatie, waarvan sluiting van werkplaatsen het gevolg is geweest, de beschikking heeft gekregen over een aantal zeer goed bruikbare loodsen is een bijzonder gunstige omstandigheid. Zoo is o.a. door de samenvoeging van het geheele onderhoudswerk aan het locomotiefpark elders, een uitstekende en zeer moderne stelloods voor locomotieven in de werkplaats Manggarai vrij gekomen. Dit gebouw bestaat uit twee hallen, die ieder 22 meter breed zijn. De lengte van deze loodsen bedraagt 184 m. In de ééne hal, die de eigenlijke stelplaats vormt, zijn twee 40-tons en twee 5-tons loopkranen aanwezig, terwijl in het andere deel, dat ingericht zou dienen te worden als reserve-afdeeling en locomotiefbankwerkerij, zich twee 5-tons kranen bevinden.

Deze loods zal zeer zeker, zoodra betere tijden den bouw van een goede locomotiefwerkplaats mogelijk zullen maken, daarin als stelplaats worden verwerkt.

Het samentrekken van de geheele locomotiefrevisie in de werkplaats Manggarai, waar men reeds een zeer omvangrijke taak heeft aan het onderhoud van het electrisch materieel, het onderhoud van het geheele rijtuigpark, den aanmaak van magazijnsartikelen, het onderhoud van alle veeren, de geconcentreerde gieterij van ijzer en staal en den aanmaak van massaartikelen, zou zeer groote moeilijkheden opleveren voor de ontwikkeling der rationalisatie van het onderhoud van het locomotiefpark. De regelmatige en continue invoering van de rationalisatie wordt bovendien thans reeds dáárdoor bemoeilijkt, dat men bij de S. S. geen specialen werkplaatsingenieur wenscht aan te kweeken en het daarom ook niet noodig heeft gevonden den ingenieurs in den werkplaatsdienst zelf kans op promotie te waarborgen, waardoor de belangstelling voor deze functie beperkt blijft tot een minimum.

Rationalisatie.

Het willen rationaliseeren van een bepaald onderdeel van een bedrijf, onafhankelijk van andere bedrijfsdeelen, geeft aan een dergelijk bedrijf een onevenwichtig aanzien en is bovendien slechts op beperkte schaal mogelijk. Het blijkt, dat door het nauwe verband tusschen de onderdeelen van het bedrijf deze niet volkomen onafhankelijk van elkaar kunnen worden gereorganiseerd. De aangrenzende deelen moeten tot op zekere hoogte medewerking verleenen. Dit moge door een voorbeeld worden toegelicht. Toen steller dezes in 1929 in de werkplaats Manggarai o.a. een aanvang maakte met de rationalisatie van de locomotiefopname, zag hij reeds spoedig, dat een der belangrijkste eischen voor rationeel werken was, dat zoo nauwkeurig mogelijk van te voren werd vastgesteld, welken omvang de jaartaak van de werkplaats had. Hiertoe bleek noodig, dat van te voren bekend was, welke locomotieven

het vereischte aantal kilometers hadden afgelegd of lang genoeg dienst hadden gedaan om in aanmerking te komen voor een revisie. Het spreekt vanzelf, dat zonder het bekend zijn van de te verzetten hoeveelheid werk, een vaststellen van het vereischte aantal werklieden niet mogelijk is. Veiligheidshalve was vroeger het aantal werklieden steeds te ruim genomen. Ten gevolge van deze noodzakelijke taakvaststelling werd dus buiten het eigenlijke gebied van den werkplaatsdienst aan een ander deel van het bedrijf de eisch gesteld, mede te doen aan de rationalisatie, in dit geval aan het tractiebureau, dat over de locomotieven beschikt en dat aanwijst, welke machines in een bepaald jaar naar de werkplaats gezonden dienen te worden.

De in de werkplaats Bandoeng ontwikkelde rationalisatie heeft medegebracht, dat het werkvolk voor zoo ver mogelijk werd gespecialiseerd. Hand in hand hiermede ging ook de specialiseering van het toezichthoudend personeel.

Het eigenaardige karakter van een spoorwegwerkplaats wordt bepaald door:

1e het feit, dat het over het algemeen een herstellingswerkplaats is, en

2e door de groote onderlinge gelijkenis van de in herstelling of revisie komende materieeleenheden.

Er zullen in de locomotiefwerkplaats Bandoeng in 1935 locomotieven van tien verschillende typen in revisie komen tot een totaal aantal van 98 stuks.

Het ligt voor de hand, dat de werkzaamheden, die aan de locomotieven van één en hetzelfde type moeten plaats hebben, zeer veel overeenkomst met elkaar vertoonen. Ja zelfs de werkzaamheden, te verrichten aan locomotieven van verschillend type, uit vrijwel geheel gelijke bezigheden. Zooals vanzelf spreekt, is van deze eigenaardigheid gebruik gemaakt bij den schematischen opzet van het werk. De indeeling van de werkplaats en het werkvolk in afdeelingen en werkgroepen of arbeidsgangen houdt dan ook rekening met deze steeds wederkeerende werkzaamheden, waardoor werkvolk en toezicht gespecialiseerd worden. De routine, die zich dus per man slechts over een relatief klein gebied van werk uitstrekt, veroorzaakt, dat de werklieden, zonder aan zeer hooge eischen te voldoen, werk van betrekkelijk hooge kwaliteit leveren. Dat in dit verband de samentrekking in één werkplaats van een zoo groot mogelijk aantal werkzaamheden van eenzelfde gedaante aanbeveling verdient, is begrijpelijk. In zulk een werkplaats kan de splitsing van het werk, dus de specialiseering, het verst worden doorgevoerd en kan dus op de eenvoudigste wijze het beste werk worden geleverd. Bij een dergelijke werkverdeeling kan het geven van aanwijzingen bij het werk ook steeds het gemakkelijkst plaats hebben.

Naast dit zich herhalende werk, dat steeds langs eenmaal vastgestelde wegen de werkplaats doorloopt, komen ook werkzaamheden voor, die een meer gevarieerd, een meer incidenteel karakter hebben. Dit zijn de werkzaamheden, die voortvloeien uit de bestellingen der exploitatiediensten. Voor de juiste en rationeele uitvoering van dergelijk werk zou de inrichting van een behoorlijk geoutilleerde planafdeeling noodig zijn. Bij uitbreiding van dit bureau zou dan ook de regeling van het werk, noodig voor het onderhoud van de werkplaats en de werktuigelijke inrichting daarvan, hierbij moeten worden ondergebracht. Tevens zou de verdere ontwikkeling van de rationalisatie van de revisiewerkzaamheden de uiteindelijke taak van dit planbureau omvatten. Dat een dergelijke planafdeeling, die ten slotte voor een moderne werkplaats volkomen onontbeerlijk is, — wil men althans economisch werken, zeer zeker een eisch, waaraan een overheidsbedrijf heeft te voldoen — het beste tot z'n recht kan komen, en wel met de geringste kosten, *in een gespecialiseerde werkplaats*, is duidelijk. Dat de kosten voor „planning" voor drie werkplaatsen geringer zijn dan voor zes, is even voor de hand liggend. Thans heeft alleen de werkplaats Bandoeng een dergelijke afdeeling, die echter, doordat het vereischte personeel niet beschikbaar gesteld kon worden, ten deele door de malaise, slechts in zeer eenvoudigen vorm kon worden opgezet. Deze planafdeeling houdt zich dan ook voorloopig slechts bezig met de bewaking der kosten en der materiaalvoorraden, hetgeen uit den aard der zaak maar een zeer gering deel van den arbeid vertegenwoordigt, welke aan een planbureau zou kunnen worden opgedragen.

Werkplaats Bandoeng.

Ofschoon de bouw noch de inrichting van de werkplaats Bandoeng, zie *fig. 1*, voldoet aan de aan een moderne werkplaats voor de rivisie van locomotieven te stellen eischen, is gebleken, dat door de intensievere toepassing van rationeele beginselen een vermeldenswaard succes werd bereikt, wat betreft de kosten, gespendeerd aan het onderhoud der locomotieven en wat betreft de verblijftijden der locomotieven in de werkplaats. Deze werden n.l. van ± 65 dagen in 1929 terug gebracht op ± 21 dagen in 1932. Om aan het werk-schema te kunnen voldoen, werden afdeelingen verplaatst en de werktuigen daarin opnieuw gerangschikt. Zoo werd b.v. de ijzergieterij overgebracht naar de werkplaats Manggarai en samengetrokken met de daar aanwezige gieterij. De hierdoor vrijkomende, naast de stelplaats gelegen, gieterijloods werd ingericht als locomotiefbankwerkerij. Dit is de afdeeling, die tot taak heeft alle onderdeelen, afkomstig van een in opname komende locomotief, weer te herstellen voor dezelfde locomotief. In deze locomotiefbankwerkerij is het werk gesplitst in afzonderlijke werkgroepen of arbeidsgangen, t.w. voor appendages, voor wentelassen van mechaniek en remwerk, voor zuigerstangen compleet met pakkingen en kruiskoppen, voor keerhandels, voor draagpotten, voor mechaniek, voor drijf- en koppelstangen en voor het remwerk. De arbeidsgangen zijn zóó ingericht, dat, voor de logisch op elkaar volgende bewerkingen, de onderdeelen langs een vasten weg worden verschoven van de plaats van demontage naar de plaats van montage in de stelplaats. Hierdoor wordt bespaard op transport, tijd en toezicht. Het zoekraken van onderdeelen kan slechts met moedwil gebeuren en komt dan ook niet voor. De capaciteit van dergelijke arbeidsgangen houdt direct verband met de te verzetten hoeveelheid arbeid.

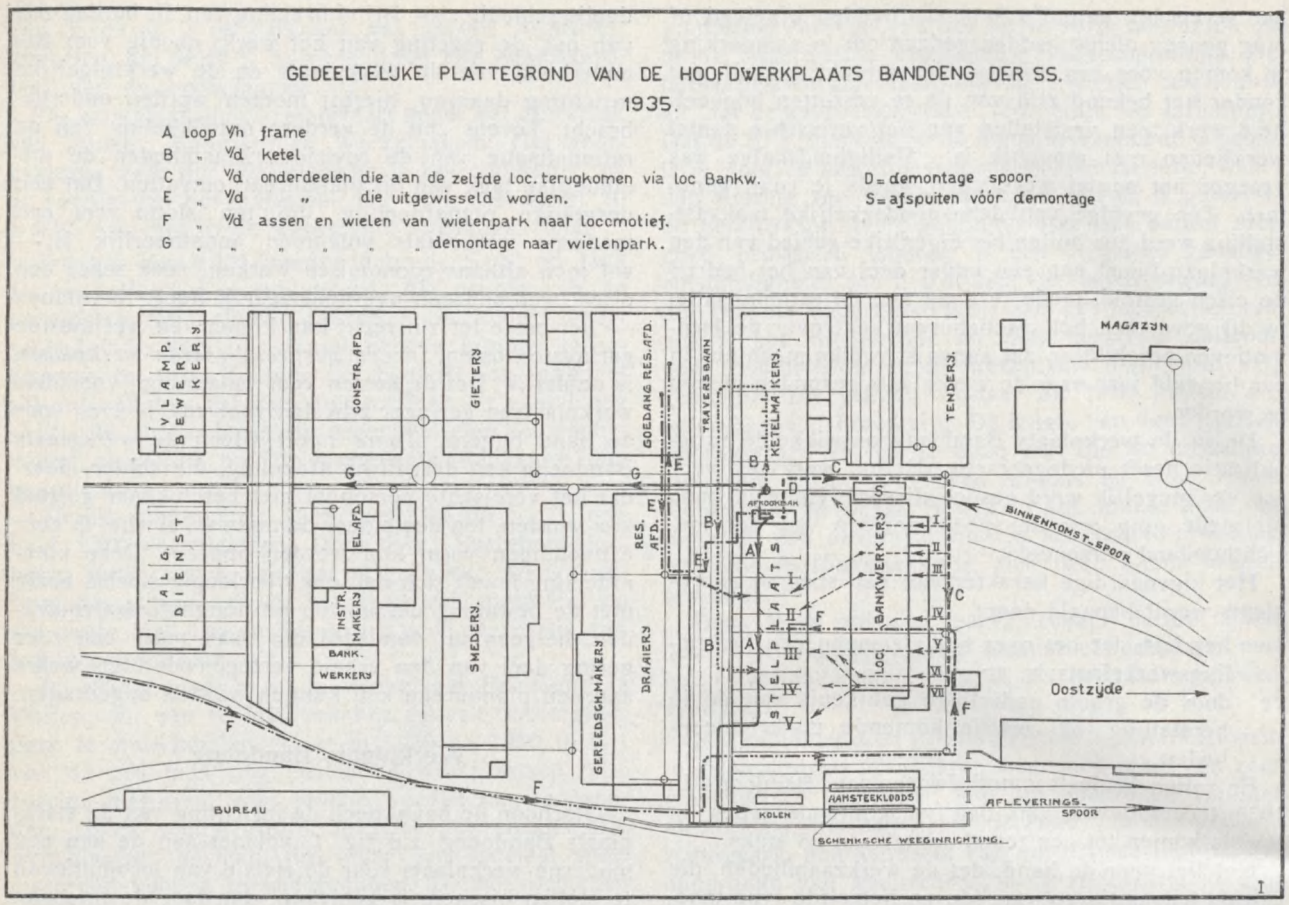


Fig. 1.

Hierdoor blijkt weer de noodzaak van de vaststelling der jaartaak van de werkplaats. Een aanzienlijke stap in de richting van rationeele bedrijfsvoering werd dus gedaan, toen men er toe overging, van te voren bekend te stellen hoeveel en welke locomotieven de werkplaats in het komende jaar te verwachten had. Dit jaarprogramma wordt nu jaarlijks in de maand October vastgesteld.

Een deel van een dergelijk jaarprogramma voor 1935 voor de werkplaats Bandoeng is weergegeven in *fig. 2*. Langs de horizontale as zijn alle dagen van het jaar afgezet. Langs de vertikale as staan, van beneden beginnende, de nummers der in chronologische volgorde te verwachten locomotieven. Daarbij zijn het werkordernummer, de datum en het uur van in bewerking nemen aangegeven, terwijl de laatste kolom dient voor het noteeren der afgelegde kilometers sinds de laatste opname. De horizontale lijnen in de grafiek stellen de geprojecteerde verblijftijden der locomotieven in de werkplaats voor.

Het voordeel van deze wijze van werken springt o.a. duidelijk in het oog door de volgende voorbeelden.

1e) Toen het jaar-programma, dat in 1934 bestond uit 82 locomotieven, in 1935 moest worden opgevoerd tot 98 locomotieven, kon zeer nauwkeurig worden vastgesteld met hoeveel werklieden de werkplaatsbezetting diende te worden uitgebreid.

2e) Doordat bekend is, welke locomotieven voor opname in aanmerking komen, kan het te verwachten aantal zware ketelherstellingen tamelijk nauwkeurig worden vastgesteld. De maatregelen, hiervoor noodig, kunnen dus op doelmatige wijze worden genomen op oogenblikken, waarop dit het best convenieert enz.

In zulke maatregelen komt steeds naar voren de bedoeling om door tijdige regeling van het werk de fluctuaties in de belasting van de werkplaatsen zoo veel mogelijk af te vlakken. In verband hiermede wordt bij het bepalen van den datum en het uur van in bewerking nemen der locomotieven, de hoeveelheid werk in beschouwing genomen, die door de locomotieven van verschillend type in de werkplaats wordt gebracht. Zoo wordt, wanneer een locomotief van de serie 1600 (d.i. een 1 C+C Maile t-locomotief van 82 ton ledig gewicht) binnenkomt, aan deze ± 39 uur gegeven vóór een volgende locomotief in bewerking wordt genomen, terwijl dit bij een locomotief van de serie 1400 (een 1 D 1 wegende 51 ton ledig) slechts ± 19,5 uur is. Dat in vermijding van fluctuaties in de belasting van de werkplaats een zeer krachtig middel gezien moet worden voor de rationalisatie is duidelijk en dit moet dan ook de voortdurende aandacht hebben van de leiding.

Uit de grafische voorstelling van het jaar-programma zijn meerdere voor het bedrijf belangrijke gegevens te putten. Richt men b.v. op een bepaalden

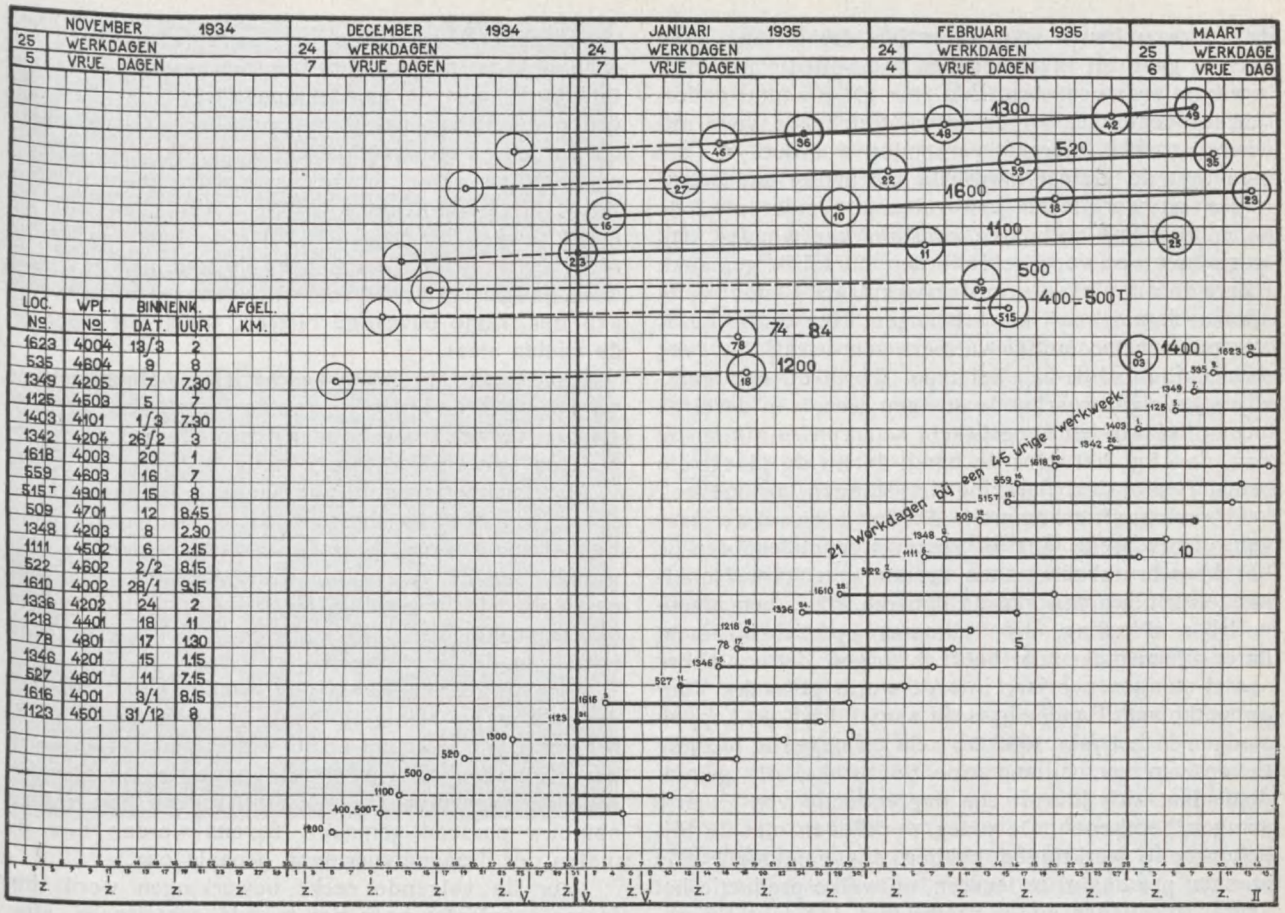


Fig. 2.

datum een vertikale lijn op, dan snijdt deze de ontworpen opnametijden van een reeks op dien dag in bewerking zijnde locomotieven. Hierdoor heeft men een inzicht in de bezetting van de stelloods op dien dag. Bij verdere ontwikkeling van dit systeem is op deze wijze de belasting van de werkplaats dag voor dag te volgen. De lijnen zijn n.l. uit te werken tot complete werkprogramma's, zoodat zij dan in handen van een goed werkend planbureau een volledig overzicht kunnen geven van de belasting van de werkplaats.

Na de invoering in 1931 van het nauwkeurig omschreven jaarprogramma kon in 1932 een volgende zeer belangrijke stap worden gedaan. Deze bestond daarin, dat het onderhoud van bepaalde, geheele locomotiefseries werd opgedragen aan bepaalde werkplaatsen; zoo is b.v. het onderhoud van de geheele serie 1600 sindsdien taak van de werkplaats Bandoeng. De tien op deze wijze aan de werkplaats Bandoeng toegewezen series omvatten 252 locomotieven. De andere 13 series zijn aan de werkplaats Madioen toegewezen. Eenige der meest opvallende voordeelen van deze wijze van werken zijn:

1e) Het aantal voor opname in aanmerking komende locomotieven is voor de betrokken werkplaats van iedere serie zoo *gróót* mogelijk, terwijl het aantal series zoo *klein* mogelijk is. Dit bevordert de routine.

2e) Alle bij bepaalde series behoorende reservevoorraden kunnen geconcentreerd worden in die werkplaats, waar deze series voor het onderhoud op aangewezen zijn, zoodat de daarvoor noodige reserves tot een minimum kunnen worden ingekrompen.

3e) Bij eventueel aan te brengen constructiewijzigingen is een uniforme uitvoering daarvan gegarandeerd enz.

Het voornaamste nadeel, dat hiertegenover staat, is dat voor de verzending der locomotieven van en naar de werkplaats een grooter aantal kilometers moet worden afgelegd dan het geval zou zijn bij een grooter aantal werkplaatsen, een nadeel, dat bij de concentratie van alle onderhoudswerkzaamheden aan het locomotiefpark in één werkplaats nog grooter wordt. Aan de hand van deze te presteeren locomotiefverzendkilometers zou dan ook de ligging van deze geconcentreerde werkplaats in het net moeten worden vastgesteld.

Van de vele wegen, die leiden naar het ééne doel: de rationeele vermindering der uitgaven, zal er een worden besproken. In een koloniaal rijk als Nederlandsch-Indië, waar de machine-industrie nog niet tot ontwikkeling kwam, heeft men zich genoodzaakt gezien een groot aantal reservedeelen in de magazijnen op te slaan. Door de aanwezigheid van deze voorraden van onderdeelen was het mogelijk om bij

de werkzaamheden voor de revisie der locomotieven over te gaan tot invoering van zoo volledig mogelijk bewerkte reservedeelen. Een zeer groot aantal onderdeelen leent zich bij de locomotiefrevisie voor uitwisseling. Het hieraan verbonden voordeel is, dat men met de kleinst mogelijke uitrusting aan werktuigen en werklieden kan volstaan, omdat men de belasting bijna volkomen constant kan houden. Dit moge met een voorbeeld worden duidelijk gemaakt. Iedere locomotief, die in de werkplaats Bandoeng in opname komt, heeft koppelstangen. Het aantal dezer stangen per locomotief varieert van twaalf tot twee stuks, afhankelijk van het type. Wordt nu een werkwijze gevolgd, waarbij de stangen weer aan dezelfde locomotief worden aangebracht waarvan ze afkomstig zijn, dan ligt het voor de hand, dat in de ploeg, die belast is met de bewerking der stangen, de hoeveelheid werk sterk schommelt. Worden evenwel de stangen uitgewisseld, dus in reserve gehouden, dan is het weer bruikbaar maken der stangen vrijwel onafhankelijk geworden van de opname. Er is een afzonderlijke afdeeling, die volkomen op zichzelf staat en er alleen maar voor heeft te zorgen, dat een zeker aantal stangen per jaar in orde wordt gemaakt. Voor de werkplaats Bandoeng is dit aantal drijf- en koppelstangen in het jaar 1935 bij acht en negentig locomotieven van verschillend type 886 stuks. Als gemiddelde laat zich hieruit een dagproductie van ± drie stangen berekenen. De ploeg werklieden met de bijbehoorende werktuigen hebben dus gemiddeld drie stangen per dag af te leveren, op welke productie het aantal werklieden dus is vastgesteld. Dit aantal werklieden, afhankelijk van de werktuigelijke inrichting, waarover deze arbeidsgang beschikt is een minimum. De stangenafdeeling zou zeker moeten worden uitgebreid, indien werd afgestapt van het werken met reservestangen. Aan de reservewerkzaamheden kan met succes de vorm van speciale arbeidsgangen worden gegeven, vooral wanneer door concentratie van het onderhoud van het geheele locomotiefpark in één werkplaats, de aantallen van ieder onderdeel kunnen worden opgevoerd. Men zou dan zelfs nog verdere splitsingen kunnen toepassen, waaraan in kleinere werkplaatsen niet kan worden gedacht, zoo zou het b.v. aanbeveling verdienen in een dergelijke werkplaats de bewerking der stangen te splitsen in een afzonderlijke afdeeling voor koppelstangen en een voor drijfstangen.

Inrichting van het werk.

Geleid door de gedachte, het werk zooveel mogelijk als een onafgebroken stroom te doen verloopen, is er steeds meer naar gestreefd het werk te brengen bij den werkman, inplaats van het omgekeerde. Dit maakt de toepassing mogelijk van speciaalwerktuigen en de specialiseering van den werkman en het toezicht, hetgeen goed en goedkoop werk waarborgt. Deze manier van werken garandeert automatisch een groote regelmaat, daar het vanzelf sprekend niet mogelijk is, dat werkstukken, die langs denzelfden weg van de plaats van demontage onder de bewerking de plaats van montage bereiken, elkaar op onwillekeurige wijze inhalen. Alle onderdeelen, ook de grootste, zooals ketel en frame, hebben een van te voren bekend gestelden weg te volgen, vanaf het oogenblik dat de locomotief op den waschvloer komt, totdat zij naar de aansteekloods verhuist. Ter vereenvoudiging van het werk zijn allerlei instrumenten ontworpen en gemaakt, die het werkvolk geleerd heeft op de juiste plaats en de juiste wijze te gebruiken. Zoo zijn bijvoorbeeld voor het verplaatsen van het frame, vanaf het oogenblik dat de ketel gedemonteerd is en verzonden is naar de ketelmakerij, speciale beugels gemaakt voor ieder soort frame, welke aan het frame bevestigd blijven, totdat dit weer op de wielen staat.

Hier moge een korte beschrijving volgen van de werkwijze en de indeeling van de eigenlijke stelplaats, waarbij verwezen wordt naar den plattegrond van een gedeelte van de werkplaats in *fig. 1.*

Alle locomotieven komen langs het binnenkomstspoor, via den waschvloer op het demontagespoor. Een speciale ploeg is belast met de demontage, het reinigen en de verzending der onderdeelen naar de eerstvolgende bewerking. Het transport van alle onderdeelen ligt hierbij volkomen vast door de gekozen opstelling der werktuigen.

Voor de eerste bewerking, welke het frame na demontage en reiniging heeft te ondergaan, wordt het verplaatst naar het eerste opstelspoor. Hier wordt het klinkwerk aan het frame nagezien, worden de schenen opgezuiverd en de sluitstukken hersteld en opnieuw passend gemaakt. Tevens worden hier de maten der draagpotvoeringen bepaald enz.

Voor de volgende reeks bewerkingen wordt het frame verplaatst naar het tweede opstelspoor. Hier worden de leibanen gelegd, de kruiskopafmetingen bepaald en maakt men het frame klaar voor het op de assen zetten. In de naaste toekomst zal op dit spoor ook het uitkotteren der draagmetalen plaats hebben, terwijl zij in het frame gemonteerd zijn, en wel op een werktuig, dat voor dit doel in de werkplaats Bandoeng ontworpen en gebouwd is, zie *fig. 3.* Het stellen van het frame op deze bank gebeurt langs optischen weg.

Na deze bewerkingen wordt het frame op de assen gezet. Het spoor, waarop dit gebeurt, loopt in oostelijke richting door de locomotiefbankwerkerij, waarin thans nog de bewerking der draagpotten plaats heeft.

Staat het frame eenmaal op de assen, dan heeft de verplaatsing naar de volgende sporen plaats met behulp van de travers en niet meer met de loopkraan.

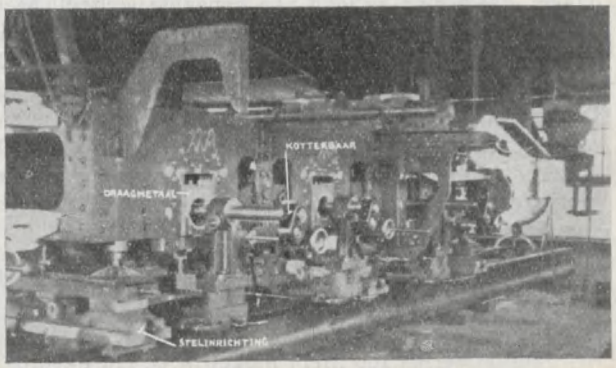


Fig. 3. Kotterbank.

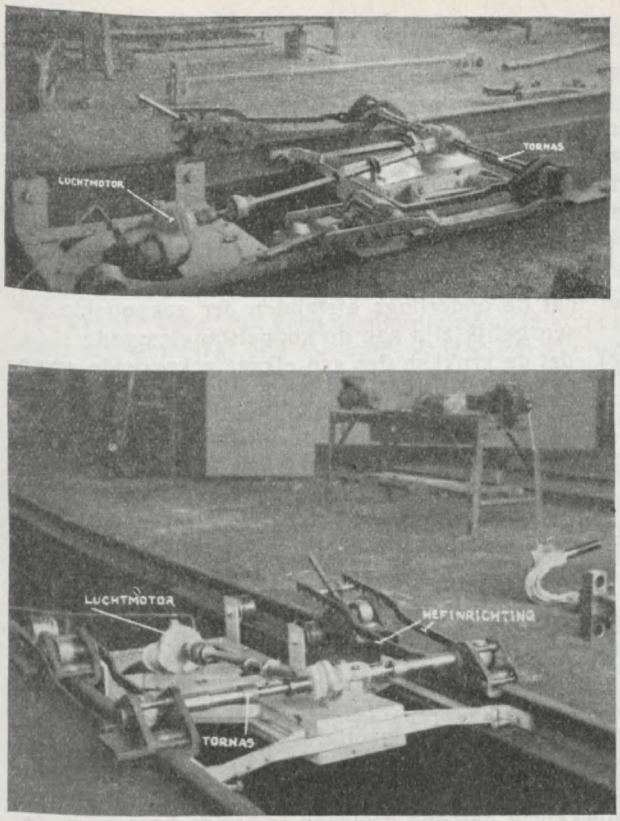


Fig. 4. Torninrichting.

Nu komt het onderstel op het derde opstelspoor. Hier heeft de montage plaats van de zuigerstang met kruiskop en pakkingen, de geheele mechaniek en de drijfstangen. Op dit spoor worden de schuiven gesteld. De hiervoor dienende torninrichting is van een zeer gemakkelijk verplaatsbaar type, zie *fig. 4*. Vóór het toepassen van deze torninrichting moest de locomotief in zijn geheel vooruit en achteruit gekoevoet worden over een volle omwenteling der gekoppelde assen, waarvoor een aantal werklieden onttrokken werd aan het werk, waarmede zij bezig waren. Waar dit nu met een pneumatischen motor plaats heeft, kan ieder aan zijn werk blijven. De bediening van de torninrichting gebeurt door den werkman, die de schuiven stelt. Tijdens het schuivenstellen is het frame verder klaargemaakt voor de montage van den ketel, die ondertusschen uit de ketelmakerij ontvangen is.

Het onderstel wordt verplaatst naar het vierde opstelspoor, waar de montage van aschbak en ketel plaats heeft. Op dat spoor worden de voetplaten, de kap, eventueel de kolenbak en de vloer gemonteerd en wordt een aanvang gemaakt met het leggen der pijpen en de montage der armatuurdeelen.

Ten slotte wordt de locomotief naar het vijfde spoor overgebracht voor den afbouw, het vullen en het aansteken.

Vervolgens wordt er eenige uren gerangeerd en komt de locomotief in de aansteekloods om te worden gewogen en gereedgemaakt voor den proefrit, die den volgenden dag plaats heeft. Daarna wordt de machine overgegeven aan het personeel van het depôt Bandoeng, dat voor de expeditie naar het depôt van bestemming heeft zorg te dragen.

Voor het stellen der leibanen en het afteekenen der kruiskoppen werd een methode van werken ontwikkeld, welke aan groote snelheid, voldoende nauwkeurigheid paart. De hiervoor noodige instrumenten werden in de werkplaats Bandoeng ontworpen en vervaardigd. Zij zijn weergegeven in de *figuren 5, 6, 7* en *8*. Met de oude methode van stellen waren drie werklieden 24 à 28 uren bezig met een viercylinder M a l l e t-locomotief, terwijl het aantal vergissingen en fouten aanzienlijk was, waardoor veelvuldige nabewerkingen noodig waren. Met de thans ingevoerde werkwijze is één werkman met hetzelfde werk in 3 à 5 uren gereed en is nabewerking overbodig.

De bewerking verloopt als volgt.

De leibanen worden voorloopig aangebracht. Aan de dekselzijde wordt een stelinrichting gemonteerd, die in het midden een bus heeft. Door deze bus wordt een geslepen dikwandige buis gestoken. Aan de aszijde wordt deze buis door een conus en contraconus in de pakkingbus gecentreerd. Vervolgens wordt op de buis, waar deze zich tusschen de leibanen bevindt, een micrometer geschoven. Hiermede wordt vastgesteld van welke dikte de onderlegplaatjes behooren te zijn, welke gebruikt moeten worden om de leibaan in de juiste positie te brengen. In een zich in de nabijheid van dit spoor bevindende kast zijn voor iedere locomotiefserie deze onderlegplaatjes van verschillende dikte in voorraad. De met dit werk belaste werkman doet uit dezen voorraad zijn keuze en

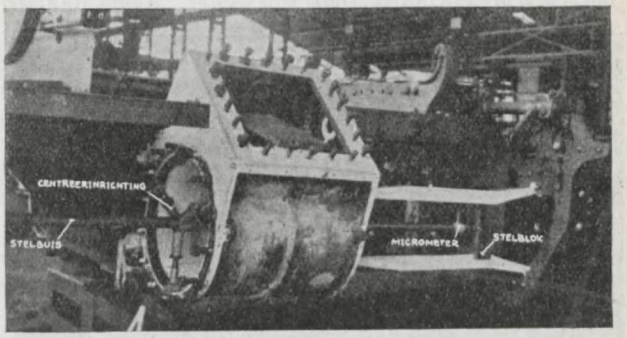


Fig. 5.

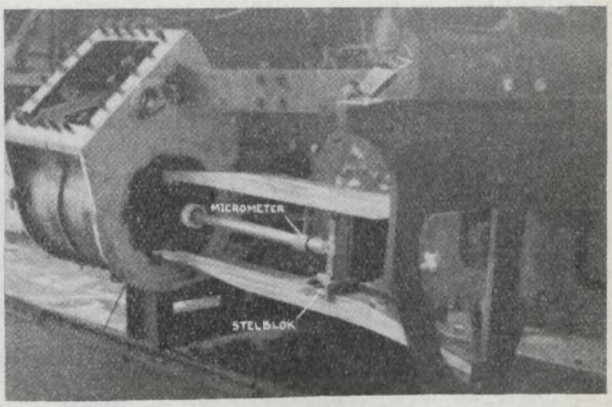


Fig. 6.

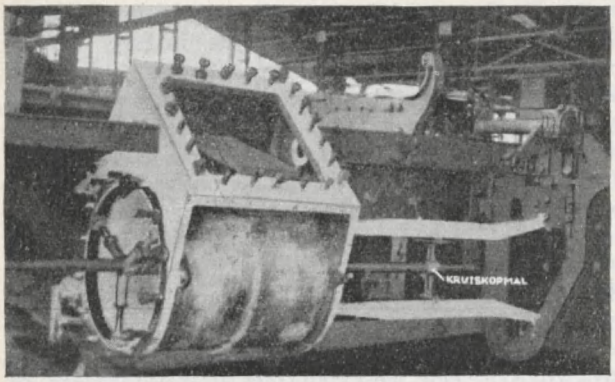


Fig. 7.

bevestigt de leibaandragers. Vóórdat de bevestigingsbouten der leibanen volkomen aangetrokken worden, controleert hij middels een stelblok de ligging der leibanen, opdat zijdelingsche buiging van de zuigerstang wordt voorkomen, met als gevolg het warmloopen van kruiskop of zuigerstang. Is op deze wijze de zuivere ligging der leibanen vastgesteld, dan wordt op de meetbuis een kruiskopmal geschoven en worden de vertikale en horizontale maten overgenomen en gefixeerd. De zoo gereedgemaakte kruiskopmal wordt direct afgeleverd aan de locomotiefbankwerkerij, waar, aan de hand van de in de mal vastgelegde maten, het afteekenen der kruiskopsloffoeringen plaats heeft, zie *fig. 8*. De zuigerstang,

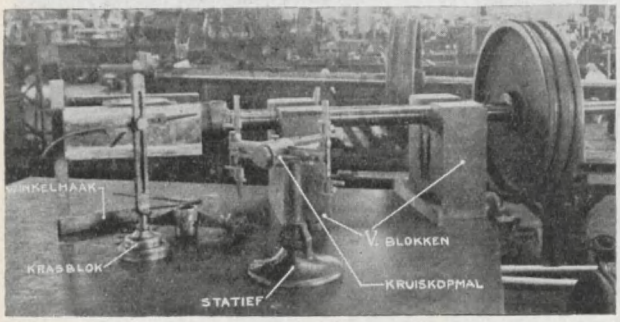


Fig 8.

met den daarop gemonteerden kruiskop, wordt op twee V-blokken gelegd. De kruiskopmal wordt op een statief geschoven, dan wordt het statief op dezelfde hoogte gesteld als de zuigerstang. Kruiskop en mal worden beide in den horizontalen stand gezet en de breedtematen der sloffen worden overgenomen en afgekrast. Vervolgens worden beide vertikaal gesteld en de vertikale maten overgenomen en afgeteekend. Het eenige, wat bij deze geheele bewerking gemeten moet worden, is de dikte der onderlegplaatjes. Fouten komen practisch niet voor.

Ook bij de bewerking der draagpotten is gepoogd om door eenvoud en automatisme in de werkwijze goed werk te verkrijgen met de minste moeite en de grootste zekerheid omtrent goede kwaliteit. Met deze gedachte als grondslag is de kotterbank voor draagpotten ontworpen, *fig. 3*, welke *in combinatie met de stangenmeetbank (fig. 9) gebruikt dient te worden*. Voor een zuiveren gang van een locomotief is noodig:

1e) dat de onderlinge afstanden der gekoppelde assen gelijk zijn aan de koppelstanglengten;
2e) dat de krukken der aan elkaar gekoppelde assen gelijk en gelijkstandig zijn;
3e) dat de assen onderling evenwijdig in het frame liggen;
4e) dat de radkransen der gekoppelde assen resp. links en rechts in één vlak liggen; en
5e) dat de hartlijn van de drijfas loodrecht gesneden wordt door de hartlijnen van de cylinders.

Voor de stangenmeettafel is als voorbeeld genomen de bij de Duitsche Spoorwegen gebruikte uitvoering, zooals b.v. afgebeeld in P. Kühne: Erhaltungswirtschaft bei der Deutschen Reichsbahn, blz. 155, *fig. 69* en blz. 292, *fig. 165*. De stangen worden gekoppeld op deze meettafel gelegd en na zuivere stelling in horizontale en vertikale richting vanuit vertikale meetstaven gemeten. Deze meetstaven zijn nauwkeurig passend geslepen in stalen bussen, in de meettafel aangebracht op den vereischten afstand, zoodat stangen van dezelfde serie altijd volkomen dezelfde lengten hebben. Op den duur zal het boren der stangmetalen op de meettafel plaats hebben, waarbij de boor geleid wordt door de stalen bus.

Op de kotterbank *(fig. 3)* zijn in het bed dergelijke bussen aangebracht als op de meettafel. Door middel van deze bussen en zuiver geslepen pennen zullen de supports der kotterboren op de juiste plaats ten opzichte van elkaar komen te liggen, zoodat zonder ingewikkelde methodes, ja zelfs geheel zonder meten, in ieder geval de koppelstanglengten en koppelasafstanden automatisch zuiver bij elkaar behooren.

Het haaks stellen der cylinderhartlijnen met de drijfashartlijn gebeurt langs optischen weg. Dat met de invoering van deze methodes en werktuigen beoogd is het aantal manuren te verminderen, ligt voor de hand. Even duidelijk is het, dat bij een goed uitge-

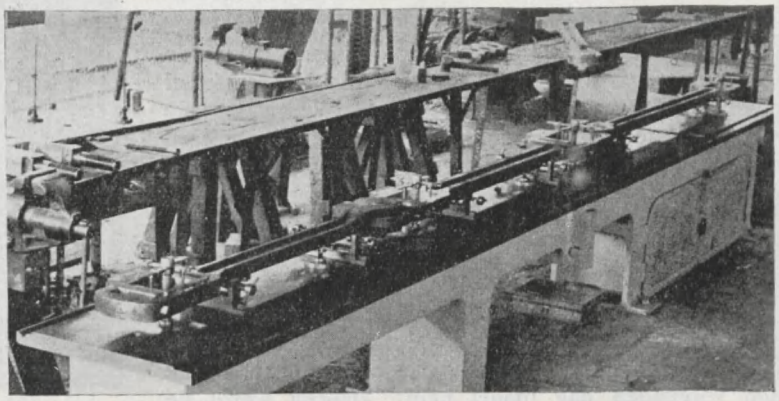


Fig. 9. Stangenmeettafel.

lijnde locomotief de slijtage der onderdeelen wordt vertraagd, zoodat de exploitatiedienst, die de machines heeft te gebruiken, bij dergelijk werk gebaat is door den verhoogden levensduur van de machine.

Ofschoon op deze wijze een reeks van verbeteringen tot stand kwam, zoowel wat betreft de vermindering der kosten, als de verbetering van kwaliteit van het werk, en vermindering van den vereischten tijd, staat nog een omvangrijk aantal van dergelijke verbeteringen op invoering te wachten. Het is duidelijk, dat aan deze taak geen absoluut einde kan komen, doch ten slotte zal een toestand worden bereikt van een meer geleidelijke ontwikkeling. Dit zal een aanvang nemen op het oogenblik, dat de achterstand in de ontwikkeling van het werkplaatswezen zal zijn ingehaald. Van dat oogenblik af kan weer een normale staat van zaken worden verwacht.

Bij het tot nu toe geproduceerde rationalisatiewerk is er steeds voor gewaakt, dat de versnelling in de aflevering van het werk nooit werd verkregen door de werklieden te haasten, zelfs is in vele gevallen hun taak verlicht en vereenvoudigd, terwijl hun productie naar kwaliteit en kwantiteit verbeterde. Een typisch voorbeeld hiervan is de vervaardiging van plombeerloodjes. Toen steller in 1930 de werkplaats Bandoeng overnam, was de dagproductie voor twee werklieden 20 à 30 kg, overeenkomende met omstreeks 3 000 loodjes. Voor dit werk is thans in de werkplaats Bandoeng een automaat ontworpen en vervaardigd met een dagproductie van 5 à 600 kg overeenkomende met ± 90 000 loodjes. Deze automaat wordt ook door twee personen bediend.

Een vaste stelregel, waar niet dan bij zeer hooge uitzondering van wordt afgeweken, is de *opeenvolging* der werkzaamheden. De locomotief, die het eerst in bewerking komt, wordt ook het eerst afgeleverd, al komt het wel eens voor, dat aan sommige onderdeelen tijdroovende herstellingen moeten worden uitgevoerd, zoodat vertraging in de gereedkomst ontstaat. Het ongemak, dat hiervan het gevolg is, wordt minder zwaar geteld, dan de wanorde, die ontstaat, indien men de eenmaal aangenomen volgorde verlaat.

Dat aan dit systeem groote beteekenis is toegekend, moge daaruit blijken, dat de opstelling en groepeering der werktuigen zóó is gekozen, dat een logische opeenvolging van bewerkingen ten allen tijde gewaarborgd is. In den plattegrond, *fig. 1*, zijn eenige der voornaamste transportwegen aangegeven.

Bij de demontage worden de onderdeelen dadelijk gesplitst naar de verschillende wegen, die zij hebben te volgen naar de montage. De ketel wordt afgeleverd aan de ketelmakerij, het frame aan de onderstelafdeeling van de stelplaats, de wielen gaan naar het wielenpark, de onderdeelen, die geregenereerd worden voor een volgende locomotief van hetzelfde type, worden naar de reserveafdeeling gebracht en de onderdeelen, die weer gereedgemaakt moeten worden voor de locomotief, waarvan zij afkomstig zijn, gaan naar de locomotiefbankwerkerij.

In de locomotiefbankwerkerij beginnen alle bewerkingen, welke verdeeld zijn in een zeker aantal arbeidsgangen, aan de oostzijde. Deze bewerkingen zijn afgeloopen aan de westzijde van de locomotiefbankwerkerij, waar deze grenst aan de stelplaats. De arbeidsgangen zijn er zóó opgesteld, dat zij zoo dicht mogelijk eindigen bij die punten in de stelplaats, waar de montage dezer onderdeelen moet geschieden.

Om den storenden invloed van de traversbaan (die over de geheele breedte van het terrein loopt) op het transport zooveel mogelijk te niet te doen, heeft steller bij de door hem toegepaste hergroepeering der werkzaamheden er naar gestreefd, alle bewerkingen, welke onmiddellijk verband hebben met de opname, oostelijk van deze traversbaan te doen plaats hebben. De metaalbewerkingsafdeelingen zijn aan de westzijde van de traversbaan. Onder deze wordt ook de reserveafdeeling gerangschikt, omdat deze meer met de metaalbewerking, dan met de locomotiefopname te maken heeft.

Bij de hierboven beschreven gaandeweg verder toegepaste splitsing van het werk, bleek op gemakkelijke wijze een inzicht mogelijk in de, voor verschillende groepen van werkzaamheden, benoodigde aantallen manuren. Voor de contrôle op de voortgaande ontwikkeling van de rationalisatie werd een nauwkeurige boeking der kosten ingevoerd. Aan de hand hiervan zou b.v. de invloed van de invoering van betere en normale constructies, de toepassing van nieuwe werkwijzen of moderne werktuigen zijn te constateeren, zoodat men gaandeweg een basis krijgt voor het opbouwen van betere voorwaarden. Deze gegevens worden, gespecificeerd in bepaalde groepen, per locomotief op kostenkaarten verzameld en hebben betrekking op de uitgaven aan loon en materiaal.

Een ander reeds ten deele in de rationalisatie betrokken gebied, is dat der materialen noodig voor het onderhoud en de herstelling van het materieel. Voor een doelmatige bewaking van het materiaal staan uit den aard der zaak verschillende wegen open. De gekozen methode voor de bewaking der materialen is gebaseerd op de gedachte, dat men te eenigertijd tot het inzicht zou komen, dat de materiaalbeweging zou moeten ressorteeren onder een behoorlijk ingerichte planafdeeling. Daarom is de bewaking van de materiaalbeweging te Bandoeng thans reeds taak van de planafdeeling.

Bij den verlaten vorm van de materiaalbewaking, welke in de practijk volkomen onvoldoende is gebleken, was het niet eenvoudig om te weten te komen, welke materialen en welke hoeveelheden daarvan in de werkplaats in voorraad waren. Het vaststellen van het verbruik van bepaalde materialen was een zeer tijdroovende bezigheid en had daardoor niet stelselmatig plaats. Hieraan is een eind gemaakt door de toepassing van een kardexbewaking, waarbij het mogelijk is, op *ieder* oogenblik *alles* te weten omtrent *iedere soort* van in het werkplaatsmagazijn in voorraad zijnd materiaal, halfproduct of volledig bewerkt artikel.

Het systeem van bewaken, waarvoor de kardex werd gebruikt, is zóó ingericht, dat de materiaalbewaking niet in het magazijn plaats heeft, maar op het bureau. Aanvulling en verstrekking kunnen eerst *na* de boeking plaats hebben. Mocht bij de verstrekking de voorraad beneden het aangenomen minimum dalen, dan worden de noodige stappen voor de aanvulling direct gedaan en wordt dit door middel van een signaal op de onderstrook van de betrekkelijke kaart

aangegeven. Voor ieder materiaal of artikel bevindt zich in het kardexsysteem een kaart, waarop alle gegevens, omtrent voorraad, verbruik, aanvulling, eenheidsprijs enz. worden bijgehouden. In iedere onderafdeeling van de werkplaats beschikt de leider over een zoogenaamden magazijnsklapper, waarin alle artikelen, die in voorraad worden gehouden, voorkomen; bovendien is in dezen klapper bij ieder artikel de kardexkaart vermeld, waarop de bewaking van dit artikel plaats heeft en een aanduiding van de plaats, waarop dit in het werkplaatsmagazijn opgeslagen ligt. Heeft nu een onderafdeeling een zekere hoeveelheid van een bepaald artikel noodig, dan vult de toezichthouder een zoogenaamde materiaalaanvraagbon in. Daarop vermeldt hij het kardexkaartnummer en de bewaarplaats van dit artikel, vervolgens den naam en de gewenschte hoeveelheid. De door hem ingevulde materiaalaanvraagbon deponeert hij in een bus, die bij de deur van het onderafdeelingskantoortje is opgehangen. Ieder half uur maakt een oppasser van de planafdeeling, volgens een voorgeschreven route, een rondgang door de werkplaats, waarbij alle kantoren der toezichthouders worden aangedaan. De zich in de bussen bevindende materiaalaanvraagbons worden medegenomen naar de materiaalbewaking in de planafdeeling en direct in behandeling genomen. Het eerste werk is na te gaan of de aangevraagde hoeveelheid in het magazijn aanwezig is. Daar het normale verbruik bekend is, is dit als regel het geval. De aangevraagde hoeveelheid wordt dan afgeschreven. Daarna wordt de aanvraagbon voorzien van de noodige aanteekeningen voor de financieele bewaking in verband met de locomotiefkostenkaarten of de uit te voeren bestelling; hiermede is de kaart gereed om door den hierboven genoemden oppasser bij een volgenden rondgang te worden bezorgd aan het werkplaatsmagazijn. Daar aangekomen wordt het aangevraagde materiaal tot de vereischte hoeveelheid gereed gelegd voor aflevering aan den aanvrager. Deze ontvangt het materiaal met de door hem uitgeschreven aanvraagbon, die na kwiteering weer wordt terugbezorgd in de planafdeeling om te worden gebundeld en bewaard. Door periodieke contrôle middels steekproeven, welke slechts weinig tijd vorderen, is op eenvoudige wijze steeds na te gaan of de administratie der materialen aan redelijke eischen voldoet.

Daar in sommige afdeelingen de aanvragen in verband met het in die afdeelingen tot stand komende werk zich steeds herhalen, worden voor die werkzaamheden de materiaalaanvragen in standaardlijsten verzameld. Hiervoor worden speciale aanvraaglijsten gemaakt, waarop alle voor dat werk noodzakelijke artikelen in de gangbare hoeveelheden worden vermeld. Deze lijsten worden compleet ingevuld. Komt dus een locomotief van een bepaalde serie in zulk een afdeeling, op zijn weg van de demontage-afdeeling naar de aansteekloods, dan heeft de betrokken toezichthouder niets anders te doen dan de aan te vragen hoeveelheden te verifieeren en de materiaalaanvraag te voorzien van het locomotief- en werkordernummer, den datum van aanvraag en zijn paraaf, en de bestelling der materialen kan worden uitgevoerd. De op deze wijze aan administratie bespaarde tijd komt het toezicht ten goede. Boven aangeduid systeem is nog in wording. Het ontwerpen en aanmaken dezer standaardmodellen eischt uit den aard der zaak een aanzienlijke hoeveelheid werk.

Het algemeene transport van materialen en werkstukken door de werkplaats geschiedt door middel van twee transportwagens, ieder bemand met een mandoer en een koelie. Deze transportwagens, die een vastgestelde route hebben te volgen, waarbij alle onderafdeelingen worden aangedaan, rijden volgens een bepaalde dienstregeling. De geheele rondgang langs alle onderafdeelingen, het in ontvangst nemen en afleveren der materialen en werkstukken inbegrepen, vordert gemiddeld anderhalf uur. De looptijden der twee wagens zijn zóó gekozen, dat zij drie kwartier na elkaar rijden, zoodat een zeer frequente communicatie tusschen de afdeelingen gewaarborgd is. De mandoer moet op een daarvoor bestemd cahier alle vertrek- en aankomsttijden respectievelijk van en in de afdeelingen noteeren, zoodat een zekere contrôle mogelijk is op het functioneeren van dit transportsysteem. Het voordeel van deze wijze van werken is, dat nu geen der afdeelingen aansprakelijk is voor de expeditie van het werk van de eene afdeeling naar de volgende, zoodat de werklieden, die vroeger voor het transport werden gebruikt, nu aan hunne werktuigen kunnen blijven staan. Vertragingen in de aflevering van werk worden thans niet meer veroorzaakt door onregelmatigheden in het transport, doch zijn meestal een gevolg van fouten in de werkwijze. Dit transport staat onder toezicht van de onderafdeeling „Expeditie". Het op deze manier geregelde transport heeft het mogelijk gemaakt om in een normalen werkdag van acht werkuren met slechts vier man aan personeel iedere afdeeling tien à elf keer in verbinding te brengen met alle andere afdeelingen.

Bij de rationalisatie van het onderhoud der locomotieven van de S. S. zal nog een zeer belangrijke rol gespeeld moeten worden door de normalisatie der onderdeelen.

Aan de eigenlijke normalisatie dezer onderdeelen dient vooraf te gaan een onderzoek naar de verscheidenheid der constructievormen. Dit werk, dat in de werkplaats Bandoeng zeer systematisch is ondernomen, is begonnen in 1930 en thans nog slechts ten deele gereed. Bij het catalogiseeren dezer gegevens zijn twee stelsels gevolgd. In de eerste plaats werd gecatalogiseerd naar de soort der onderdeelen en in de tweede plaats naar de locomotieftypen. Hierdoor ontstonden twee series van albums n.l. de eerste serie, ingedeeld naar de onderdeelen en de tweede serie naar de locomotieftypen. Het ging hier over tien van de drie en twintig series, waaruit het S. S.-locomotiefpark thans bestaat. Bij dit onderzoek is o.a. gebleken, dat deze tien locomotiefseries voor scharnierpunten en dergelijke meer dan vierhonderd verschillende soorten pennen en bussen bezitten. Het is zeer wel mogelijk thans nog tot een aanzienlijke beperking van soorten te geraken, ook bij andere constructiedetails, wanneer men eenmaal aan de hand der verzamelde gegevens tot normalisatie komt en bij een eventueele bestelling van nieuw materieel rekening houdt met bestaande, liefst reeds genormaliseerde onderdeelen.

Behalve dat in de normalisatie der onderdeelen een belangrijk rationalisatiemiddel dient te worden gezien, is het ook noodzakelijk om er bij den bouw en de constructie der locomotieven van huis uit rekening mede te doen houden, dat toegankelijkheid en gemakkelijke montage zeer veel bijdragen tot rationeel onderhoud op de lijn en in de werkplaats.

Bereikte resultaten.

De tot nu toe bereikte resultaten zijn van genoeg beteekenis om afzonderlijk, zij 't dan ook niet volledig, te worden vermeld.

Voor zoover deze betrekking hebben op de uitgaven aan loon, uitsluitend voor het onderhoud van het locomotiefpark in de werkplaatsen, sinds steller in 1929, van Europeesch verlof terugkomende, in Manggarai een aanvang maakte met de rationeele reorganisatie, zijn zij weergegeven in *staat A*, die twee groepen van gegevens bevat. De eerste groep heeft betrekking op alle werkplaatsen der S. S. op Java tezamen, de werkplaats Bandoeng inbegrepen en alleen wat betreft het onderhoud van locomotieven. De tweede groep toont deze gegevens voor de werkplaats Bandoeng alleen. Iedere groep omvat weer drie soorten gegevens n.l.:

1e) het aantal locomotieven per jaar;
2e) de totale uitgaven aan loonen per jaar; en
3e) de gemiddeld benoodigde manuren voor een locomotiefrevisie in de jaren 1929 tot 1935.

Blijkbaar kostte in 1929 de opname van 281 locomotieven tezamen *f* 913 000,— aan arbeidsloon. Dit geeft een gemiddelde per locomotief van ± *f* 3 200,—.

In 1934 werden in de werkplaats Bandoeng 82 locomotieven gereviseerd voor *f* 98 000,—, gevende een gemiddelde van ± *f* 1 200,—. Wordt op het oude loon omgerekend (in Januari 1934 had een verlaging van het uurloon plaats), dan zouden in Bandoeng de kosten per locomotief ± *f* 1 500,— bedragen hebben.

Het gemiddeld aantal manuren per locomotief, over alle Java-werkplaatsen berekend, bedroeg in 1929 in ronde cijfers 15 000, terwijl dit in 1934 in de werkplaats Bandoeng tot 7 000 à 8 000 bleek te zijn gedaald.

Hoe in de werkplaats Bandoeng de condities sinds 1929 veranderd zijn, blijkt zeer duidelijk uit den staat. Het aantal jaarlijks afgeleverde locomotieven is van 75 gestegen tot 82, terwijl de totale uitgaven aan loon hiervoor tot en met 1934 van *f* 262 000,— gedaald zijn tot *f* 98 000,—. Het jaarprogramma 1935 voor de werkplaats Bandoeng toont een aantal van 98 locomotieven, waarvoor aan loon zal worden besteed ± *f* 118 000,—.

Door de vermindering van het verkeer en de invoering van langeren diensttijd tusschen twee op elkaar volgende opnamen (deze is thans voor de Bandoeng-locomotieven gemiddeld 2½ jaar) is, zooals begrijpelijk, het totaal aantal jaarlijks voor opname in aanmerking komende locomotieven gedaald vergeleken

STAAT A.

	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	
Aantal Werkpl. voor loc. revisie	5	5	4–3	3	3	2	2	Het *geheele* Java-net
Aantallen gereviseerde locomotieven *Totaal op Java*	281	304	241	234	210	170	180	
Totale uitgaven aan loon alleen v. loc's	913 000,–	935 000,–	693 000,–	510 000,–	435 000,–	221 000,–	crediet 242 000,–	
Manuren gemiddeld per revisie in alle Java-werkplaatsen (incl. Bandoeng)	15 000	14 300	13 400	11 000	10 000 [1]	8 430 [1]	? [1]	
Aantal gereviseerde loc's *in Bd alleen*	**75**	65	84	76	80	**82**	98	Alleen in werkpl. Bd
Totale uitgaven aan loon in Bd voor loc's alleen	**262** 800,–	272 200,–	253 000,–	176 200,–	161 000,–	**98** 000,–	crediet 124 000,–	
Manuren gemiddeld per revisie in Wpl Bd alleen	15 000	18 500	13 200	10 500	8 700	7 030	<7 000	

[1]) Dit aantal manuren is gunstig beinvloed door het lage cijfer van Wpl Bd.

1) Totale rationeele besparing aan *loonuitgaven alléén, uitsluitend voor locomotief-revisie* gesommeerd over de jaren 1929 t/m 1934 bedraagt *f* 692 000.—

2) De *180 locomotieven in 1935* in aanmerking komende voor revisie zouden volgens *Bd-maatstaf van 1934* kosten f 215 000.— Volgens *alg. Java-maatstaf van 1929* zouden zij kosten *f* 585 000 —

Daar in 1934 een loonsverlaging werd ingevoerd van 25% zouden de uitgaven in 1934 om vergelijkbaar te zijn met 33% moeten worden verhoogd om den zuiveren rationalisatie-invloed te kunnen taxeeren. Het bedrag van *f* 215 000.— wordt dan *f* 287 000.—

Door de in 1929 ingevoerde rationalisatie wordt, indien verdere ontwikkeling niet plaats zou hebben, op deze jaarlijksche taak van 180 locomotieven een bedrag per jaar bespaard van *f* 296 000,— aan loon, vergeleken met de condities, zooals die bestonden in 1929.

bij het aantal in 1929. Voor 1935 bedraagt dit aantal 180 locomotieven. Indien nu de rationalisatie niet geëntameerd was, waren voor de revisie daarvan noodig geweest 2,7 millioen manuren (zooals in 1929), terwijl, indien deze geheele opname op de basis van de werkplaats Bandoeng kon worden verricht, noodig waren 1,26 millioen manuren, gevende dus een verschil van 1,44 millioen manuren, hetgeen, berekend naar het thans voorkomende laagste gemiddelde uurloon (dit is dat van de werkplaats Madioen, bedragende 15 cent) een besparing oplevert van *f* 216 000,—, alleen aan arbeidsloon. Dit beteekent, dat voor het onderhoud van 180 locomotieven thans ± 650 werklieden minder noodig zijn dan in 1929 het geval was.

Dat het terugbrengen van het aantal werklieden tot de helft voor dezelfde hoeveelheid werk een succes genoemd mag worden, wil evenwel niet zeggen, dat hiermede de rationalisatie van het werkplaatsbedrijf reeds geheel zijn beslag zou hebben gekregen. Integendeel: dit in 1929 met kracht ter hand genomen werk is nog in een beginstadium. Eerst als men zal hebben begrepen, hoe noodig het voor de rationalisatie is, dat men de werkplaatsen bouwt voor een bepaalde werkwijze en niet de werkwijze heeft te verwringen naar de situatie in een verouderde werkplaats, kan men zich gaan voorbereiden op de uitwerking der details.

Dat in den algemeenen opzet van het locomotiefonderhoud nog heel wat te doen valt, moge tot slot van dit artikel met een voorbeeld worden verduidelijkt. De door de wet veroorloofde tijd, gedurende welken een locomotief dienst mag doen tusschen twee groote revisies, bedraagt drie jaren. Door de diensten, die van locomotieven van bepaalde series worden geëischt, is de slijtage aan de bandages dermate groot, dat tusschen twee opnamen noodzakelijk een verwisseling der wielstellen moet plaats hebben. Dit gebeurt thans op de locomotiefdepôts. Indien aan dit werk de eisch gesteld werd, dat na de asverwisseling de ligging der assen weer volkomen zuiver zou moeten zijn, dan zouden deze machines voor die bewerking in de werkplaats behooren te worden gestuurd.

Waar nu de werkplaats berekend is op een jaarcapaciteit van 180 locomotieven, daar zou de asverwisseling nog eens 100 à 120 locomotieven méér de werkplaats doen binnenkomen, hetgeen een vermeerdering van daarvoor benoodigde locomotief-opstelsporen in de werkplaats zou medebrengen van 60 à 70%.

Of hiertoe in de thans voor de locomotiefopname in te richten werkplaats Madioen gelegenheid bestaat, is mij niet bekend, maar dat met deze wijze van werken, die dus tusschen twee groote opnamen een kleine revisie inschakelt, op rationeele wijze de kosten van het onderhoud van het locomotiefpark zijn te drukken, zoowel op de lijn als in de werkplaats, is zeker.

In het korte bestek van dit artikel was een volledig verslag van hetgeen ten behoeve van de rationalisatie der S. S.-werkplaatsen werd verricht niet mogelijk. Uit de schier onuitputtelijke hoeveelheid materiaal over deze kwestie werden eenige grepen gedaan. Welke resultaten bereikt werden in deze periode van verhoogde toepassing van rationeele denkbeelden, heeft steller met enkele voorbeelden kunnen toonen. Om ten slotte een idee te geven van den omvang van de bereikte besparingen kan worden medegedeeld, dat door de invoering der nieuwere werkmethodes de uitgaven aan loon voor den werkplaatsdienst in 1933 ruim anderhalf millioen minder waren dan in 1929.

Rationalisatie is dàt element in een bedrijf, dat het stempelt tot een levend organisme. Steller van dit artikel, die steeds in de eerste plaats het dienstbelang voor oogen heeft gehad, om dit tevens het algemeen belang is, eindigt met de hoop uit te spreken, dat het jonge krachtige leven van boven beschreven renovatie niet ontijdig afgebroken zal worden en dat het zich zal mogen blijven ontwikkelen.

Exhaustwerking bij locomotieven

door

ir. P. F. A. VON WOLZOGEN KÜHR,

hoofd van het dienstonderdeel Tractie, Materieel en Werkplaatsen der S. S.

De behoefte aan een groot verdampingscijfer per m^2 verwarmend oppervlak heeft den locomotiefconstructeur reeds vroeg doen grijpen naar het middel om de bewegingsenergie van de afgewerkte stoom te benutten om een hoog vacuum te bereiken. Het groote succes van den locomotief-exhaust is echter te danken aan het feit, dat deze zelf-reguleerend is, d.w.z. dat hij, op geringe afwijkingen na, de stoomproductie regelt naar het verbruik. Dit door een eenvoudige formule uit te drukken is het doel van de volgende regels.

Uitgegaan wordt van een exhauststelling, waarbij het exhaustmondstuk zoo laag mogelijk is geplaatst, de schoorsteen zoo lang mogelijk is, waardoor het vacuum aan den schoorsteenmond (uittreezijde) nagenoeg de waarde nul heeft, terwijl er voldoende vrije ruimte in de rookkast overblijft om een goede menging van rookgassen met den afgewerkten stoom te verkrijgen.

Het is met eenvoudige middelen niet mogelijk het proces, dat zich in rookkast en schoorsteen afspeelt, in details te beschrijven. Men is daarom gedwongen enkele eenvoudige aannamen te aanvaarden.

1e) De verdeeling van de snelheid en den druk over het oppervlak van een dwarsdoorsnede van den stoomstraal en gecombineerden straal is ongelijkmatig. In de kern is de snelheid het grootst,

de druk het kleinst. Voor de berekening zal echter slechts met een gelijkmatige verdeeling rekening kunnen worden gehouden. Recente onderzoekingen hebben aangetoond, dat het vacuum in de kern van den stoomstraal oorzaak is van de menging van de rookgassen met de stoomdeeltjes (verwezen wordt naar „A Study of the Locomotive Front End, including tests of a front-end model, by Everett G. Young, University of Illinois Bulletin No. 39).

2e) Vooropgesteld wordt, dat de menging van stoom en rookgassen volledig plaats heeft bij het doorloopen van den stoomstraal door de vrije rookkastruimte, zoodat de gecombineerde straal in den keeldiameter van den schoorsteen treedt met een druk gelijk aan den rookkastdruk. Het is een bekend verschijnsel, dat aan den omtrek van de keel een nazuigen van rookgassen plaats heeft, waardoor de gecombineerde straal wordt omhuld met een mantel van rookgassen, die tegen den schoorsteenwand aanligt. Ook blijkt de menging niet homogeen te zijn. Met deze details is moeilijk rekening te houden, ook al omdat een gelijkmatige snelheidsverdeeling is vooropgesteld. Ten slotte zal de practische toepassing van de formule moeten uitmaken, of de vooronderstellingen reden van bestaan hebben.

Het proces, beschreven *sub 2*, kan uitgedrukt worden door de bewegingsvergelijking

$$-dP = M_{sec} \cdot dw \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

waarin M_{sec} de hoeveelheid (massa) is, per seconde door een axiale doorsnede stroomend, dw de snelheidstoename, en dP de kracht. Zij G_s de hoeveelheid stoom in kg, die per sec door het exhaustmondstuk stroomt, G_s' de hoeveelheid rookgassen in kg, die per seconde wordt verwerkt, zij c de snelheid van uitstrooming van de stoom uit het exhaustmondstuk in m/sec en verwaarloost men de axiale componente van de rookgassnelheid bij het toestroomen op den stoomstraal, dan levert vergelijking **(1)** door integratie bij constanten druk:

$$G_s \cdot c = (G_s + G_s') \cdot w_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

waarin w_1 de snelheid van het mengsel bij die intrede in den schoorsteen is. Noemt men de verhouding $G_s' : G_s = x$, dan is **(2)** te schrijven in den vorm:

$$\frac{c}{w_1} = 1 + x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2a)$$

De strooming in den schoorsteen wordt beheerscht door de bewegingsvergelijking voor de parallelstrooming:

$$g - \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{dp}{dz} = \frac{dw}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$\text{of } g \cdot dz - g \cdot \frac{dp}{\gamma} = w \cdot dw \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

waarin z de hoogtecoördinaat van een gasdeeltje en $\frac{dz}{dt} = w$ de snelheid beteekent in m/sec, terwijl g = de versnelling v/d zwaartekracht in m/sec², γ = s.g. in kg/m³ en p = druk in kg/m². Voorts is $\gamma = \frac{1}{v}$, waarin v het s.v. in m³/kg is, zoodat **(3a)** geschreven kan worden als volgt:

$$dz - v \cdot dp = d\left(\frac{w^2}{2 \cdot g}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3b)$$

Nu is het $p \cdot v$-diagram een trapeziumvormige figuur met geringe hoogte Δp (rookkastvacuum), zoodat de waarde van den integraal bedraagt $\frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta p$, waarin de indices 1 en 2 betrekking hebben op de intree- en uittree-zijde van den schoorsteen. Aangezien Δp slechts geringe waarde heeft, is $v_1 \cong v_2$, zoodat men voor deze grootheden kan nemen het soortelijk volume bij atmospherischen druk en de temperatuur van de rookgassen (gemiddeld soortel. vol. = v).

Integratie van **(3b)** levert dus (wrijving buiten rekening gelaten):

$$(z_2 - z_1) - v \cdot \Delta p = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2 \cdot g} \quad \ldots\ldots \quad (3c)$$

De continuïteitsvergelijking eischt een gelijkheid

$$F_2 \cdot w_2 = F_1 \cdot w_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

waarin F_1 en F_2 de doorsneden in m² van den schoorsteen resp. bij de in- en uittrede voorstellen. Duidt men met ζ den weerstandscoëfficiënt van den schoorsteen aan en verwaarloost men de hoogte van den schoorsteen $(z_1 - z_2)$, dan volgt uit **(3c)** door substitutie van **(4)**:

$$\Delta p = \frac{1}{v} \cdot \left[1 - (1 + \zeta) \cdot \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2\right] \frac{w_1^2}{2 \cdot g} \ldots (5)$$

Substitueert men hierin de waarde w_1 uit **(2a)**, n.l.

$$w_1 = \frac{c}{1 + x},$$

dan is het resultaat:

$$\Delta p = \frac{1}{v} \cdot \left[1 - (1 + \zeta) \cdot \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2\right] \cdot \frac{c^2}{2 \cdot g \cdot (1 + x)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Het is voor het vervolgen van het proces het eenvoudigste om den weerstandbiedenden weg, in de stroomingsrichting vóór de rookkast gelegen, te vervangen door een equivalente opening, groot A m². Duidt men het soortelijk volume van de rookgassen aan met v, daar dit slechts weinig verschilt van dat van het mengsel van rookgassen en stoom, dan is

$$G_s' = \frac{A \cdot \mu}{v} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta p \cdot v} = A \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \frac{\Delta p}{v}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

of, met v_0 aanduidend het soortelijk volume bij 0° en atm. druk en met T de absolute temperatuur:

$$G_s' = A \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot 273}{T} \cdot \frac{\Delta p}{v_0}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7a)$$

Elimineert men nu uit **(6)** en **(7)** de grootheid Δp, dan is het resultaat:

$$x \cdot (1 + x) = \frac{A \cdot \mu \cdot c}{G_s \cdot v} \cdot \sqrt{1 - (1 + \zeta) \cdot \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2} \quad (8)$$

Zij f het oppervlak van het exhaustmondstuk in m² en V het soortelijk volume in m³/kg van den stoom bij uittrede, dan is

$$\frac{f \cdot c}{V} = G_s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

waaruit volgt, dat in **(8)** het quotiënt $\frac{c}{G_s}$ door $\frac{V}{f}$ kan worden vervangen.

Door subsitutie en herleiding op v_0 gaat **(8)** over in:

$$x \cdot (1+x) = \frac{273 \cdot A \cdot \mu \cdot V}{v_0 \cdot T \cdot f} \cdot \sqrt{1-(1+\zeta)\left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2} \quad .. (10)$$

Aangezien het 2e lid constant is, volgt uit vergelijking **(10)**, dat bij verschillende belastingsgevallen x constant is, d.w.z. dat het exhaustapparaat, op geringe variaties na, verband houdend met het luchtoverschot en de dikte van de roosterbeschikking, zelfregelend is, derhalve de verbranding regelt naar de benoodigde stoomproductie.

Ter illustratie kan naar het navolgende voorbeeld worden verwezen.

Bij een 2 C 1-4cylinder locomotief werd bij een roosterbelasting van 350 kg briketten per m²/h geconstateerd een 7½-voudige verdamping bij een vacuum van 125 mm waterkolom in de rookkast.

roosteroppervlak $R = 2{,}7$ m²,
intree-diameter van den schoorsteen = 378 mm,
uittree-diameter „ „ „ = 410 mm,
ϕ exhaustopening = 110 mm,
$T \cong 600°$ C
$\mu = 0{,}65$
$\zeta = 0{,}05$,
$\gamma = 1{,}29$ kg/m³
$V \cong 2$ m³/kg.

1 kg kolen levert bij verbranding 16,36 kg rookgassen (bij ± 50% luchtoverschot).

De temperatuur van den exhauststoom ligt beneden 200° C; gekozen werd een soortelijk volume bij ± 150° C.

Hieruit volgt:

$$G_s' = \frac{2{,}7 \times 350}{3\,600} \times 16{,}36 = 4{,}28 \text{ kg/sec.}$$

De equivalente opening volgt uit formule **(7a)**:

$$A = \frac{G_s'}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \gamma_0 \cdot \frac{273}{T} \cdot \Delta p}} =$$

$$= \frac{4{,}28}{0{,}65 \times \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 1{,}29 \times \frac{273}{600} \times 125}} = 0{,}174 \text{ m}^2.$$

Formule **(10)** geeft:

$$x \cdot (1+x) = \frac{273 \times 0{,}174 \times 0{,}65 \times 2 \times 1{,}29}{600 \times 0{,}0095} \times \sqrt{1 - 1{,}05 \cdot \left(\frac{378}{410}\right)^4} = 6{,}848$$

waaruit $x = \frac{G_s'}{G_s} = 2{,}16$ volgt.

Uit het verdampingscijfer blijkt echter, dat

$$G_s = 7{,}5 \times \frac{350 \times 2{,}7}{3\,600} = 1{,}97 \text{ kg/sec}$$ bedraagt, zoodat hieruit zou moeten volgen

$$x = \frac{4{,}28}{1{,}97} \cong 2{,}17$$

welke waarde zeer goed met de berekende waarde uit form. **(10)** overeenkomt. Kleine variaties in de waarde van de gebezigde constanten doen aan de geconstateerde overeenstemming niet veel toe.

Voor een juiste appreciatie van de berekende waarde van de equivalente opening, n.l. $A = 0{,}174$ m², zij vermeld, dat de vrije doortocht van de vlampijpen en -buizen bedraagt 0,272 m², terwijl de doortocht van de lucht in de aschbak 0,234 m² bedraagt.

2e JAARGANG
NUMMER 6

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

JUNI
1935

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR"

INHOUD: De houtskoolwinning op Banka, door F. Malmros. — Economische mededeelingen. — Personalia.

De houtskoolwinning op Banka

door

F. MALMROS,

hoofd der houtvoorziening bij de Bankatinwinning.

Het houtskoolvraagstuk op Banka is oud. Het tineiland heeft n.l. altijd in eigen behoefte aan houtskool voor de smelting van het tinerts voorzien. In verband, met de concentratie der tinsmelterijen deed zich tevens de behoefte gevoelen van concentratie van de houtskoolbereiding. Deze concentratie bracht verder mede pogingen tot scherper toezicht en rationalisatie der houtskoolbranderijen.

In 1917 werd een begin gemaakt met centrale kolenbranderijen in eigen beheer. Na dezen tijd is een stam van geroutineerde kolenbranders ontstaan, terwijl het bestuur soms overging van vader op zoon of op andere familieleden.

De houtskoolbereiding op Banka is aldus in den loop der jaren historisch gegroeid, met al de voor- en nadeelen, die daaraan verbonden zijn.

Hieronder zal een overzicht gegeven worden van de ontwikkeling van het houtskoolvraagstuk in de achtereenvolgende perioden, waarbij uiteraard slechts de belangrijkste data vermelding kunnen vinden.

ONDERZOEKINGEN EN PROEVEN IN 1918 — 1928.

De volgende onderzoekingen en proeven op houtskoolgebied gedurende dit tijdvak kunnen worden vermeld:

a) Het verslag van den ingenieur B. B. Lindberg 1918 (*De Mijningenieur*, 1921, 2e jaargang, blz. 7 e.v.), handelende over laboratorium-verkolingsproeven van een 15-tal houtsoorten. Bij een verkolingstemperatuur van 430° werd 31 resp. 34,4% gewichtsrendement bereikt van luchtdroog resp. droog hout.

b) Proefverkolingen in liggende meilers te A. Kenanga door den heer G. Filet 1921. Volumerendement 64,5% ten opzichte van werkelijk volume hout.

c) Rapport over „Moderne Houtverkoling" door ingenieur H. Frijling, 1926 en 1927, zoomede inlichtingen door ingenieur A. Beer ingewonnen tijdens zijn verblijf in Europa 1926.

Het rapport Frijling bevat zeer uitvoerige onderzoekingen op Banka terzake, en geeft vele goede aanwijzingen, die van waarde zullen blijven.

Frijling gaf de voorkeur aan een buiswagenoven, n.l. den zgn. Gröndaloven, terwijl hij later een voorstander is geworden van den Aminoffoven.

Het rapport eindigt met een voorstel tot aanbouw van een proefverkolingsinrichting, alsmede het branden in gemetselde ovens nader te bestudeeren.

d) Een „Saradan-oven" werd gebouwd en geprobeerd te Lobokbesar 1928. Conclusie: De „Saradanhoutskool is ook bij de aanname van gunstige exploitatiecijfers duurder dan meiler-houtskool"; verder: „Mocht men houtskool willen branden op meer moderne wijze, dan komen veel meer moderne, continu werkende Zweedsche tunnelvormige ovens dan verouderde ovens als de Saradanovens in aanmerking". (Rapport Frijling No. 1604 ddo. 3 October 1928).

ONDERZOEKINGEN EN PROEVEN IN 1929 — 1933.

In 1929 werd er bij het bedrijf een boschtechnischen dienst ingesteld, o.a. belast met de oplossing van het houtskoolvraagstuk.

a) Houtskoolbereiding in meilers.

Aanvankelijk was deze dienst voornamelijk ingesteld op een rationalisatie in den vorm van een overgang tot moderne houtskoolbereiding in ovens.

Na korten tijd bleek echter, dat de prestaties en kosten van het toenmalige meilerbedrijf, hoewel nog niet geheel in detail te overzien, vatbaar waren voor aanzienlijke verbetering. Als eerste taak werd dan ook gesteld een rationalisatie van het *bestaande* houtskool-meilerbedrijf.

Administratie.

Van 1 Januari 1930 af werd er een uitvoerige, uniforme administratie ingevoerd bij de centrale kolen-

branderijen, zoodat voor elken meiler de ten behoeve van de verschillende werkzaamheden (d.i. kappen van hout, stapelen, dekken, branden, bewaken en uithalen van de kolen) verrichte dagtaken geboekt worden. Tevens wordt per meiler aanteekening gehouden omtrent afmetingen, inhoud, verkolingstijd en verkregen hoeveelheden kool in zakken.

In maandelijksche staten worden de bovengenoemde gegevens gecompileerd, terwijl tevens het gemiddelde volume der kolen uit 10 zakken vastgesteld wordt.

Bovendien worden aangegeven de stand der verschillende werkzaamheden en de mutaties der kolenvoorraden, verdeeld over gestapelde meilers, nog brandende meilers, reeds afgebrande meilers, voorraden kool op de kolenbranderij, op de afscheepplaats en in de smeltcentrale.

Zoodoende heeft men steeds de mogelijkheid tijdig maatregelen te nemen tegen een ongewenschten gang van zaken, terwijl een onderlinge vergelijking tusschen de kolenbranderijen op elk moment mogelijk is.

Technische verbeteringen.

Tal van proefnemingen zijn verricht. Deze zijn zeer tijdroovend geweest, omdat het bouwen, drogen en afbranden van een meiler ½ jaar duurt, terwijl de boschtechnische dienst niet beschikte over middelbaar personeel met boschbouwkundige opleiding en ervaring van houtskoolbereiding. Het is echter in 1931 gelukt een goede „Bankamethode" vast te stellen.

Geleidelijk werd deze over het geheele bedrijf toegepast. De kolenbranderijen te Lobokbesar en Rambat werken sedert begin 1932 geheel volgens deze methode, terwijl een volledige toepassing te A. Trap plaats vond sedert November 1932. De kolenbranderij Diniang werd slechts gedeeltelijk veranderd en in 1933 definitief gesloten. „Lobokbesar" en „A. Trap" werden ultimo 1934 gesloten. In de plaats van „Lobokbesar" werd „S. Bajat" geopend. (De bijgaande kaart geeft de ligging der verschillende kolenbranderijen en smelterijen aan).

De werkwijze bij de houtskoolbereiding op Banka, waarvoor wellicht ook buiten het eiland belangstelling bestaat, moge uit ondervolgende beschrijving blijken, welke bij wijze van instructie voor het betrokken bedrijfspersoneel werd opgesteld.

De regentijd (in het algemeen van 15 November tot 1 Februari) is niet geschikt voor het branden van houtskool. Bij zware regens is het vrijwel onmogelijk de bedekking der meilers dicht te houden, terwijl de houtskolen nat en vuil worden. Doorloopende verkolingen hebben dan ook duidelijk uitgewezen, dat de rendementen aanzienlijk lager worden in de natte maanden.

De kolenbranderij-werkzaamheden dienen in dit verband zooveel mogelijk georganiseerd te worden als seizoenbedrijf, zoodat in den natten tijd het hout gestapeld wordt en voorbereidende werkzaamheden worden verricht, b.v. aanleg en onderhoud van wegen, bruggen en gebouwen, terwijl in den drogen tijd de kolen geproduceerd en vervoerd worden.

Eerst wordt het kleine hout omgekapt. Zoo mogelijk wordt hiervan gebruik gemaakt voor de omrastering van de reeds gestapelde meilers. Indien absoluut noodzakelijk voor den normalen gang der werkzaamheden mogen de resteerende takken en bladeren door verbranding opgeruimd worden. Dit dient echter te geschieden in kleine vuren. De te verbranden stukken dienen verzameld te worden, zoodat de kleine vuren telkens bijgehouden kunnen worden. Zoodoende worden de gebrande oppervlakte en de schade uit een oogpunt van verjonging tot een minimum beperkt. Daarna wordt overgegaan tot het kappen van de dikkere stammen. Zieke en holle stammen (b.v. overoude stammen) loonen de bewerking niet. Indien er geen risico bestaat, dat deze boomen zullen omvallen, waardoor ongelukken kunnen ontstaan, mogen zij blijven staan. Anders moeten zij omgekapt en zoo mogelijk voor brandhout gebruikt worden.

De stammen worden op maat gezaagd of gekapt; 4 m is de voordeeligste lengte gebleken. Stammen dikker dan 30 cm dienen gezaagd te worden. Indien de meetstokken 4,04 m lang zijn, kan aangenomen worden dat de meiler gemiddeld 4 m breed zal worden.

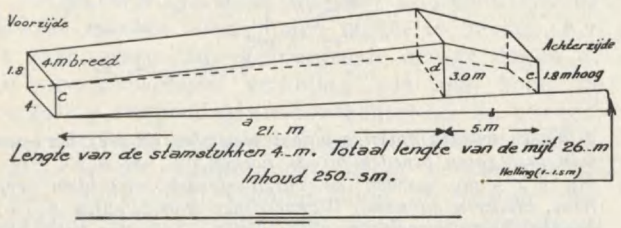
Zoodra een voldoende hoeveelheid gekapt ligt, wordt de stapelplaats uitgekozen, waarbij bijzondere aandacht gewijd wordt aan de bestaande hellingen zoomede de ligging van de zwaarste stammen.

De stapelplaats moet zoo mogelijk iets hellend zijn (een hoogteverschil van ¾ tot 1½ m is zeer aan te bevelen). Indien geen natuurlijk talud aanwezig is, loont het evenwel niet om een helling te bouwen. De stapelplaats wordt schoon gemaakt en bevrijd van houtafval; de stronken worden gelijk met den grond gekapt.

Indien de grond niet hard is, dienen 5 — 10 cm dikke dwarshouten met 1 — 3 m tusschenruimte geplaatst te worden, waarop 3 rijen van langsliggers komen te rusten. Slechts bij zeer vasten grond mogen deze laatste direct op den grond rusten. De langsliggers worden gevormd door lange rechte stammen van een duurzame houtsoort, waarvan de dikte

maximum 25 cm en minimum 15 cm bedraagt. De uiteinden der liggers moeten een weinig langs elkaar heen gelegd worden, daar anders het gestapelde hout bij de meestal schuin gekapte einden van de liggers bijna den grond zal raken en de luchtcirculatie zal belemmeren.

Fig. A. Vorm van de mijt



Verdeeling van het hout

De meiler wordt gestapeld volgens *fig. A*. Doorloopende proeven op 4 kolenbranderijen gedurende 1929 — 1932 hebben bewezen dat dit model aanzienlijk beter is dan alle andere op het eiland gebezigde.

Het 21 m lange stuk (vide de schets) mag langer gemaakt worden al naar de behoefte. De hoogte kan echter altijd maximum 3 m en minimum 1,80 m blijven. De 5 m lange kop blijft constant van afmetingen.

Het gebruik van dergelijke vaste maten brengt mede een zeer gemakkelijke opmeting en kubeering volgens een te voren opgestelde kubeeringstabel (vide onderstaande tabel).

Kubeeringstabel, aangevende den inhoud [1]) van genormaliseerde mijten op Banka (vide model A)

Afmetingen in meters van a b c d e	Inhoud sm	Afmetingen in meters van a b c d e	Inhoud sm
18 5 1,8 3 1,8	220,8	32 5 1,8 3 1,8	355,2
19	230.4	33	364,8
20	240,0	34	374,4
21	249,6	35	384,–
22	259,2	36	393,6
23	268,8	37	403,2
24	278,4	38	412,8
25	288,–	39	422,4
26	297,6	40	432,–
27	307,2	41	441,6
28	316,8	42	451,2
29	326,4	43	460,8
30	336,–	44	470,4
31	345,6	45	480,0

[1]) De inhoud blijft altijd = 48 + 9,6a. Dus elke meter verhooging geeft 9,6 m³ grooteren inhoud.

De stapeling geschiedt van beide einden, terwijl de langsliggers successievelijk aangebracht worden, teneinde den houtaanvoer niet te belemmeren. Bij de stapeling dient het hout verdeeld te worden, zoodat de dikkere stammen in het midden van den meiler komen, waar de grootste warmte zal heerschen (vide *fig. A* beneden).

De langsliggers worden aan den voorkant van den meiler afgezaagd. Voor elken ligger wordt een paal van duurzaam hout in den grond geslagen (iets hellend naar binnen) teneinde eventueel uitzakken van den gestapelden meiler te voorkomen.

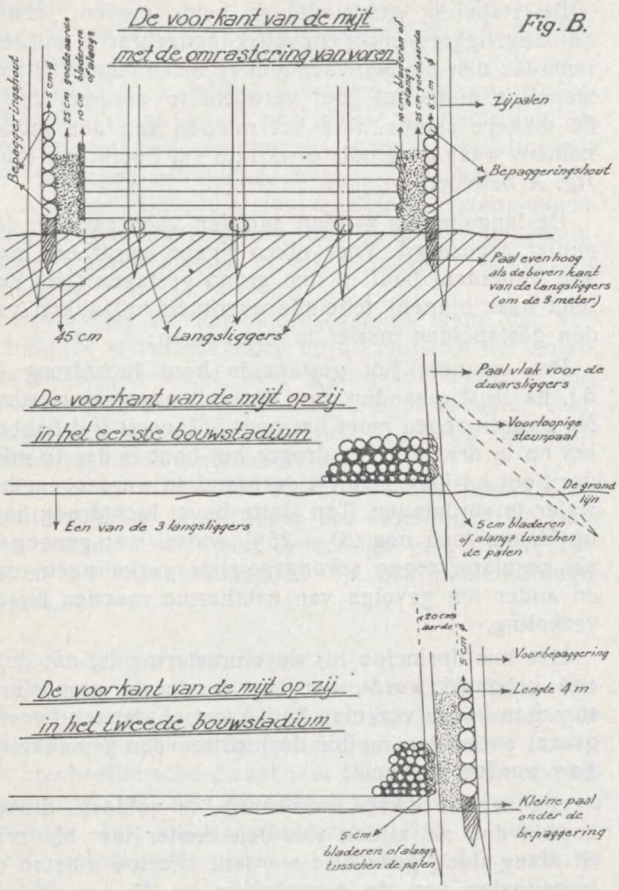
Pas wanneer het gestapelde hout luchtdroog is, d.i. na ± 2 maanden mag de meiler gedekt worden. Na zwaren regen moet het hout ook eerst tijd hebben om op te drogen. Hoe droger het hout is des te minder hout en kool behoeft verbrand te worden om het water te verdampen. Ten slotte bevat luchtdroog hout op Banka toch nog 20 — 25% water, wat genoeg is als regulator tegen sprongsgewijze verkolingen, een en ander ten gevolge van exotherme reacties bij de verkoling.

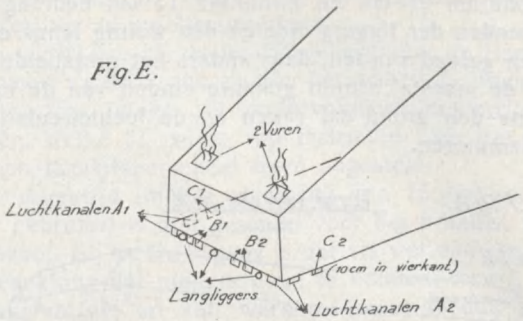
Het hoofdprincipe bij de omrastering is, dat deze zóó gebouwd wordt, dat ten eerste de grond niet tusschen het te verkolen hout komt en dat ten tweede overal onder den meiler de luchttoevoer gemakkelijk kan worden geregeld.

Om aan de eerste voorwaarde te voldoen, dienen zoowel dak als zijden van den meiler met bladeren of alang-alang gedekt te worden. Hiertoe moeten de buitenpalen van de omrastering op 45 cm afstand van het gestapelde hout geplaatst worden. Alang-alang bundels of dunne takken met bladeren worden tusschen het gestapelde hout gestoken bij wijze van afdekking, te beginnen van beneden en successievelijk naar boven opwerkend. Het benedenste stuk (overeenkomend met de hoogte van de langsliggers) moet echter ongedekt blijven, teneinde het aanbrengen van eventueele luchttoevoergaten niet te belemmeren.

Indien de zijwanden niet op deze wijze worden opgetrokken, kan nooit verhinderd worden, dat een deel van den grond bij het dekken tusschen de stammen indringt, tengevolge waarvan de kanten onverkoold blijven en hoog blijven staan, terwijl de verkoling in het midden vlugger gaat. Dit veroorzaakt weer een inzinking in het midden en bij regen een ophooping van grond in het laagste gedeelte. De zware grond breekt voorts het verkoolde middenstuk van het 4 m lange hout af en drukt bij wijze van hefboom de einden ervan omhoog, met gevolg, dat zand van de zijwanden naar binnen valt en de verkoling van de zijstukken nog moeilijker wordt.

Door de langsliggers buiten den achterwand te laten uitsteken en door het paggerhout van de omrastering op zij van en voor den meiler te laten rusten op kleine palen, dan wel op een voet van aangestampten grond, even hoog als de bovenkant der langsliggers, kan overal naar behoefte voor luchttoevoer gezorgd worden, zonder de omrastering te vernielen (vide verder de *figuren B, C, D* en *E*).





Het aansteken.

2 Vuren worden boven gemaakt tegelijkertijd met het openen van luchtgaten beneden bij de hoeken (A_1 en A_2). Na ± 1½ uur worden de vuren afgedekt met klein versch hout, bladeren en zand. Wanneer het vuur de gaten A_1 en A_2 bereikt heeft, worden de gaten gesloten. Zoodra beide klaar zijn, worden bij B_1 en B_2 (dat is beneden vooraan) gaten geopend. Zoodra deze door het vuur bereikt zijn, worden zij gesloten en wordt het vuur verder geleid door luchttoevoer bij C_1 en C_2 enz.

De meiler wordt aangestoken aan den voorkant van de bovenzijde. Twee vuren blijken voordeeliger te zijn dan één (vide *fig. E*). Eén vuur in het midden bevordert n.l. vaak reeds van begin af het ontstaan van een inzinking in het midden.

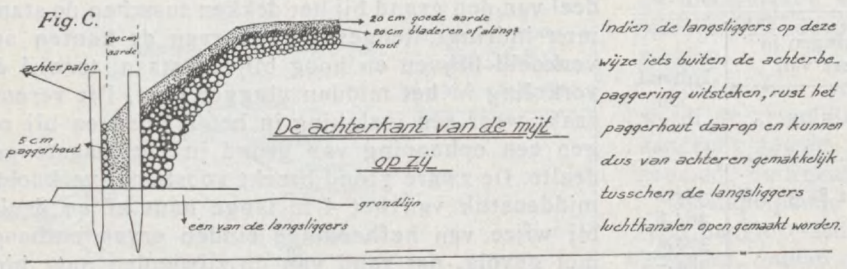
Tegelijkertijd met het aansteken worden beneden bij de hoeken van den meiler luchtgaten gemaakt. In het algemeen beginnen de vuren na 1½ uur slecht te branden tengevolge van ontsnappende CO_2 gassen, terwijl de vuren tegen de richting van den luchttoevoer in den meiler binnen dringen. De gloeiende massa wordt nu voorzichtig aangedrukt en gedekt met dun en kort gekapt versch hout, waarna op gewone wijze met bladeren en grond wordt gedekt.

Thans moet er op gelet worden, dat de beide vuren zich zoo mogelijk even vlug verplaatsen. Bij eenzijdigen sterken wind wordt het luchtgat aan de windzijde beschermd door een stuk hout of schors. De inzinkingen op de aansteekplaatsen geven een goede aanwijzing omtrent den voortgang der verkoling.

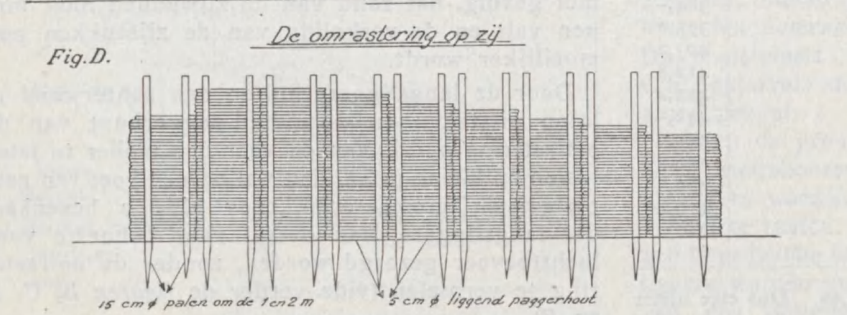
Zoodra de luchtgaten aan één kant door het vuur bereikt zijn, worden zij gesloten. Daarna wordt gewacht tot de andere kant ook gereed is gekomen.

Wanneer beide klaar zijn, worden de gaten aan de voorzijde geopend. Het is zeer belangrijk om hier een goed vuur te hebben en dit vast te houden. Een oude regel spreekt van de noodzakelijkheid om een meiler eerst „voetwarm" te krijgen.

Al naar gelang het vochtgehalte van het hout, bereikt men dit stadium 2-10 dagen na het aansteken. Pas daarna wordt de luchttoevoer van voren gesloten en de verkoling verder geleid door luchttoevoer van beneden opzij. Na 3-8 dagen (naar de mate van droogheid van het hout) heeft zich in het algemeen een flink vuur in den meiler ontwikkeld en is het verkolingsproces in vollen gang. Bij de verkoling zelf komt warmte vrij (de verkoling is n.l. een exotherme reactie), zoodat in dit stadium geen luchttoevoer meer noodig, zelfs niet wenschelijk is. Bij verkoling van droog hout en gebruik van slecht (d.i. zandig en slecht dekkend) dekkingsmateriaal, is het mogelijk



Indien de langsliggers op deze wijze iets buiten de achterbepaggering uitsteken, rust het paggerhout daarop en kunnen dus van achteren gemakkelijk tusschen de langsliggers luchtkanalen open gemaakt worden.



gebleken den geheelen meiler te verkolen zonder eenigen verderen luchttoevoer. Dit verdient bijzondere aandacht als men op een kolenbranderij overgaat van het ouderwetsche systeem, om nat hout direct te dekken en aan te steken, tot een meer rationeele methode om eerst de zon en wind het hout te laten drogen en pas daarna te dekken en aan te steken.

Omgekeerd kan men, wanneer er moeilijkheden bestaan om het vuur in den meiler te houden, b.v. na zeer zware regens gedurende eenige dagen of bij noodgedwongen verkoling van nat hout, de verkoling bespoedigen door achter in de hoeken, d.i. onder den achterwand, een luchtgat te maken, waardoor een flinke luchttoevoer bereikt wordt. Deze koude lucht stroomt langs de helling naar beneden tot de vuurzône, wordt langzamerhand verwarmd en stijgt dan naar boven, daarbij het vocht van het hout medevoerende. Hierdoor bereikt men in eerste instantie een waardevolle voorverwarming van het te verkolen hout, zoodat dit gemakkelijker verkoolt.

De in Europa toegepaste manier om dergelijke achtergaten doorloopend open te laten staan, is met succes beproefd op Banka, maar vereischt een beter bedekkingsmateriaal en vóór alles een grootere oplettendheid dan in het normale bedrijf der kolenbranderijen bereikt kan worden. Het spreekt n.l. vanzelf, dat een doorloopende luchttoevoer van achteren op een moment, dat er een lek bestaat in het bedekkingsmateriaal boven de verkolingszône, een katastrophale verbranding van den meiler kan veroorzaken.

Nadat 2-3 meters verkoold zijn, worden de kolen bij kalm weer in de vroege morgenuren uitgehaald. Liefst laat men reeds den middag tevoren de luchttoevoer afsluiten teneinde een niet te sterk vuur te hebben. De kolen dienen voorzichtig uitgekrabd te worden, waarbij men beter van de zijkanten dan van boven af werkt. De kolen dienen zoo noodig gebluscht te worden door het opwerpen van grond of door het besprenkelen met water.

Een deskundige, voorzichtige behandeling van de warme kolen beteekent een zeer belangrijke besparing door mindere vergruizing.

De in Europa toegepaste methode om de kolen eerst uit te halen, wanneer de meiler geheel afgebrand is, is soms met en soms zonder succes beproefd. In het algemeen is deze methode niet aan te raden, een en ander in verband met bovengenoemde bezwaren.

Na een dag voor den meiler op den grond te hebben gelegen, teneinde alle risico te voorkomen, dat de kolen weer in vuur raken, worden de kolen gezeefd en in zakken gevuld, en zoo mogelijk afgevoerd naar de smelterij of naar een droge bergplaats.

Het opslaan in de kolenbranderij brengt extra kosten en extra vergruizing met zich mede.

Het verdient aanbeveling de kolenbranderijwerkzaamheden zooveel mogelijk op taakwerk te doen verrichten. Daarbij is het zeer voordeelig gebleken het kappen en stapelen per meiler in „borong" aan een ploeg van 10-15 man, al naar mate de dichtheid van het bosch, te geven.

Dit spoort de werklieden tot flink werken aan en vergemakkelijkt het toezicht.

In verband met de tinrestrictie daalde de houtskoolproductie in 1933 tot 31% van die in 1930. Het laagste punt werd in 1933 bereikt, waarna thans weer een stijging te noteeren valt in verband met de toegestane verhooging van de tinproductie.

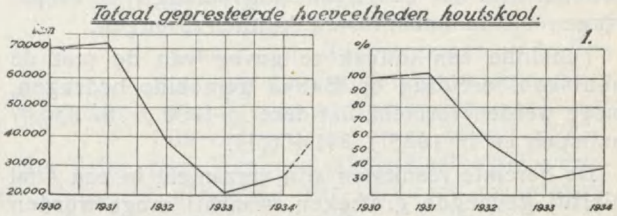
De volumerendementen zijn omhoog gegaan van gemiddeld 57,2% in 1930 tot 72,7% in 1934.

De hoofdelijke prestatie der werkelijke kolenbranders is in de afgeloopen vijf jaren gemiddeld met 46% omhoog gegaan ten gevolge van verbeterde werkmethoden. In verband daarmede gingen de kosten aan werklieden per eenheid kolen met 42% omlaag.

De rationalisatie heeft echter, zooals reeds boven gezegd werd, plaats moeten vinden in een tijd van productie-beperking (1933: 31% van 1930). Ten gevolge hiervan zijn uit den aard der zaak alle kosten, die vrijwel onafhankelijk zijn van de grootte der kolenproductie, zooals rente en afschrijving, aandeel algemeene kosten, zoomede en vooral de kosten van wegen, bruggen, steigers en andere vervoermiddelen, berekend per eenheid kool, omhoog gegaan.

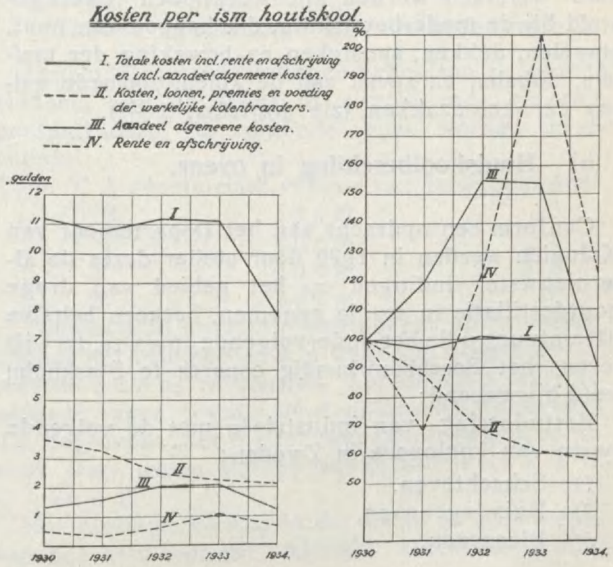
Per sm kool bleven aldus de totaalkosten der kolen (incl. rente en afschrijving) in 1930 t.m. 1933 vrijwel constant. In 1934 daalden echter door de verhooging der hoeveelheid te produceeren kolen de totaalkosten per sm kool aanzienlijk beneden die van 1930.

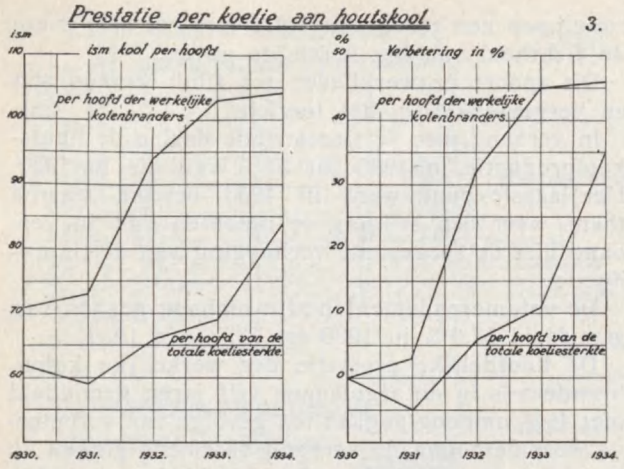
Totaal gepresteerde hoeveelheden houtskool.

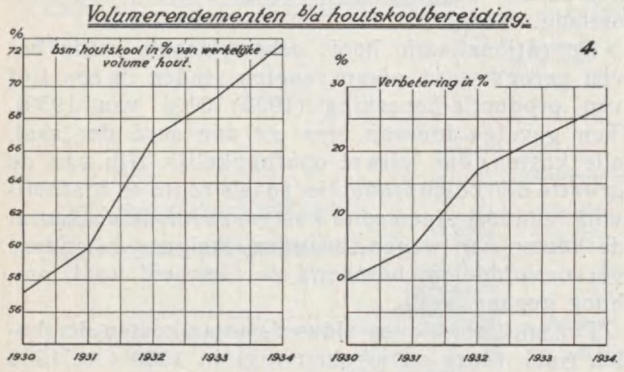


2.

Kosten per ism houtskool.







Bij een blijvende intensieve bemoeienis met de kolenbranderijen zullen ook de volgende jaren, met de te verwachten grootere productie en meerdere concentratie der bedrijven, nog belangrijke besparingen op de kolenkosten kunnen brengen.

Teneinde een indruk te geven van de met de houtskoolbereiding op Banka gemoeide bedragen, moge worden vermeld, dat deze in 1930 *f* 782 836,67 beliepen en in 1933 *f* 241 466,37.

De bereikte resultaten zijn verzameld in een 4-tal hierbij gevoegde grafieken, waarbij moge worden aangeteekend, dat onder „werkelijke kolenbranders" verstaan worden alle werklieden tewerkgesteld bij de meilerbewerking, d.i. kappen van hout, stapelen, dekken, aansteken en bewaking der meilers, uithalen en zeven van de kolen, zoomede vullen der kolenzakken (zie *grafieken 1—4*).

b) Houtskoolbereiding in ovens.

Conform een opdracht van het Departement van Koloniën werden in 1929 door steller dezes de allernieuwste vindingen op het gebied van droge houtdestillatie in studie genomen, hetgeen behalve litteratuurstudie het ondervolgende omvatte, terwijl tevens het Boschbouwkundig congres te Stockholm werd bijgewoond:

Bestudeering van industrieën met de volgende typen van koolovens in Zweden:

1) Schachtoven.
2) Buiswagenoven.
3) Blaasoven.
4) Aminoffoven.
5) De oven te Perstorp voor verkoling van loofhout.

Vergelijkingen tusschen de bovenstaande oventypen voor continu grootbedrijf (> 3 000 ton kool per jaar).

6) Samenvatting van alle bij droge destillatie van hout verkregen producten en het gebruik daarvan.

7) Ovens voor continu kleinbedrijf (< 3 000 ton kool per jaar) n.l. ovens met ophefbare plaatijzeren retorten en de zgn. wagenretortoven.

8) Transportabele plaatijzeren ovens.

Deze studie, welke werd vastgelegd in een uitvoerig rapport, resulteerde in de conclusie, dat de voorkeur moet worden gegeven aan de volgende oventypen:

a) voor continu grootbedrijf (> 3 000 ton/jaar): Aminoffoven;

b) voor continu kleinbedrijf (< 3 000 ton/jaar): ophefbare retorten zooals te Ockelbo;

c) transportabele kleine ovens: de kleine Aminoffoven met gepatenteerde isolatie.

Aangezien op Banka alleen sprake kan zijn van een continuen oven, (meer dan 3 000 ton kool per jaar), zal ik mij beperken tot een beschrijving van den Aminoffoven, zoomede tot een technisch-economische vergelijking tusschen dezen oven en de overige voornaamste typen groote ovens.

Koolovens systeem „Aminoff".

Aminoffovens zijn gebouwd in Rusland, Finland, Noorwegen, Denemarken en Zweden. In Zweden zijn er 7 stuks.

De constructie van den oven volgt uit *fig. 1* en onderstaande algemeene beschrijving.

De oven zelf bestaat uit een lange, hellende, gemetselde tunnel met rails, waardoor de met hout beladen koolwagens zich langzaam naar boven bewegen, aangedreven door een mechanisme, dat onderaan is opgesteld. Het benedenste deel van den oven vormt een inlaatsluis *A*, daarna volgt de verkolingsruimte *B* en daarna een sluiskamer. Direct achter deze volgt, aansluitend gebouwd, de afkoelruimte *D*.

Zoowel tusschen de verschillende afdeelingen, als in de inlaatsluiskamer en de koelruimte, zijn nauwkeurig sluitende luiken geplaatst. Een schroefmechanisme drukt de wagens van de inlaatsluis één voor één vooruit; tegelijkertijd komt aan de bovenzijde telkens een wagen met houtskool uit de sluiskamer in de koelruimte.

Een ventilator *E*, geplaatst bij het benedenste deel van den oven, zuigt de gassen naar buiten en drukt ze daarna door de condensatie-inrichting *F*. Van deze condensatieinrichting gaan de niet gecondenseerde producten, d.z. hoofdzakelijk niet condenseerbare gassen, naar de regeneratoren *G*, waar ze worden voorgewarmd tot ca. 400° C en opnieuw in het bovenste gedeelte van den oven worden geblazen.

De twee regeneratoren *G* zijn elk voorzien van een stookinrichting en een gemeenschappelijken schoorsteen *S*. Het gas passeert dan de geheele

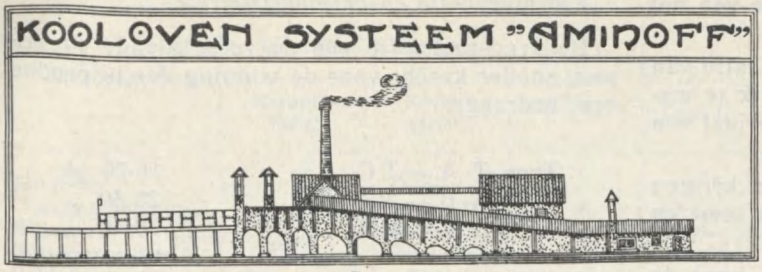
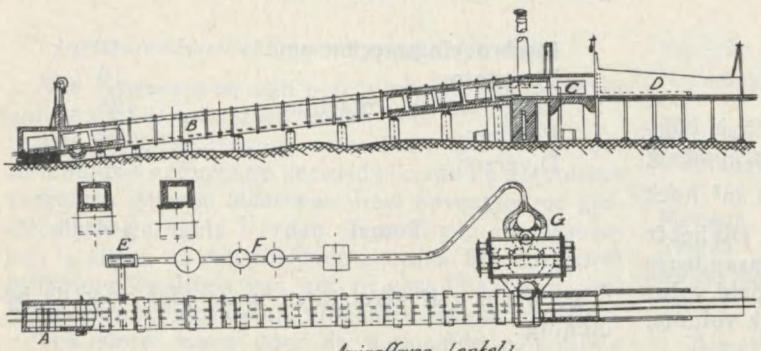
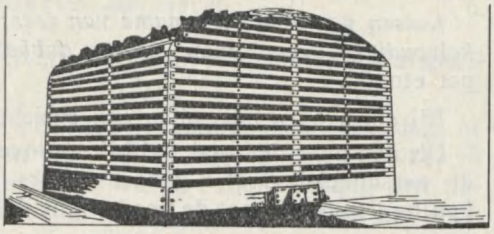


Fig. 1.



Aminoffoven (enkel)
A. Inlaatsluis. B. Verkolingsruimte, C. Uitlaatsluis, D. Koelruimte, E. Ventilator, F. Condensatie-inrichting, G. Regenerator.

Fig. 2.



Koolwagen
Fig. 3.

verkolingsruimte, neemt de uit het verkolende hout vrijkomende gassen op, en wordt dan beneden in weer uitgezogen.

De temperatuur in het bovenste gedeelte van den oven is ten gevolge van het exotherme karakter der verkoling ruim 500° C.

De uit het benedenste gedeelte van den oven afgezogen gassen hebben een temperatuur van 80 à 90° en worden geperst door de condensatieinrichting, waar de verschillende bijproducten als teer, azijnzuur en houtgeest na elkaar worden neergeslagen.

Ten gevolge van de continuïteit in het bedrijf van den oven, wordt steeds een *overschot* van niet condenseerbaar gas gevormd. Dit overschot wordt naar de stookruimte gebracht en daar verbrand, wat het gebruik aan brandhout aanzienlijk vermindert.

Telkens als een wagenlading geheel verkoold is in het bovengedeelte van den oven, wordt hij doorgeschoven in de sluisruimte voor de koelkamer; tegelijkertijd wordt een nieuwe wagen in het beneden deel van den oven ingeschoven.

Wanneer de volgende wagen gereed is, wordt de buitensluis van de koelkamer geopend en een wagen wordt er uitgehaald, en de in de tunnel aanwezige 7 wagens worden 1 wagenlengte naar boven geschoven. Op deze wijze vindt de verkoling continu plaats.

De helling van den oven draagt er toe bij, dat de hoogste temperatuur blijft heerschen in het bovenste gedeelte ervan, waar de uiteindelijke verkoling plaats vindt, terwijl de temperatuur successievelijk lager wordt verder beneden in den oven. Het te verkolen materiaal wordt dus steeds gevoerd naar een warmere zône en geeft zijn verschillende producten af bij de vereischte temperatuur.

De in de gassen aanwezige producten worden op hun weg door den oven naar minder warme zônes gevoerd, hetgeen van groote beteekenis is om ontleding van waardevolle bestanddeelen te vermijden.

Dank zij het continue bedrijf zijn de vrijkomende gassen van constante samenstelling. Een gevolg hiervan is tevens, dat het werkelijke verkolingsproces niet plotseling aanvangt, zooals bij ovens met discontinu bedrijf. Om dezelfde redenen zijn bij een Aminoffoven de temperaturen in de verschillende deelen van het circuit constant, zoodat ongelijke spanningen ten gevolge van verwarming en afkoeling bij het bouwmateriaal niet voorkomen. Dit, tezamen met het feit dat geen gevoelige machinerieën in den oven aanwezig zijn, maakt dat de reparatiekosten minimaal zijn.

De kolen zijn, wanneer zij de koelkamer verlaten, zoo goed afgekoeld, dat ze direct op spoorwagens kunnen worden geladen.

Grootte en capaciteit der Aminoffovens.

Teneinde aan verschillende behoeften te kunnen voldoen, zijn de ovens in verschillende grootten geconstrueerd. De volgende typen worden uitgevoerd:

Type	T A	geometrisch volume van de wagens	4 m³.
„	T B	idem	5 „
„	T C	idem	6 „
„	A	idem	8 „
„	B	idem	10 „

Teneinde de productie nog hooger op te voeren, zonder het volume van den wagen te vergrooten of meerdere ovens te bouwen, worden de 3 laatstgenoemde typen tevens als dubbelovens uitgevoerd, d.z. dus ovens met 2 rijen wagens in hetzelfde kanaal. Deze ovens worden aangeduid met: 2 T C, 2 A en 2 B.

Het productievermogen der ovens is afhankelijk van den aard van het materiaal: houtafval, gewoon

verkolingshout, stronken en turf, zoomede van het vochtgehalte.

Van groot belang is het om het vochtgehalte van het te verkolen materiaal zoo laag mogelijk te maken. Tevens speelt de vorm van het materiaal een zekere rol.

Teneinde een gelijkmatig product te krijgen moet het materiaal zoo mogelijk gelijk van soort en grootte zijn.

Bij verkoling van gewoon hout is het voor de „afgassing" gebleken voordeelig te zijn om het hout staande in de wagens te laden.

Productie van de Aminoffovens.

Houtskool. Het volumerendement is 75 à 80% van het gestapeld volume hout. Bij een verhouding van $\frac{sm}{m^3} = 0{,}65$, beteekent dit dus, dat 1 m^3 hout (werkelijk volume) 116 à 123% kool levert. Dit heeft betrekking op naaldhout. Voor loofhout garandeert ingenieur A m i n o f f 65% van het gestapeld volume hout, d.i. dus ± 100% van het werkelijk volume.

Bijproducten. De opbrengst aan bijproducten kan sterk uiteenloopen, aangezien veel factoren hierop invloed uitoefenen.

Gemiddeld levert gewoon verkolingshout (naaldboomen) per sm hout (gemeten in de houtstapels):

Teer	4-6 kg d.i. per m^3 hout ± 7,7 kg
Azijnzure kalk	3-5 „ „ „ „ „ „ 6,2 „
100%ige methylalcohol	0,9 „ „ „ „ „ „ 1,4 „

Voor Banka mag men rekenen, dat met 27% vochtgehalte van het te verkolen hout 18 wagens per etmaal verkoold kunnen worden. Bij 285 werkdagen per jaar (9½ maand doorloopend) kunnen de verschillende oventypen verkolen:

Type T A	20 000 sm hout
„ T B	25 000 „ „
„ T C	30 000 „ „
„ A	41 000 „ „
„ B	51 000 „ „
„ 2 T C	60 000 „ „
„ 2 A	82 000 „ „
„ 2 B	102 000 „ „

Rekening houdend met 65% rendement van het *gestapeld* volume hout en een gemiddeld gewicht per sm kool van 250 kg (luchtdroog) kunnen dus de verschillende oventypen per jaar leveren:

Type T A	3 300 ton kool
„ T B	4 100 „ „
„ T C	4 900 „ „
„ A	6 700 „ „
„ B	8 300 „ „
„ 2 T C	9 800 „ „
„ 2 A	13 400 „ „
„ 2 B	16 600 „ „

Krachtbehoefte en personeelssterkte.

De krachtbehoefte van de verschillende oventypen, zonder kracht voor de winning der bijproducten, bedraagt:

Type T A — T C	16-20 pk
„ A B — 2 T C	25-30 „
„ 2 A — 2 B	30-40 „

Een specificatie van de krachtbehoefte bij een grooten Aminoffoven volgt hier:

Inschroevingsmechanisme	10 pk
Ventilator	10 „
Zaag- en kloofmachine	65 „
Pompen	35 „
Diversen	20 „
Totaal	140 pk

De ovens zelf vereischten in Zweden voor de bediening:

Alle enkelvoudige ovens: 2 man per ploeg à 8 uren d.i. dus 6 man per etmaal.

Dubbelovens: 3 man per ploeg, dus 9 man per etmaal.

Lossen van kool en inname van teer: bij een enkelvoudigen oven 2 man, *bij een dubbeloven* 4 man per etmaal.

Bij elken oven bovendien een opzichter.

Uit den aard der zaak zal bij een oven op Banka de personeelsformatie geheel anders worden, rekening houdende met de hoedanigheid van de werklieden.

Kosten.

De kosten werden door ingenieur A m i n o f f in Februari 1933 geraamd (vrij Göteborg) in Zweedsche kronen:

Type B	: 240 000	of	*f* 110 400,—
„ 2 T C	: 275 000	„	„ 126 500,—
„ 2 B	: 300 000	„	„ 138 000,—
„ T C	: 180 000	„	„ 82 000,—

Technisch-economische vergelijking tusschen Aminoffovens en de voornaamste der overige ovens t/b van een grootbedrijf.

Een objectieve en zeer grondige vergelijking tusschen de Aminoffbuiswagen-, schacht- en blaasovens is te vinden in het officieele rapport van de Zweedsche Ingenieurswetenschapsacademie („Redogörelse för jämförande undersökningar beträffande olika i Sverige användà kolugnstyper 1921-1925").

Als slotbeschouwing werden de volgende conclusies getrokken:

Kooloventypen	Houtskoolrendement		Brandstofverbruik in %	Bijproducten			Kosten van aanleg, krachtverbruik en bedrijf per jaar en sm kool, omgerekend in guldens (1 Zw. kr. = 0,46 gulden)
	Kwantitatief	Kwalitatief		Teer in %	Azijnzuur	kg methylalcohol per 100 kg droog hout	
Moderne Aminoffovens	Ongeveer gelijk	Ongeveer gelijk. De Aminoffoven evenwel iets beter.	6	9,10	ongeveer gelijk	0,965	0,72
Blaasovens			7	—		0,970	0,75
Buiswagenovens			10	7,70		0,770	1,11
Schachtovens.....			12—13	7,55	iets minder	0,470	2,14

Betrouwbaarheid en eenvoud in bedrijf.

Alle 4 oventypen zijn betrouwbaar; storingen in het bedrijf komen zeer zelden voor.

Alle periodieke ovens vereischen een groote oplettendheid gedurende het tijdvak van de eigenlijke verkoling. Bij den blaasoven moet bovendien de gascirculatie geregeld worden. In strengen zin gesproken is alleen de Aminoffoven continu. Bij een gelijk blijvende kwaliteit van het te verkolen hout, zoomede van de brandstof, blijft het stoken constant.

Ten slotte werd door de genoemde commissie opgemerkt, dat de diverse voordeelen van resp. Aminoff-, blaas- en buiswagenoven niet veel uiteenloopen en dat het bedrijfsresultaat in eerste instantie afhankelijk is van de zorg en de oplettendheid van het betrokken personeel.

c) Proefverkolingen in retortoven te Pangkalpinang.

Teneinde de vraag te kunnen beantwoorden, of kolen van een kooloven even goed zullen voldoen in de tinsmeltovens, werd te Pangkalpinang een liggende retortoven van ca. 1 m^3 inhoud gebouwd. Hier werd onder leiding van steller dezes een 35-tal proefverkolingen verricht. De voornaamste houtsoorten op het eiland, of liever gezegd, goede representanten van de voornaamste boomfamilies, werden hier apart onderzocht, en wel:

Merante (Berangauw)	Shorea eximia	Dipterocarpaceae
Keroeing	Dipterocarpus grandiflora	Dipterocarpaceae
Kerikis	Quercus spec.	Fagaceae
Mentangor	Calophyllum spec.	Guttiferae
Medang malik	Litsea spec.	Lauraceae
Samak	Eugenia spec.	Myrtaceae
Kajoe batoe	Parinarium Griffitianum	Rosaceae

Totaal werd 3 400 kg houtskool verkregen.

De proeven werden verricht op tweeërlei manier: Bij een hooge eindtemperatuur ca. 500° C, zooals in een modernen oven, en bij ca. 400° C, zooals in kleine koolovens bereikt wordt, een en ander met het oog op de toekomstige alternatieven op Banka.

De kolen werden in het bedrijfslaboratorium geanalyseerd op koolstof en aschgehalte.

Kortheidshalve moge worden verwezen naar de bijgaande staten, waaruit blijkt, dat de rendementen gelijkwaardig zijn met die in Europa in koolovens bereikt (zie blz. 58—59 en 60—61).

Dat ook de kwaliteit van de verkregen bijproducten bevredigend is, moge blijken uit het resumé van een onderzoek, gehouden door het Laboratorium voor materiaalonderzoek van het Departement B.O.W. ddo. 15 November 1930, en hier opgenomen op blz. 60—61.

Proefverkolingen in retortoven

Proef No.	Hout: Naam	Hout: Nat gew. in kg	Hout: Vochtgehalte %	Hout: Droog gew. in kg	Houtskool: Nat gew. in kg	Houtskool: Vochtgehalte %	Houtskool: Droog gew. in kg	Analyse van droog gew. in %: Koolstof	O. H. N.	Asch
	A. Eindtemperatuur 570°C (beneden in den oven ± 470°C)									
II *a*	Merante met bast	372,50	27,75	269,13	85.05	37,7		86,8	11,9	1,3
III		367,00	27,75	265,16	82,40					
V		419,60	26,00	310,50	93,15					
VI		406,20	25,50	302,62	92,50					
	Totaal *a*)	1565,30		1147,41	353,10	7,7	325,9			
IX	Kirikis	(757,60)	(27,1)	(550,29)	(179,05)					
X	Mentangoer	(645,40)	(27,0)	(471,14)	(157,35)					
XII	Mendang-malik	(378,70)	(23,0)	(291,60)	(90,90)					
XI	Samak	776,30	28,2	557,38	184,90	5,9	399,08	90,0	Onbek.	
XIV *a*	Mentangoer	444,50	26,1	328,49	104,20					
XIV *b*	Kirikis	195,—	28,2	140,—	43,40					
XV *a*	Samak	382,20	25,1	286,27	91,60					
XV *b*	Keroeing	298,50	30,1	208,65	64,20	5,9	474,64	91,05	Onbek.	
XVI	Keroeing	570,86	30,1	399,13	126,40					
XVII	Kajoe batoe (gekloofd)	617,10	18,2	504,79	164,90					
XVIII	idem (ongekloofd)	567,10	23,0	458,67	148,90					
	Totaal *b*)	3851,56		2883,38	928,50	5,9	873,72			
XXVI	Kajoe batoe (gekloofd)	609,—	18,9	493,90	172,80	4,33	253,53	86,38	8,16	5,46
XXXII *b*	idem	269,70[1])	18,1	220,90[1])	82,20					
XXXII *a*	Merante (gekloofd)	145,00	19,0	117,45	34,80					
XXIV *a*	Merante m/bast (ongekl.) ...	177,00	22,9	136,47	43,60					
XXIV *b*	Medang-malik	133,66	21,9	104,54	36,20					
XXVIII	Merante z/bast (ongekl.)	311,50	19,7	250,13	86,60	3,68		86,07	13,26	0,67
XXXIV *a*	Medang-malik	90,20	22,1	70,30	21,—					
XXXIV *b*	Merante z/bast (ongekl.)	98,—	16,1	82,22	20,20					
XXXIV *c*	Merante m/bast (ongekl.)	108,50	24,5	81,92	21,00					
	Totaal *d*)	1063,86		843,03	263,40	3,68	253,71			
	Totaal *a*)	1565,30		1147,41	353,10		325,90			
	Totaal *b*)	3851,56		2883,38	928,50		873,72			
[1])	Totaal *c*)	878,70		714,80	255,00		253,53			
	Totaal *d*)	1063,86		843,03	263,40		253,71			
	Totaal generaal	7359,42	24,06	5588,62	1800,00	5,17	1706,86	86,09		
	B. Eindtemperatuur 470°C (beneden in den oven ± 370°C)					5,2		82,6	15,3	2,1
I	Merante met bast	392,21	26,60	287,88	97,05	3,8	92,68	85,4	13,8	0,8
IV		339,51	29,95	237,83	85,65	4,6	268,69	75,7	23,3	1,0
VII		387,80	27,95	279,41	95,40					
VIII		402,88	22,90	310,62	100,60					
	Totaal *a*)	1522,40		1115,74	378,70		361,37			
XIII	Kirikis	(751,30)	(28,2)	(532,25)	(178,—)					
XIX *a*	idem	137,60	28,2	98,8	29,6					
XIX *b*	Mentangoer	481,70	26,1	355,98	113,40					
XX *a*	Samak	377,50	23,5	288,79	90,20					
XX *b*	Keroeing	295,20	24,8	221,99	78,20	4,0	869,38	86,08	11,02	3,80
XXII	Kajoe batoe (gekloofd)	606,50	19,4	488,84	173,40					
XXIII	idem (ongekl.) m/bast	533,50	21,2	420,40	164,70					
XXVII	idem (gekl.) z/bast	975,50	18,9	466,73	173,60					
XXXI *b*	idem (gekl.) z/bast	309,00	18,1	253,07	82,50					

te Pangkalpinang 1929 — 1930.

Houtzuur: Gew. in kg.	Houtzuur: Analyse: Opgeloste teer en oliën %	Houtzuur: Analyse: Opgeloste teer en oliën kg	Houtzuur: Analyse: Azijnzuur %	Houtzuur: Analyse: Azijnzuur kg	Houtzuur: Analyse: Rest water en houtgeest %	Houtzuur: Analyse: Rest water en houtgeest kg	Teer: Ruw teer kg	Teer: Analyse: Houtzuur (berekend als 100% is azijnzuur) %	Teer: Analyse: Houtzuur (berekend als 100% is azijnzuur) kg	Teer: Analyse: Zuiver teer en oliën %	Teer: Analyse: Zuiver teer en oliën kg	Rendement in % van droog gew. hout: Droge kool	Zuiver teer en oliën in de ruwe teer	Opgeloste teer en oliën	Azijnzuur	Water houtgeest en niet condenseerbare gassen	Aanmerkingen
325,—							14.00										21 uren
121,30							9,10										idem
143,40							8,30										idem
							7,90					28,4					
188,10							13,90										23 uren
253,70							5,20										22 ,,
142,40							10,40										20 ,,
243,70							8,30										24 ,,
192,30							9,40										22 ,,
207,80							8,40										24 ,,
171,10							12,20										23 ,,
162,10							12,50										20 ,,
221,30																	20 ,,
							15,80					30,3					
172,80							3,50					35,5					21,5 ,,
68,30																	22 ,,
							7,20										
159,03							5,00										21 ,,
133,50							1,50										20 ,,
102,00																	21 ,,
												30,1					
3008,10	2,2	65,03	2,3	70,31	95,5	2872,76	152,60	0,4	0,65	99,6	151,95	30,4	2,7	1,2	1,3	64,3	
159,67							1,40										18,5 uren
174,20							10,90										21 ,,
147,75							7,30										24 ,,
148,50							11,60										24 ,,
												32,3					
123,70							9,50										26,5 ,,
233,40							8,30										25 ,,
235,40							10,40										26,5 ,,
												33,5					
193,00							14,70										20 ,,
169,50							8,50										21 ,,
209,10							10,70										22 ,,
141,10							4,70										23 ,,

Proef No.	Hout: Naam	Hout: Nat gew. in kg	Hout: Vochtgehalte %	Hout: Droog gew. in kg	Houtskool: Nat gew. in kg	Houtskool: Vochtgehalte %	Houtskool: Droog gew. in kg	Houtskool: Analyse van droog gew. in % Koolstof	O.H.N.	Asch
XXXI *a*	Merante (gekl.)	176,50	18,8	143,32	54,50					
XXV *a*	idem (ongekl.) m.bast	126,50	18,8	102,59	32,00					
XXV *b*	Medang-malik	169,50	20,2	135,26	44,90					
XXX *a*	Merante z/bast (ongekl.)	202,40	17,9	166,15	55,90	4,07	302,37	86,83	12,33	0,48
XXX *b*	Merante m/bast (ongekl.)	133,20	17,7	109,62	37,00					
XXXIII*a*	Merante z/bast (ongekl.)	94,00	19,1	76,99	25,30					
XXXIII*b*	Merante m/bast (ongekl.)	75,00	19,9	60,08	17,20					
XXXIII*c*	Medang-malik	149,00	21,8	118,32	48,40					
	Totaal *c*)	1126,10		912,33	315,20					
	Totaal *a*)	1522,40		1115,74	378,70					
	,, *b*)	3316,50		2594,60	905,60					
	,, *c*)	1126,10		912,33	315,20					
	Totaal generaal	5965,00	22,50	4622,67	1599,50	4,15	1533,12	84,28	13,13	2,60

Proef No.	Houtzuur: Gew. in kg	Analyse: Opgeloste teer en oliën %	kg	Azijnzuur %	kg	Rest water en houtgeest %	kg	Teer: Ruw teer kg	Analyse: Houtzuur (berekend als 100% is azijnzuur) %	kg	Zuiver teer en oliën %	kg	Rendement in % van droog gew. hout: Droog kool	Zuiver teer en oliën in de ruwe teer	Opgeloste teer en oliën	Azijnzuur	Water houtgeest en niet condenseerbare gassen	Aanmerkingen
XXXI *a*																		
XXV *a*	166,40							6,70										22 uren
XXV *b*																		
XXX *a*	125,80							4,00					33,1					20,5 ,,
XXX *b*																		
XXXIII*a*	125,50							4,00										23 ,,
XXXIII*b*																		
XXXIII*c*																		
	2353,02	2,2	50,96	2,3	55,23	95,5	2246,83	112,60	0,4	0,49	99,6	112,11	33,2	2,4	1,1	1,2	62,1	

1. *Houtzuur.*

Proefkooloven	470°/I	470°/II	570°/I	570°/II
Soortelijk gewicht bij 25°	1,014	1,014	1,014	1,014
Kleur	helder,		lichtwijnrood	
Reuk	branderig,		empyreumatisch	
Gehalte aan azijnzuur + vreemde zuren, berekend als g azijnzuur 100% in liter	23,68	23,91	23,91	23,51
Gemiddeld	23,8		23,7	
Gehalte aan teer en oliën in g/l liter	21,96		21,92	

Gefractionneerde destillatie van 470/I met een opzet met Raschigringen".

begin kookpunt	96°	
tot 100° gaan over	72,4	vol. %
,, 110° ,, ,,	80,8	,, ,,
,, 120° ,, ,,	87,2	,, ,,
,, 130° ,, ,,	94,0	,, ,,
,, 140° ,, ,,	98,6	,, ,,

Van het begin der destillatie af, werd een sterke reuk naar pyridine, een weinig aceton, geen houtgeest (methylalcohol) waargenomen.

In verband met de hooge beginkooktemperatuur en de zoomede vermoedelijk zeer geringe hoeveelheid houtgeest (kookpunt 65°) werd van een quantitatieve bepaling van houtgeest afgezien. De eventueel gevonden getallen zouden niet het werkelijke gehalte ervan aangeven. Het ware gehalte kan slechts door een gefractionneerde destillatie in het groot gevonden worden.

2. *Houtteer.*

Bij het staan heeft zich de teer in 2 lagen gescheiden; boven een soort emulsie, overdekt met een dunne laag van een waterige vloeistof, beneden de zuivere teer. De emulsie-achtige laag bleek na het afschenken van het water nog ± 39% water en waterige zuren bevatten. Voor het verder onderzoek werd slechts teer van beneden gebruikt.

Proefkooloven	470°	570°
Kleur en reuk	donkerzwartbruin,	empyreumatisch
Soortelijk gewicht bij 25°	1,148	1,154
Gehalte aan houtzuur, berekend als g azijnzuur 100% in 1 kg.	5,0	4,9

Gefractionneerde destillatie:

						S. G.
a. Proefkooloven 470°						
tot 150° gaan over gew.%	6,0	water. vl.	2,3	olie	lichtgeel	0,9450
van 150° — 200° ,, ,, ,,	sporen		5,3	,,	geel	1,0223
,, 200° — 250° ,, ,, ,,	0,8	water vl.	26,4	,,	licht-	1,0485
,, 250° — 279° ,, ,, ,,	sporen		6,9	,,	bruin	1,0825
pek (als rest) 53.2 ,,						
b. Proefkooloven 570°.						
tot 150° gaan over gew.%	6,4	water. vl.	2,6	olie	lichtgeel	0,9427
van 150° — 200° ,, ,, ,,	0,2	,, ,,	4,6	,,	geel	1,0166
,, 200° — 250° ,, ,, ,,	sporen		24,3	,,	bruinrood	1,0430
,, 250° — 285° ,, ,, ,,	—		7,7	,,	bruin	1,0884
pek (als rest) 54,2 ,,						

Het verkregen pek is zwart, glanzend, met een scherpe breuk en, als van loofhout afkomstig, zeer bros. Bij een herhaalde destillatie werd vanaf 125° oververhitte stoom toegepast, zonder dat de brosheid van het pek noemenswaardig afnam.

Verbrandingswaarde.

1. Bovenste.

Proefkooloven	470°	570°
Teer onbehandeld	8 077 cal	8 105 cal
Olie fractie tot 150°	8 281 ,,	8 455 ,,
,, ,, 150° — 200°	7 576 ,,	7 709 ,,
,, ,, 200° — 250°	7 832 ,,	8 194 ,,
,, ,, boven de 250°	8 059 ,,	7 985 ,,

2. Benedenste.

Proefkooloven	470°	570°
Teer onbehandeld	7 654 cal	7 661 cal
Berekend uit een waterstofgehalte van	7,83%	8,24%

De benedenste verbrandingswaarde der fracties kan als ca. 400 cal lager dan de bovenste verbrandingswaarde aangenomen worden.

Behandeling van de ruwe teer.

Wordt de teer in een open schaal op een zandbed gedurende ± 2 uur op 120° verwarmd (kookpunt van azijnzuur = 118°) en daarbij van tijd tot tijd omgeroerd, dan verdampt zonder te schuimen het water en het grootste gedeelte van de aanwezige zuren. De consistentie van de teer wordt daarbij verhoogd".

Over de conserveerende werking en het beschermend vermogen tegen witte mieren vermeldde het hoofd van het genoemde Laboratorium nog het volgende:

Conclusie.

Alle monsters hebben o.i. een voldoende beschermend vermogend om hout tegen witte mieren te beveiligen.

d) Proefsmeltingen met verschillende houtskoolsoorten.

Het reductievermogen van de ovenkolen bleek hierbij grooter te zijn dan dat van de meilerkolen, terwijl zij tevens minder vergruisden.

De proeven werden genomen te Mantoeng en te Pangkalbalam, waarbij te Mantoeng onder normaal bedrijf met iedere houtskoolsoort 350 — 500 quintalen tinerts werden gesmolten. De slak werd echter niet bemonsterd.

Onderzocht werd te Mantoeng houtskool van secundair bosch (± 40 jaar oud) uit 3 proefmeilers:
Meiler No. 1: Nieuw model (vlug verkoold).
,, No. 3: Nieuw model (langzaam verkoold).
,, No. 4: Oud model.

De smeltingen te Pangkalbalam beoogden vergelijkende onderzoekingen onder zooveel mogelijk gelijksoortige omstandigheden in een en denzelfden oven met denzelfden luchttoevoer en met een beginvulling van dezelfde houtskoolsoort, n.l. houtskool van Lobokbesar.

Hoewel met het oog op de beperkte hoeveelheden houtskool, die beschikbaar waren, slechts kleine hoeveelheden erts per proef werden gesmolten, zijn die hoeveelheden toch groot genoeg geweest om de resultaten als bedrijfsgegevens te kunnen beschouwen.

Onderzocht werd houtskool van:
1) Oerwoud te Lobokbesar.
2) Secundair bosch te Belinjoe:
a) bereid volgens nieuw model (langzaam verkoold);

Deze monsters werden gebruikt om drie plankjes Djeundjing-hout 2 maal te bestrijken. De tweede keer bestrijken vond plaats 1 dag na den eersten keer.

Na 7 dagen drogen binnenshuis werden de behandelde plankjes buiten in den grond in de nabijheid van witte mierennesten geplaatst.

Na verblijf van 9 maanden in den grond waren de plankjes nog niet aangetast.

Proefsmeltingen te Pangkalbalam met diverse houtskoolsoorten 1930.

Datum 1930	Proef no.	Omschrijving	Versmolten erts in kg nat	Vochtgehalte v/h erts %	Droog erts in kg	% tin in droog erts	Hoeveelheid tin in het erts in 100 kg
A. Proeven met ± 50 pikol erts.							
Mei 20	1	Houtskool van oerwoud te Lobokbesar.	3140	3,36	3034	74,0	22,45
21	2	idem	3198	3,87	3074	73,4	22,56
22	3	idem	3177	4,17	3045	73,6	22,41
Juni 3	10	idem	2764	2,83	2686	73,5	19,74
Totaal en gemiddeld :		Houtskool van oerwoud te Lobokbesar.	12279	3,58	11839	73,6	87,16
Mei 23	4	Houtskool van secundair bosch te Belinjoe (meiler van nieuw model)	3129	2,66	3046	73,7	22,45
26	5	idem	2811	3,38	2716	73,7	20,02
Totaal en gemiddeld :		Houtskool van secundair bosch (meiler van nieuw model)	5940	3,00	5762	73,7	42,47
Mei 27	6	Houtskool van secundair bosch te Belinjoe (meiler van oud model).	2506	4,82	2385	73,7	17,58
28	7	idem	2724	2,95	2644	74,2	19,62
Totaal en gemiddeld :		Houtskool van secundair bosch (meiler van oud model).	5230	3,84	5029	74,0	37,20
B. Proeven met ± 30 pikol erts.							
Mei 29	8	Houtskool van retortkooloven te Pangkalpinang. (eindtemperatuur max. 570° C)	1818	4,42	1738	73,9	12,84
Mei 9	9	Houtskool van retortkooloven te Pangkalpinang. (eindtemperatuur max. 470° C)	1884	3,86	1811	74,1	13,42
Juni 4	11	*Ter vergelijking met proef No. 8 en 9.* Houtskool van oerwoud te Lobokbesar.	1960	3,02	1901	73,0	13,88

b) bereid volgens oud model.

3) Retortoven te Pangkalpinang:
   a) bij hooge eindtemperatuur (zooals in een modernen kooloven);
   b) bij lage eindtemperatuur (zooals in een kleinen kooloven).

Uit deze proeven werden de volgende conclusies getrokken:

A) Ten opzichte van absoluut droge gezeefde houtskool.

De reductievermogens der verschillende houtskoolsoorten loopen weinig uit elkaar.

Hoewel men bij bedrijfsonderzoekingen voorzichtig moet zijn met de beoordeeling en niet de voorkeur mag geven aan een bepaald systeem op grond van enkele percenten verschil, kon met zekerheid tot de volgende preferentieele volgorde der reductievermogens worden geconcludeerd:

1) Retortovenkolen van hooge temperatuur (best).
2) „ „ lage temperatuur.
3) Kool van oerwoud.
4) Kool van secundair bosch (slechtst).

Wat betreft de kolen uit de secundaire bosschen, hebben de proeven te Pangkalbalam duidelijk aangetoond, dat de kolen uit „nieuwe" meilers beter waren dan die uit de „oude", terwijl bij de proeven te Mantoeng de eerstgenoemde gelijk of iets minder goed dan de „oude" waren.

Excl. ovenvulling verbruikte gezeefde houtskool in kg nat	Analyse van houtskool: van natte kool: Gruisgehalte in gewichts %	Vochtgehalte in gewichts %: %	Vochtgehalte in gewichts %: Gemiddeld	van drooggezeefde kool: C-stof %	C-stof Gemiddeld	Aschgehalte %	Aschgehalte Gemiddeld	Verbruik droog houtskool (excl. ovenvulling), in kg	Verkregen tin: In blokken totaal stuks	Verkregen tin: In kg	Verkregen te slak in kg nat	Per 100 kg tin in het erts: kg uitgesmolten tin	Per 100 kg tin in het erts: kg droge houtskool excl. ovenvulling	Per 100 kg uitgesmolten tin droge houtskool excl. ovenvulling	Smelturen	Per eenheid uitgesmolten tin benodigde hoeveelheid droge houtskool. Relatieve getallen	Aanmerkingen
1645	±17[1])	18,55 16,40	17,48	88,6 89,2	88,9	1,94 1,12	1,53	1357	45	1603	1275	71,40	60,45	84,28	7,5		
1671		23,5 21,8	22,65	91,38 80,8	91,09	2,34 2,05	2,30	1293	43	1513	1473	67,06	57,31	85,46	7,5		
2282		16,0 22,0	19,00	90,97 90,73	90,85	1,28 1,68	1,48	1848	54	1932	1138	86,21	82,46	95,65	8,0		
1811		21,90 12,38	17,14	88,29	87,36	1,70	1,70	1501	47	1707	740	86,47	76,04	87,93	8,0		
7409	±17[1])	—	19,03	—	89,59	—	1,70	5999	189	6755	4626	77,50	68,94	88,81	—	92,3	
1770	3,8	9,10 8,63	8,87	87,70 88,96	88,34	1,56 1,16	1,36	1613	50	1791	1265	79,78	71,84	90,06	9,5		
1628	3,8[2])	10,22 9,84	10,03	90,47 92,98	91,73	1,27 1,43	1,35	1465	46	1637	1036	81,77	73,18	89,49	7,5		
3398	3,8	—	9,42	—	89,95	—	1,36	3078	96	3428	2301	80,72	72,48	89,79	—	93,5	
1599	6,2	7,69 8,68	8,19	91,17 90,76	90,97	4,33 1,89	3,11	1468	43	1543	1358	87,77	83,50	95,14	7,5		
1613	6,2	9,13 9,00	9,07	90,93 90,46	90,70	1,43 1,26	1,35	1467	42	1506	1198	76,75	74,77	97,41	8,0		
3212	6,2	—	8,62	—	90,83	—	2,23	2935	85	3049	2556	81,96	78,90	96,23	—	100,0	
1164	4,0	7,38 8,55	7,97	91,03 89,97	90,50	2,40 2,60	2,50	1071	30	1079	595	84,03	83,41	99,26	6,0	(83,6)	
1207	3,8	6,95 7,00	6,98	84,97 84,27	84,62	2,15 2,47	2,31	1123	30	1080	565	80,48	83,68	103,98	6,0	(87,5)	
1413	±17[1])	16,60 15,70	16,15	88,45	89,06	1,38	1,39	1185	30	1081	730	77,88	85,37	109,62	7,0	92,3	

[1]) gemiddeld voor de smelterij te Pangkalbalam
[2]) geschat = proef No. 4

Het *koolstofgehalte* is voor de kolen van:
Secundair bosch en de retortkooloven bij hooge temperatuur: uitmuntend (90-91%)
Oerwoud : zeer goed (89-89½%)

De retortkooloven bij lage temperatuur : goed (84-85%)

Het aschgehalte is voor de kolen van de „nieuwe" meilers: buitengewoon laag.
voor de overige kolen : normaal.

B) Ten opzichte van natte, ongezeefde kolen.

Het *vochtgehalte* der houtskolen wisselde van 7 — 8% voor de retortkooloven, tot 19% van de Lobokbesar-kolen, welk laatste hooge gehalte een gevolg is van de omstandigheid, dat in den regentijd zoowel de Lobokbesar als gedurende het prauwtransport naar Pangkalbalam niet voldoende kan worden gewaakt tegen nat worden der kolen. Het gruisgehalte bij autotransport is veel lager dan bij zeetransport.

Belangrijk is het op te merken, dat de kolen van Belinjoe gedurende het vervoer naar Pangkalbalam ongelijk vergruisden. De „nieuwe" kwamen met

3,8%, maar de „oude" met 6,2% gruis aan. Dit verschil mag worden toegeschreven aan het feit, dat de eerstgenoemde goed zijn afgekoeld in de meilers vóór het uithalen, maar de laatstgenoemde gloeiend in de lucht kwamen en met water werden afgeschrikt, waardoor zij meer barsten vertoonden.

De goed afgekoelde retortovenkolen zullen naar verwachting goed weerstand bieden tegen vergruizing. De proefkolen kwamen zelfs te Pangkalbalam aan in zoo groote stukken, dat het wenschelijk was de grootste er van vóór de smelting te verkleinen.

Bij de proeven te Pangkalbalam is verder gebleken, dat het reductie-vermogen direct afhankelijk is van het soortelijk gewicht van de kolen. Bij de smelting met lichte kolen was het noodzakelijk in verhouding een grooter volume aan kolen te gebruiken dan bij zware kolen.

Eindbeoordeeling van de kolen.

Qualitatief (reductievermogen per kg kool en weerstand tegen vergruizing):

De kolen uit de retortoven en uit de nieuwe meilers zijn zonder twijfel beter dan de tegenwoordige kolen.

TOEKOMSTIGE ALTERNATIEVEN.

a) Verdere rationalisatie v/d houtskoolbereiding in meilers.

Vooropgesteld een verdere intensieve bemoeienis met de houtskoolbereiding, kan m.i. in den loop van eenige jaren het gemiddelde volumerendement van de kolenbranderijen tot ± 75% opgevoerd worden (1930: 57,2%, 1931: 60,1%, 1932: 66,8%, 1933: 69,5% en 1934: 72,7%) en de kosten der werkelijke kolenbranders per sm kool tot ca. *f* 1,90 omlaag gebracht worden (1930: *f* 3,70, 1931: *f* 3,26, 1932: *f* 2,52, 1933: *f* 2,27 en 1934 *f* 2,14). Aangezien hiermede de grens van de verbetering van het meilerbedrijf bereikt is, kan thans de vraag worden beantwoord, in hoeverre een houtskoolbereiding in moderne ovens voordeelen zal bieden.

Het vraagstuk: moderne houtskoolbereiding (zonder bijproducten) ten behoeve van de smelting te Pangkalbalam op basis van een productie van ca. 40 000 quintalen tin aan den eenen kant, tegenover het *verbeterde* meilerbedrijf te Lobokbesar aan den anderen moge hieronder behandeld worden.

b) Verkoling in moderne ovens.

Voor de moderne houtverkoling werd het alternatief van een kooloven te S. Bajat in beschouwing genomen, gelegen op ± 3 km van mijn 41 Pangkalpinang. Het betrokken boschcomplex behoort tot de boschreserve Soengaibankakotta-Soengaiselan-Soengaisemboelan, waarvan een 1 100 ha groot terrein reeds voorloopig in exploitatie aan de Bankatinwinning is aangewezen. Het bosch is hoofdzaak drassig (uiterwaardengronden). Gewone houtskoolbereiding in meilers komt hier dan ook niet in aanmerking wegens de ongeschikte grondgesteldheid. Weliswaar is een gewone meilerverkoling uitvoerbaar, maar deze zou volgens berekening duurder uitkomen dan die te Lobokbesar in 1934.

Gedurende het aanleggen van den oven en van den weg [1]) tusschen mijn 41 te Lampoer en den oven, kan echter bij wijze van overgangsmaatregel een meilerbedrijf met economisch voordeel [2]) toegepast worden (gedurende ten hoogste 2 jaar). De vrachtauto's, die de kolen naar de smelterij brengen, kunnen dan tevens goedkoop de voor den bouw benoodigde materialen naar S. Bajat terugnemen.

Het ligt in de bedoeling over te gaan tot het bouwen van een dergelijken oven te S. Bajat in eigen beheer, zoo mogelijk geheel met materialen, werktuigen, koelies en personeel van het bedrijf, waartoe een van den heer A m i n o f f ontvangen meer uitvoerige specificatie van een enkeloven werd omgewerkt.

De totale kapitaalsuitgaven voor een oven type T C zijn aan de hand hiervan begroot op *f* 150 000,—, inbegrepen reeds verrichte voorbereidende werkzaamheden zooals aanleg van een afvoerweg, inrichting van een koelie-emplacement enz.

De jaarlijksche bedrijfskosten (incl. rente en afschrijving) worden berekend op *f* 90 000,— *of f 1,83 per quintaal ongezeefde houtskool* excl. houtretributie *f* 0,15 en aandeel algemeene kosten van de hout- en houtskoolvoorziening *f* 0,13, *d.i. totaal f 2,11 per quintaal of f* 5,40 per ism.

Een nadere vergelijking van de kosten der ovenkolen te S. Bajat en de meilerkolen te Lobokbesar volgt hieronder.

c) Kosten der ovenkolen bij een vergelijking met de kosten der kolen uit Lobokbesar.

De totale kosten van meiler-houtskool uit Lobokbesar bedroegen in 1934 *f* 4,15 per quintaal (*f* 9,14 per ism ad 2,20 quintaal), een en ander incl. rente en afschrijving, zoomede aandeel algemeene kosten.

De ovenkolen worden geraamd op *f* 2,11 per quintaal (vide boven).

Ten gevolge van de meilerbereiding, waarbij de kolen gloeiend (warm) getrokken worden, en mede ten gevolge van het zeevervoer van Lobokbesar, bevatten deze kolen te Pangkalbalam minstens 11% afval (kleine kolen, zand en gruis).

De kolen van den kooloven zullen eerst langzaam afgekoeld worden en daarna per auto naar de smelterij worden vervoerd, waarbij maximum 6% afval te verwachten is (zuiver houtskool).

Vooropgesteld, dat alle kolen gebruikt kunnen worden en het zandgehalte der meilerkolen buiten beschouwing gelaten wordt, zijn dus de prijsramingen als volgt:

---

1) De weg werd opzettelijk getrokken door het droogste gedeelte van het perceel, waar de nadeelen van een meilerbedrijf kleiner zijn.

2) Te schatten in 1935: *f* 7,24 per ism (excl. rente en afschrijving op den weg en het koelie-emplacement).

Het oerbosch wordt gekapt en de stammen op maat gezaagd.

De meiler wordt gestapeld.

Gereed gestapelde meiler.

De meiler wordt gedekt met alang[2] en grond.

Pas aangestoken meiler.

In de vroege morgenuren worden de kolen uitgekrabd.

		Verhouding in %
Meilerkool van Lobokbesar 1934:	*f* 4,15	
Ovenkool van S. Bajat:	*f* 2,11	57
In dit verband wordt geschat dat er te Lobokbesar in 1935 en volgende jaren maximum nog 10% lager kostprijs bereikt zou kunnen worden.		
Hiermede ware het alternatief kooloven te vergelijken.		
Dus meilerkool van Lobokbesar 1935 en volgende jaren	*f* 3,73	100

Na gereedkoming van den kooloven kan dus een besparing per jaar bij de smelting te Pangkalbalam verwacht worden per quintaal houtskool van: *f* 3,73 — *f* 2,11 = *f* 1,62.

Bij een vergelijking dient verder rekening te worden gehouden met een blijvend bedrag aan rente en afschrijving van de niet meer gebezigde materialen van Lobokbesar, d.i. 16 cent per qt. De totale besparing ware dus op *f* 1,62 — *f* 0,16 = *f* 1,46 per qt. te stellen.

Bij een jaarlijksche behoefte van 49 000 quintalen kool (volbelasting van den kooloven) is dus de te verwachten jaarlijksche besparing = 49 000 × *f* 1,46 = *f* 71 540,—.

Het verdient de aandacht, dat bij deze berekening nog geen rekening werd gehouden met de verschillende te verwachten medevallers, noch met de waarde van de bijproducten.

Reeds vroeger is bij de Bankatinwinning de aandacht gevestigd op de groote voordeelen van moderne koolovens (o.a. rapport Frijling in 1926). Toen werd echter ten rechte de vraag gesteld, of de aldus gebrande houtskool evengoed zou voldoen in de tinsmeltovens op Banka als de houtskolen, die thans worden gebezigd.

Dit vraagstuk is nu bevredigend opgelost, zooals hier boven werd uiteen gezet.

De Aminoffovens zijn in den tusschentijd verder verbeterd en blijven in Europa de beste onder de continu-werkende koolovens ten behoeve van groote bedrijven.

De werkloonen zijn op het oogenblik bijzonder laag op Banka. Meer dan anders is het thans voor het Gouvernement in Nederlandsch-Indië een noodzakelijkheid zuinigheid te betrachten door rationalisatie en grooter efficiency. Waar thans de houtskoolbereiding in meilers op Banka verbeterd is en de practisch te bereiken grens naar boven bekend is en binnen eenige jaren bereikt zal zijn, zal men de verdere verbeteringen en besparingen *moeten* zoeken in moderne, machinale methoden, wil men doorgaan met de huidige smelting met houtskool.

RESUMÉ.

Terwijl de kosten van het meilerbedrijf sedert 1929 steeds omlaag zijn gegaan als gevolg van technische verbeteringen, zal bij een doorgaande bemoeienis daarmede de grens van deze rationalisatie binnenkort bereikt zijn. Deze grens kan gesteld worden ± 10% beneden den kostprijs van 1934.

De totale kostprijs der meilerhoutskolen ten behoeve van de smelterij Pangkalbalam kan dus niet terug gebracht worden beneden *f* 3,73 per quintaal kool.

Hiertegenover staat thans de mogelijkheid om houtskool in moderne, gemetselde ovens te branden, waarvan de kostprijs op *f* 2,11 per quintaal kool mag worden geraamd.

Verder dient rekening gehouden te worden met een blijvend bedrag aan rente en afschrijving van de niet meer gebezigde materialen van Lobokbesar ad *f* 0,16 per quintaal.

De totale kostprijs bij een nieuwe koolovenbedrijf ware dus op *f* 2,11 + *f* 0,16 = *f* 2,27 te stellen. M.a.w. een ovenbouw beteekent een verdere jaarlijksche besparing te Pangkalbalam van *f* 1,46 (= *f* 3,73 — *f* 2,27) per quintaal te verbruiken houtskool of 39%.

Bij een berekend toekomstig verbruik van 49 000 quintalen kool zal dus de verdere jaarlijksche besparing meer dan *f* 70 000,— bedragen.

De kapitaalsuitgaven voor den ovenbouw zullen ca. *f* 150 000,— zijn.

De waarde van de bijproducten (d.z. 440 ton teer), zoomede van niet te becijferen directe en indirecte voordeelen, zijn in de berekeningen niet verdisconteerd.

Aangezien de rationalisatie der houtskoolbereiding ten behoeve van de tinsmelting op Banka een zeer belangrijk deel vormt in de huidige pogingen tot machinalisatie en verhooging van efficiency van 's Lands tinbedrijven, zijn reeds de noodige fondsen op de Landsbegrooting gebracht en het ligt in de bedoeling zoo spoedig mogelijk tot het bouwen van een kooloven over te gaan.

Men kan aldus verwachten, dat binnen zeer korten tijd de houtskoolbereiding op Banka voor haar definitieve oplossing staat.

Het is ten slotte te hopen, dat de ervaringen, die op Banka verzameld zullen worden betreffende moderne houtskoolbereiding en bewerking van bijproducten bij droge destillatie van hout, tevens van nut zullen zijn voor dit vraagstuk in de tropen in het algemeen.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productiecijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1935		1934	
	April	t/m April	April	t/m April
Gouvernementsmijnen	54 440,–	227 578,–	49 867,–	201 073,–
Steenkolen Mij. „Parapattan"..	21 200,–	84 130,–	18 465,–	77 315,–
Oost-Borneo Maatschappij.	5 897,–[1])	22 332,–	9 035,–	34 935,–

[1]) Werkelijke productie vorige opgave: 5 837,- kgtonnen.

Productiecijfers van Aardolie in kg tonnen.

	1935		1934	
	April	t/m April	April	t/m April
Java en Madoera.	35 573,1	154 660,3	44 071,8	171 025,–
Noord-Sumatra..	84 509,9[1])	353 878,1	79 005,2	314 032,9
Palembang	198 438,1	770 447,9	188 438,–	726 527,3
Djambi	26 738,3	106 452,5	25 384,7	96 624,7
Oost-Borneo.....	87 802,4	354 293,7	89 478,1	365 446,8
Tarakan.....	68 293,2	277 516,9	68 151,3	265 712,7
Boenjoe.....	678,7	2 776,9	810,7	3 309,5
Ceram.....	2 800,–[2])	11 419,9	3 092,5	11 966,–
Nederlandsch-Indië.....	504 833,7	2 031 446,2	498 432,3	1 954 644,9

[1]) Verbeterde cijfers over Januari tot en met Maart resp. 96 114,2, 84 428,3 en 88 825,7 kgtonnen.
[2]) Geschat.

Mijnbouw Maatschappij Redjang Lebong.

Gedurende de maand April werden:
7 900 tons erts vermalen van { 4,38 dwts goud per ton gemiddeld { 24,50 „ zilver „ „
1 940 „ sands en
5 920 „ slimes behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 1 642 ozs. goud en ca. 8 930 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 91 000.—.

De bedrijfskosten over April bedroegen ± *f* 74 000.—, terwijl voor prospecteeren werd uitgegeven ± *f* 5 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand April werden:
7 428 tons erts vermalen van { 11,3 dwts goud per ton gemiddeld { 130,– „ zilver „ „
2 730 „ sands,
4 390 „ slimes en
282 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 4 041 ozs. goud en ca. 47 226 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 247 000,—.

De bedrijfskosten over April bedroegen ± *f* 107 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven ± *f* 3 000,—. en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen ± *f* 4 000,—.

2e JAARGANG
NUMMER 6

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

JUNI
1935

VI. WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Overzicht van met verschillende meetinrichtingen verkregen uitkomsten, door ir. P. Ph. Steneker. — De herstelling van het aquaduct Moeroeng in de Progoleiding, door ir. A. E. J. Ungerer.

Overzicht van met verschillende meetinrichtingen verkregen uitkomsten

door

ir. P. Ph. STENEKER,

ingenieur bij 's Lands Waterstaat, met verlof in Europa.

Uit verrichte contrôlewaarnemingen worden conclusies getrokken omtrent de nauwkeurigheid en bruikbaarheid van diverse bij den irrigatiedienst toegepaste meet- en aanwijsinrichtingen.

Sedert September 1931 worden de diverse, in de Provinciale Irrigatieafdeeling „Serang" voorkomende zelfregistreerende instrumenten, meetsluizen en aanwijsinrichtingen geregeld gecontroleerd teneinde deze op hun nauwkeurigheid en algemeene bruikbaarheid te toetsen, en voorkomende fouten te verbeteren.

Het statistisch beeld, dat uit de verrichte waarnemingen is verkregen is niet in alle opzichten bemoedigend, omdat daaruit blijkt, dat het aantal malen, dat ontregeling der instrumenten of onjuiste aanwijzingen werden geconstateerd, vrij groot is.

Hieronder mogen eerst enkele algemeene gegevens volgen.

Het aantal kunstwerken, waarbij waarnemingen werden verricht, bedroeg 260
Het aantal contrôles bedroeg 1 013
Het aantal in rekening gebrachte contrôles bedroeg 948
Het aantal keeren, dat het geheele kunstwerk in orde en in functie werd bevonden bedroeg 608
Dit is in % van het totaal aantal in rekening gebrachte contrôles ..... 64% goed.

Op dezelfde wijze berekend, doch verdeeld naar de soorten van meetinrichtingen, is gevonden voor:

Zelfregistreerende peilschalen ..... 70% goed.
„ regenmeters ..... 77% „
Venturimeters ..... 61% „
Crumpsluizen ..... 50% „
Meetoverlaten (type Romijn) ..... 75% „

Als toelichting op deze getallen moge het volgende dienen.

Bij iedere debietmeetinrichting worden twee deelen onderscheiden, n.l.

a. de eigenlijke meetinrichting: de Venturimeter, Crumpsluis enz.;

b. de aanwijsinrichting: de gewichtenpeilschaal, de vlotterpeilschaal enz.

Het geval kan zich dus voordoen, dat de sluis goed werkt, maar de aanwijsinrichting niet; ook kan het omgekeerde het geval zijn, terwijl het tenslotte mogelijk is, dat zoowel de sluis als de aanwijsinrichting verkeerd of goed werken.

In de eerste 3 gevallen is het resultaat van de meting fout.

Hieronder zal nog worden aangegeven, hoeveel % de *sluizen* fout zijn geweest en hoeveel % de *aanwijsinrichtingen.*

Verder kwam het bij contrôle voor, dat sluizen niet in werking waren, omdat geen debiet werd ingelaten. Deze gevallen zijn buiten beschouwing gelaten; het aantal contrôles is daarmee verminderd.

De gevallen, waarin een sluis buiten werking was wegens reparatie van de aanwijsinrichting, zijn als fout aangeteekend.

Over de ondersecties verdeeld, worden de getallen als volgt:

	Weleri	Kendal	Semarang	Salatiga	Demak	Godong	Koedoes	Japara	Pati	Blora	Poerwodadi
Aantal Kw	8	15	15	4	83	60	52	6	8	7	2
Aantal in rekening gebrachte contrôles	48	29	106	58	226	237	150	40	28	22	4
Aantal goed.....	38	7	80	33	127	167	96	28	17	12	3
% goed	79	24	75	57	56	70	64	70	61	54	75

Hieruit blijkt, dat het percentage „goed" in de verschillende ondersecties niet sterk uiteenloopt, althans niet in die ondersecties, waarin een voldoend groot aantal van diverse soorten meetinstrumenten geplaatst is om een juist gemiddelde te kunnen geven. Dit juiste gemiddelde wordt b.v. in Kendal met zijn laag percentage „goed" (24%) niet verkregen, omdat in deze ondersectie van het kleine aantal meetinrichtingen toevallig 13 Crumpsluizen aanwezig zijn, waarvan een gedeelte permanent minder goed werkt.

Waar dus overigens het gemiddelde niet sterk uiteenloopt, moge hieruit geconcludeerd worden, dat het aantal fouten niet belangrijk beïnvloed is door het minder goede toezicht in de eene ondersectie vergeleken bij de andere ondersectie.

Neemt men in aanmerking, dat het personeel in Demak en Godong, waar het grootste aantal meetinstrumenten aanwezig is, in het gebruik dezer instrumenten in het bijzonder onderricht is, zoodat daar aan de goede functioneering der instrumenten de hoogste aandacht wordt besteed, en dat verder door de geregelde contrôles en de naar aanleiding daarvan gemaakte bemerkingen het toezicht is gestimuleerd en zoo goed mogelijk gehandhaafd wordt, dan kan de gevolgtrekking worden gemaakt, dat wat betreft de subjectieve factor het hoogste bereikt is, dat *in de practijk* te bereiken valt.

Niettemin kan worden opgemerkt, dat b.v. de vlotter- en gewichtenpeilschalen op de stuw Glapan, die onder dagelijksche contrôle van een mandoer staan, bij de contrôles steeds goed bleken aan te wijzen, terwijl andere gelijksoortige instrumenten in het veld dikwijls ontregeld waren.

In 40 maanden zijn 1 013 contrôles verricht, d.i. 25,32 per maand.

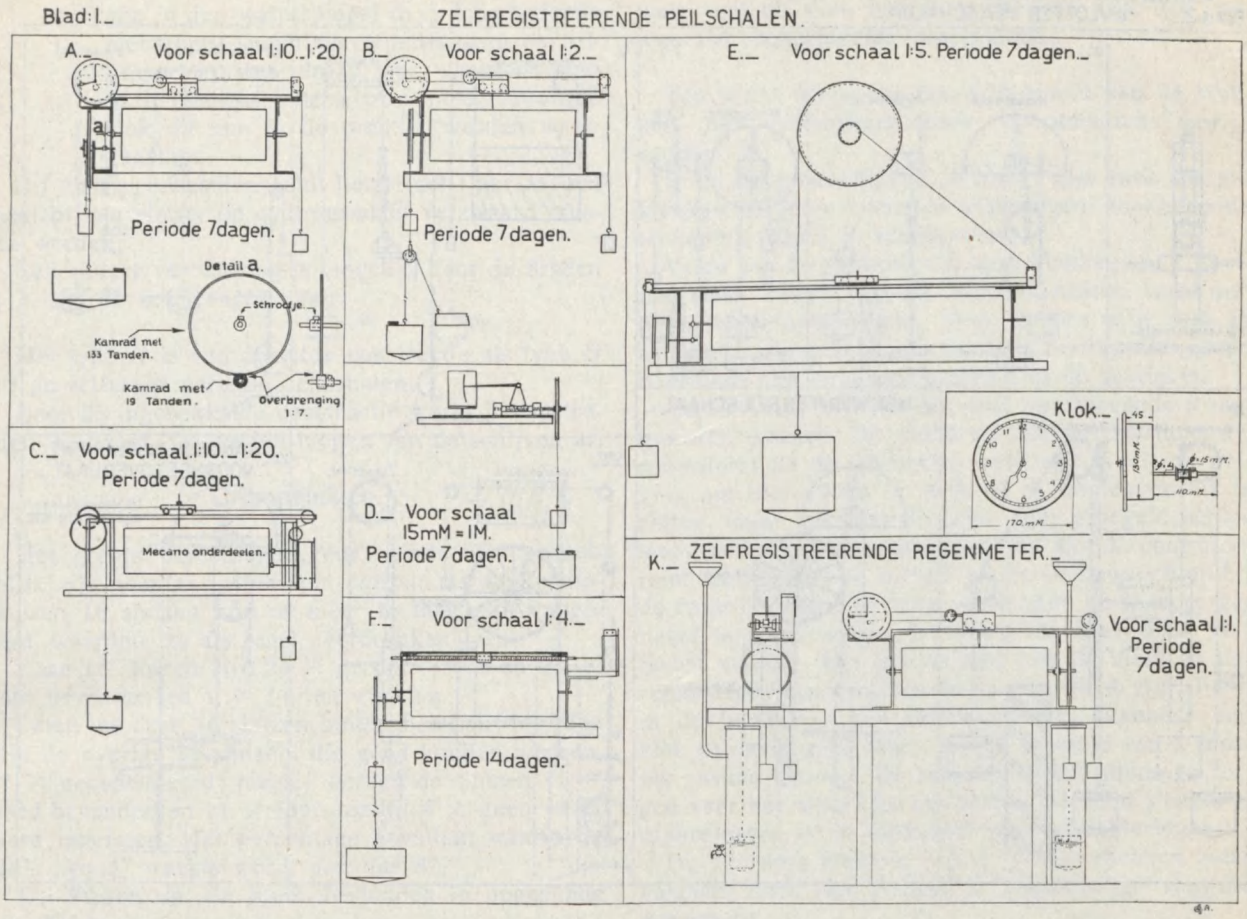
Gemiddeld is dus ieder der 260 kunstwerken eenmaal in de 10 maanden gecontroleerd.

De mogelijkheid, dat sommige kunstwerken langen tijd ontregeld zijn geweest, is dus niet uitgesloten.

In onderstaanden staat zijn de contrôles gesplitst naar het soort meetinrichting en aanwijsinstrument.

Aantal	Soort meetinrichtingen	Type	Aantal					Goed in %
			Contrôles	Goed	Fout	Buiten werking	In rekening gebrachte contrôles	
	Peilmetingen							
41	Zelfregistreerende peilschalen	A	213	143	56	3 in reparatie 11 geen water	202	71
5	„ „	B	38	27	8	3 in reparatie	38	71
8	„ „	C	95	68	22	3 id. 2 geen water	93	73
1	„ „	D	7	7	—	—	7	100
1	„ „	E	8	0	7	1 in reparatie	8	0
1	„ „	F	3	3	—	—	3	100
4	„ „	G	47	35	11	1 in reparatie	47	74
1	„ „	H	5	3	2	—	5	60
	Regenmeters							
9	Zelfregistreerende regenmeters	K	22	17	5	—	22	77
	Debietmeters							
132	Venturimeters, waarvan		443	364	32	47 geen waterverstrekking	396	92
47	met vlotter peilschalen	I	138	100	34	2 in reparatie 2 geen waterverstrekking	136	75
10	id. id.	III	52	36	12	4 geen „	48	75
17	id. id.	IV	60	29	25	5 in reparatie 1 geen waterverstrekking	59	50
48	met differentiaal peilschalen	II	147	77	62	8 id.	139	56
8	met gewichten peilschalen	V	38	20	12	6 id.	30	66
2	„ zelfregistreerende id.	H	8	2	6	—	8	25
1	Open venturimeters		4	4			4	100
1	met vlotter peilschaal	I	4	3	1		4	75
48	Crumpsluizen, waarvan		111	72	34	5 geen waterverstrekking w. o. 1 abnormaal werkt	107	67
41	met gewone peilschalen		62	45	17		62	72
3	met vlotterpeilschalen	VI	24	12	10	2 geen waterverstrekking	22	55
2	idem	VII	11	11	—		11	100
2	met gewichten id.	VIII	14	8	6		14	57
8	Meetoverlaten (type Romijn)		17	16	—	1 geen waterverstrekking	16	100
8	met differentiaal peilschalen	XI	17	11	5	1 id	16	69

De verschillende instrumenten zijn schematisch weergegeven op de *bladen 1* en *2*.



Zelfregistreerende peilschalen.

Hiervan zijn 8 typen in gebruik, waarvan er 6 op *blad 1* zijn aangegeven.

Type *G* is het geïmporteerde zelfregistreerende instrument van de firma O t t en type *H*, een type, dat vrij ingewikkeld is en verder buiten beschouwing kan blijven. Typen *A*, *B*, *C*, *D*, *F* en *G* voldoen aan redelijke eischen. Typen *E* en *H* dienen verbeterd te worden.

De meest voorkomende fouten zijn: gezonken drijvers, kapotte draden (gebruikt wordt alpaccadraad, dat lenig is en niet roest) en doorslippende trommelassen.

Om de trommels te kunnen stellen zit het tandrad (*a*) op de trommelas bevestigd met een schroefje, dat nauwelijks sterk genoeg kan worden aangedraaid om ten allen tijde het slippen te voorkomen.

Beter zou het zijn den trommel los op de as te bevestigen, op de as draad te tappen en den trommel aan weerszijden met moer en contramoer vast te klemmen.

Bij type *E*, toegepast bij den wadoek Goenoengrowo, is de voornaamste fout, dat gewicht en drijver te zwaar zijn, zoodat het verschil in rek in de draad bij hoog- en laagwater van merkbaren invloed is, hetgeen bij een wadoekpeilaflezing niet toelaatbaar is.

De zelfregistreerende regenmeters.

Deze geven een bevredigend resultaat (zie *blad 1*). Meestentijds werkte het instrument goed, maar werden afwijkingen gevonden bij het controleeren van het debiet, als daar zijn: de in een maatglas gemeten hoeveelheid kwam niet overeen met de grafiek; bij geledigd reservoir kwam de potloodstift niet op 0, bij weder vullen kwam de potloodstift niet terug op dezelfde plaats. Meestal beliepen deze fouten niet meer dan 3%.

Venturimeters.

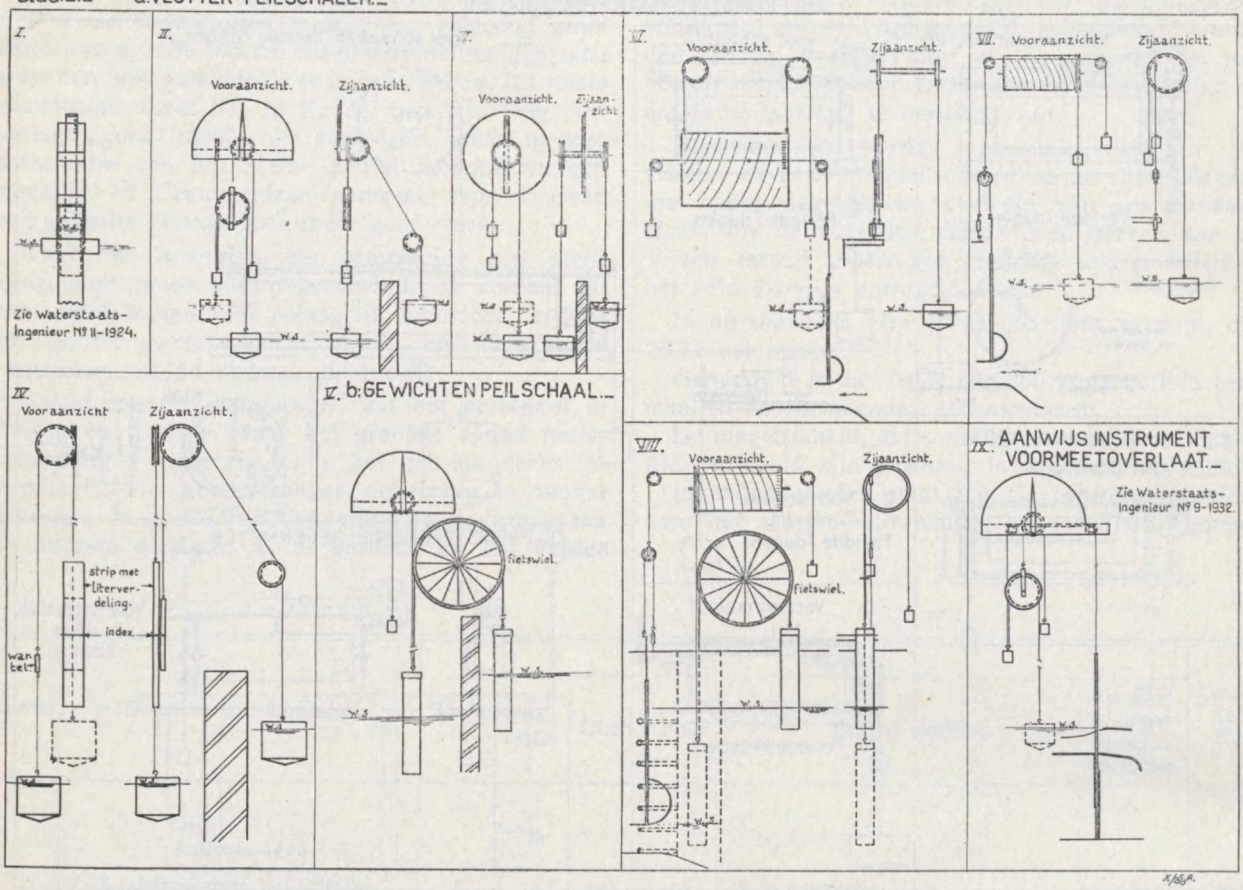
De venturimeters zelf werken als regel goed. De fouten die voorkomen zijn terug te brengen tot volgeslibde bakjes en verstopte gaten.

De aanwijsinrichtingen daarentegen leveren veel fouten. Het best voldoen de vlotterpeilschalen type I en III (zie *blad 2*) beide met 75% goed.

De fouten, die bij ieder der typen zijn waargenomen, zijn:

Type I. De buitenvlotter blijft bij schommeling in het water wel eens met zijn ringen haken op den buisrand.

Type II. De draden slippen over de schijven, zoodat de wijzer ontregeld wordt, hetgeen te constateeren valt door het feit, dat de wijzer



niet meer op nul komt, als de schuif of klep gesloten wordt; ook het afloopen van de draden komt voor.

Het zinken van den vlotter komt uiteraard ook bij deze en alle verdere vlotterinstrumenten voor. Ook het bouwen van nesten op één der drijvers door insecten veroorzaakt fouten.

Type III. De draden slippen over de schijven.

Type IV. De index sluit vrij nauw om de strip heen en loopt bij geringe verbuiging stroef of geheel vast. Loopt de index van de strip af, dan is altijd wel zoo veel draaiïng aanwezig, dat index en strip niet weer in elkaar loopen.

De draad loopt wel eens van de schijf af.

Afgezien van het feit, dat het slippen bij dit toestel geen invloed heeft op de aflezing — aangezien geen los beweegbaar onderdeel is ingeschakeld — zal het slippen hier ook waarschijnlijk niet voorkomen, omdat de contragewichten — hier als strippen uitgevoerd — zwaarder zijn.

Type V. De draden slippen over de schijven.

Bij deze gewichtenpeilschaal kon de oorzaak van het slippen duidelijk worden vastgesteld. De gewichten, die in het water hangen, zijn vrij zwaar. Ze zijn met elkaar verbonden door een kabel, die over een fietswiel loopt. Daalt de keelwaterstand 10 cm (grooter debiet), dan daalt het gewicht 5 cm. De beweging van het gewicht wordt met alpaccadraad en contragewicht op den wijzer overgebracht, die in dit geval naar rechts uitwijkt.

Geeft men met den vinger tegen den wijzer een tikje naar *rechts*, dan geeft de wijzer mee.

De schijf verschuift onder den draad door.

Door het tikje wordt de spanning in den gewichtsdraad even opgeheven of verminderd en in den contragewichtsdraad even vermeerderd. Dit contragewicht is echter te licht om voldoende wrijving te geven tusschen draad en schijf.

Geeft men daarentegen een tikje tegen den wijzer naar *links*, dan verschuift de wijzer *niet*. De spanning in den gewichtsdraad vermeerdert nu even. Dank zij de groote massa van het gewicht, dat door het kleine tikje niet in beweging te brengen is, is de wrijving tusschen draad en schijf thans zoo groot, dat de schijf niet schuift. De practijk geeft dan ook steeds afwijkingen van den wijzer naar rechts (te groote aflezingen). De fout is te verhelpen door het contragewicht zwaarder te maken.

In de practijk wordt niet tegen den wijzer getikt, maar treden door schommelingen in den waterspiegel (b.v. door badende menschen) spanningsveranderingen en trillingen in den draad op, waardoor met kleine schokjes de wijzer ontregeld wordt. Ook dit kon in de practijk worden waargenomen.

Bij vlotterpeilschalen geldt hetzelfde. Daar zal het gewicht van vlotter en contragewicht verzwaard moeten worden.

Een andere verbetering is mogelijk door de draden 2 × om de schijven te slaan.

Het type *H* is van dezelfde constructie als type *H* bij de zelfregistreerende peilschalen.

Door de ingewikkelde constructie werkt het instrument te stroef. De draden loopen van de schijven af.

Crumpsluizen.

Het groote percentage „fout" vindt hier gedeeltelijk zijn oorzaak in het feit, dat van de 48 Crumpsluizen 16 sluizen min of meer te laag zijn aangelegd, waardoor ze als regel „verdronken" zijn.

Deze 16 sluizen zijn 24 × gecontroleerd en 23 × fout bevonden en 1 × buiten werking.

Laten we deze 16 sluizen buiten beschouwing, dan zijn de overige 32 sluizen, die goed kunnen werken, 87 × gecontroleerd; hierbij werden de sluizen 72 × goed bevonden en 11 × fout, terwijl 4 × geen water werd ingelaten. Het percentage gevallen, waarin de sluis „goed" werkte wordt dan dus 87.

De fouten in de sluis bestonden in opgeslibde meetbakjes.

De fouten, die bij ieder der typen aanwijsinrichting zijn waargenomen, zijn:

1) gewone peilschalen: nulpunt peilschaal stemde niet overeen met drempel;
2) type VI en VII. Hier is het slippen weer de hoofdbron der fouten.

Voor type VIII gelden dezelfde bezwaren als voor V.

Meetoverlaten type Romijn.

De sluizen werkten steeds goed.

Als peilschaal is gebruikt type IX, dat overeenkomt met type II en dezelfde foutenbronnen vertoont.

De meetoverlaat type Romijn met vasten arm, waaraan een peilschaal verbonden is, die in een meetput op en neer wordt bewogen, zooals deze in *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 12 — 1934 door ir. E. E. Hens beschreven is, is wel langen tijd op het Prov. Waterbouwkundig Laboratorium in gebruik geweest, maar buiten nog niet toegepast.

Dit type verdient om zijn eenvoud m.i. echter wel de voorkeur boven de vlotterpeilschalen.

Het opzettelijk vernielen van de instrumenten of sluizen door de bevolking komt in deze streken zeer weinig voor. Een enkele maal is het huisje beschadigd of afgebroken geworden.

In streken met veel voorkomend watergebrek komt dit vernielen, naar bekend is, veel meer voor en ware ook uit dien hoofde te streven naar zoo min mogelijk ingewikkelde constructies.

Ten slotte moge nog een kort woord aan de klokken der zelfregistreerende instrumenten gewijd worden.

In de Irrigatieafdeeling „Serang" zijn twee soorten klokken in gebruik van de afmetingen, zooals op de teekening *blad 1* is aangegeven.

Velen van de goedkoopere soort klokken (± *f* 12,— per stuk) loopen dikwijls vóór of achter, vaak met beduidende afwijkingen. Deze fouten zijn niet in aanmerking genomen als foutieve meting. Ze geven hoogstens een onnauwkeurigheid in de grafieken.

Echter moet hier op een veel voorkomende kwaal gewezen worden. De mandoer, die de instrumenten controleert en de grafieken verwisselt, heeft de neiging om niet alleen de klok op te winden en bij te zetten, maar ook om, wanneer deze geregeld achter loopt, den regelaar te wijzigen. Nu ziet de controleerend ambtenaar, de mantri of de sectieopzichter bij de contrôlemeting de klok voorloopen en is weer geneigd tot repasseeren. Dit moet ten eenenmale verboden worden. Het gelijkzetten van de klok, en het repasseeren moet volkomen in één hand zijn, liefst in de hand van den sectieopzichter. Wanneer een klok eenmaal goed loopt, is een contrôle van 1 maal per maand genoeg. De mandoer heeft alleen te zorgen voor het wekelijks opwinden; hij dient slechts te rapporteeren, of de klok veel voor- of achterloopt.

De duurdere klokken van ± *f* 25,— hebben beter voldaan, doch ook hierbij is nauwkeurige contrôle gewenscht.

Gaat men tot den aanschaf van klokken over, dan is het gewenscht om betere soorten te nemen en dus den hoogeren prijs te besteden.

Conclusies.

Het bovenstaande geeft mij aanleiding tot de volgende conclusies:

1. De *zelfregistreerende* peilschalen en regenmeters hebben over het algemeen aan de verwachtingen voldaan.
2. Alhoewel verschillende *zelfaanwijzende* instrumenten onder intensieve contrôle redelijke resultaten kunnen opleveren, verdient het aanbeveling zoo min mogelijk met draden, drijvers of gewichten te werken.

   Deze instrumenten kunnen alleen toepassing vinden waar intensieve contrôle aanwezig is en geven dus geen aanleiding tot personeelsbezuiniging.
3. Naast de gewone inlaatsluis met meetschot en in vele gevallen *boven* deze oude meetwijze, verdient de meetoverlaat type Romijn, voorzien van een meetarm volgens het model, gepubliceerd in *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 12 — 1934, aanbeveling.
4. De Crumpsluis, mits goed gebouwd en met voldoende verval en voorzien van gewone peilschalen, voldoet aan redelijke eischen.

De herstelling van het aquaduct Moeroeng

door

ir. A. E. J. UNGERER,

ingenieur t/b Prov. Waterstaat van Midden-Java te Magelang.

Beschreven wordt de herstelling van het medio 1934 geheel vernielde aquaduct Moeroeng in de Progoleiding. De oorspronkelijke ijzeren bovenbouw is vervangen door een gewapend beton constructie.

Inleiding.

Medio Juli 1934 ontstond in het bovenstroomsche landhoofd van het aquaduct over de kali Moeroeng een scheur, waardoor de rechter helft van het landhoofd bezweek en omviel. Als gevolg hiervan werd ook de eerste pijler zwaar beschadigd, terwijl de slappe bovenbouwconstructie, bestaande uit een ijzeren kuip op houten dwarsliggers en niet gekoppelde ijzeren I-liggers, over een lengte van 4 overspanningen vernield werd en in de rivier stortte.

Daar het aquaduct ca. 35 km van den inlaat verwijderd ligt, en het ongeval omstreeks middernacht plaats had, duurde het eenige uren alvorens het sluispersoneel gewaarschuwd en de toevoer afgesloten was. Gedurende dien tijd ontlastte zich het geheele debiet door de doorbraak in de rivier; het aan het aquaduct aansluitende zwaar in ophooging liggende leidinggedeelte en het riviertalud ter plaatse werden daardoor ernstig vernield, zie *fig. 1.*

Bij onderzoek bleek de bezweken rechter landhoofdhelft te zijn gefundeerd op minder goeden, zachten grond, waarin plantaardige overblijfselen voorkwamen.

De vermoedelijke oorzaken van het ongeval zijn:

a) de onvoldoende fundeeringsdiepte van het omgevallen landhoofdgedeelte;

b) het ter plaatse van de aansluiting aan het aquaduct in ophooging liggen van de leiding Progo (tot 8 m hoogte);

c) de aanwezigheid in het middengedeelte van het bijna 4 m dikke landhoofd van een ijzeren afvoerpijp, ter dikte van 44 cm, waardoor een lange doorgaande verzwakking ontstond; hier langs is het omgevallen gedeelte dan ook afgescheurd;

d) de slechte kwaliteit van het, in basterd trasspecie opgetrokken metselwerk.

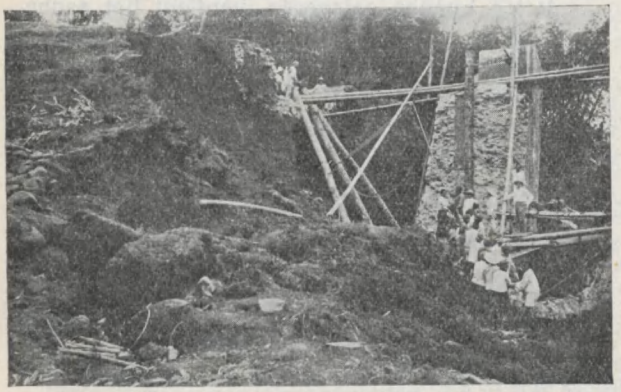


Fig. 1.

Voorloopige voorzieningen.

Door het ongeval kwam de watervoorziening van het ca. 5 000 bouws groote Manggisgebied ernstig in gevaar. De voor de bevloeiïng van dit gebied dienende Manggisleiding ontleent haar water n.l. ten deele aan de Elo-, ten deele aan de Progoleiding, zie *fig. 2.* Wat de stagnatie van den watertoevoer uit de Progoleiding beteekent, is duidelijk, wanneer men bedenkt, dat van het totale benoodigde debiet van ca. 5 m^3/sec door de Progoleiding in den oostmoesson 4,20 m^3/sec, in den westmoesson 3 m^3/sec wordt aangevoerd.

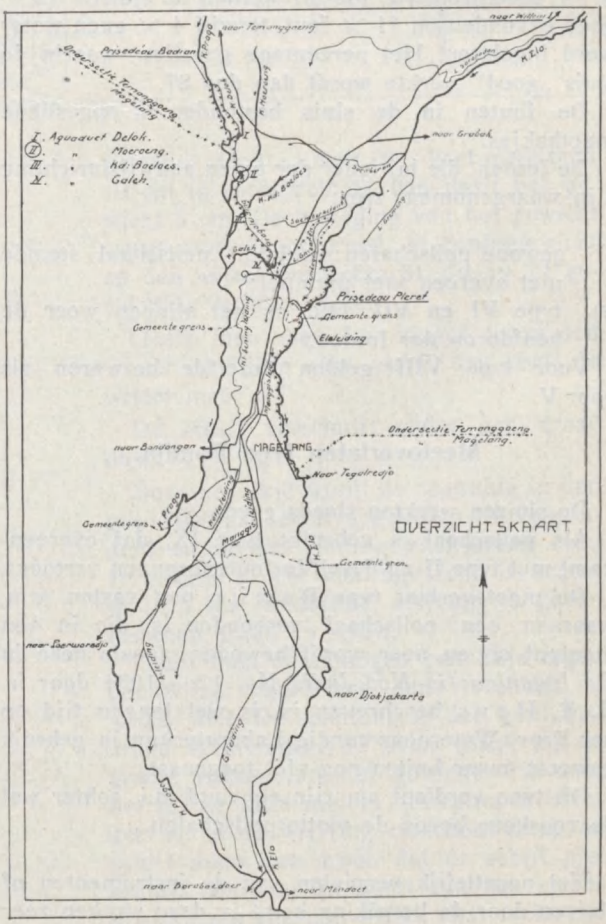


Fig. 2.
(Schaal 1 : 250 000)

Dadelijk na het ongeval kwam daarom de Irrigatiecommissie bijeen ter bespreking van de te nemen noodmaatregelen voor de instandhouding van den bestaanden aanplant. Aangezien de geheele toevoer uit de kali Progo was uitgeschakeld, was men hoofdzakelijk aangewezen op het debiet van de kali Elo, welke ter plaatse van de Elo-aftapping bij de prise d'eau Pieret slechts ca. 800 l/sec bedroeg.

Het zuidwest-Tidargebied kon gedeeltelijk uit de kali Beningleiding worden gesuppleerd. In het Temanggoengsche bovengebied van de kali Elo, alsmede in het kali Bening- en Manggisgebied, werden beurtregelingen ontworpen.

De bestaande aanplant werd nauwkeurig opgenomen en de waterverdeeling zoodanig geregeld, dat het mogelijk was deze gebieden, welke reeds waren aangeplant, van bevloeiingswater te blijven voorzien. Echter werd elke nieuwe aanplant verboden.

In verband met de groote stadsbelangen kon de Gemeente Magelang niet in de beurtregeling worden betrokken. Deze Gemeente, gelegen tusschen de diep ingesneden dalen van de kali Progo en Elo, is noodzakelijk aangewezen op het spoelwater uit de hooggelegen kottaleiding, aftappende uit de Manggisleiding, in het bijzonder wegens het gemis aan septictanks bij de bestaande woningen. Dit gebrek demonstreerde zich in sterke mate bij 's Lands gevangenis, gelegen in het centrum van de stad.

Het normale voor de Gemeente gereserveerde debiet moest echter aanmerkelijk worden ingekrompen, hetgeen voor diverse groote instellingen (kampement, hospitaal, krankzinnigengesticht, gevangenis) veel ongerief met zich bracht.

Ook de verschillende bedrijven, in het bijzonder de ijsfabrieken, welke van de waterkracht uit de Manggisleiding gebruik maken, en gedurende de hersteiperiode calorisch moesten draaien, ondervonden veel hinder van dezen nood-toestand.

Tot overmaat van ramp kenmerkte de oostmoesson 1934 zich door een buitengewone droogte, tengevolge waarvan de aanleg der pawinians voor den westmoesson-aanplant 1934 — '35 vele zorgen baarde.

In verband met den langgerekten vorm van het Manggisbevloeiingsgebied moesten de meest zuidelijke complexen voorloopig worden uitgeschakeld, terwijl de verschillende pawinians, ter vermijding van waterverliezen tengevolge van verdamping en indringing in den bodem, zooveel mogelijk in de nabijheid van enkele leidingen werden geconcentreerd.

De voorgestelde regeling werd door den Irrigatiedienst met het Binnenlandsch Bestuur en de ili-ili's besproken en daarna in de diverse dessa's in tegenwoordigheid van het dessabestuur met de belanghebbende tani's behandeld en toegelicht.

Niettegenstaande deze uitvoerige uiteenzettingen van bovenbedoelde beurtregeling werd door enkele sawahbezitters, die zich verongelijkt achtten, herhaaldelijk sabotage gepleegd door forceering der sloten en beschadigingen van de aftapsluisjes.

Ook een andere oorzaak werkte hiertoe mede. Juist in verband met den langgerekten vorm van het bevloeiingsgebied werden bij de exploitatie moeilijkheden ondervonden, aangezien de meeste tertiaire aftappingen niet van sluisjes zijn voorzien. Het gevolg hiervan was, dat in de bovengebieden door de bevolking te veel water werd afgetapt, zoodat het benedengebied vaak over watergebrek klaagde. Ook de voorgenomen sawahuitbreiding in het eindgebied was hierdoor niet mogelijk.

Teneinde in dezen toestand verbetering te brengen, werden door het College van Gedeputeerden fondsen toegestaan voor het aanbrengen van tertiaire sluiven ter verbetering van de bevloeiing van het gebied der Progo-, Elo- en Manggisleiding.

Eerst na de uitvoering van deze beteugelingswerken werd het mogelijk de waterverstrekking in het bovengebied, dat te voren overvloedig bevloeiingswater aftapte, naar behoefte te regelen, hetgeen de belanghebbenden echter minder aangenaam vonden, waarvan zij door sabotage aan kunstwerkjes deden blijken. Bij de bestrijding van dit euvel werd door het B. B. de meest mogelijke medewerking verleend.

Ongeveer medio November, toen de regens goed doorkwamen, kon het surplus aan bevloeiingswater voor de meer zuidelijke gebieden worden doorgelaten.

De herstelling van het aquaduct.

Op de vergadering van de Irrigatie-commissie was de vraag gesteld, of het niet mogelijk zou zijn de onderwerpelijke herstelling in verband met de kosten, welke op rond 20 mille werden geraamd, voorloopig uit te stellen. Daar het evenwel een bevloeiingsgebied van 5 000 bouws betrof, bleek een spoedige wederopbouw echter alleszins rendabel te zijn.

Door den Provincialen Waterstaatsdienst werd besloten den bovenbouw van het aquaduct uit te besteden en den onderbouw in eigen beheer uit te voeren, dit laatste m.h.o. daarop, dat de opruimingskosten van het ingestorte aquaduct, van het omgevallen en van het intact gebleven landhoofd, benevens van den gescheurden pijler bezwaarlijk nauwkeurig te ramen waren.

Tevens was het niet eenvoudig in den chaos van versplinterde materialen dadelijk na te gaan, welk gedeelte voor de herstelling kon worden aangehouden.

Onderbouw.

Teneinde het bezwaar te ontgaan de aansluitende leiding aan het bovenstroomsche landhoofd wederom in ophooging te moeten uitvoeren, werd het raadzaam geacht om het kunstwerk met één overspanning te vermeerderen.

Aangezien uit het grondonderzoek bleek, dat de bovenlagen van den aansluitenden oever uit weinig betrouwbaren grond bestonden, is voor de oplegging daar ter plaatse een schroefpaalconstructie gekozen.

Eventueel zich achter het landhoofd verzamelend grondwater kan nu door de in het talud aangebrachte draineeringen ongehinderd afstroomen. De schroefpaalconstructie bestaat uit een betonnen basement in den padasgrond aangebracht, waarop een zestal met cementspecie omkleede schroefpalen zijn op-

gesteld en over korte lengte in het beton ingeklemd. Op deze palen is een raamwerk aangebracht van I-liggers, uit de afbraak afkomstig, welke zijn ingebetonneerd.

Bovenbouw.

De bovenbouw van de bezweken constructie bestond uit een 12-tal los opgelegde I-liggers No. 40, waarop eveneens los gestapeld, djatihouten dwarsbalken waren aangebracht, op welke de plaatijzeren bak rustte.

Toen door het voorover vallen van een gedeelte van het landhoofd in den bovenbouw beweging ontstond, vielen de I-liggers om en stortte de plaatijzeren bak in de ± 15 m diepe kali Moeroeng. Deze beweging plantte zich voort over de volgende overspanningen met het zelfde gevolg, waaruit is te verklaren, dat het aquaduct over 4 overspanningen is ingestort. Aangezien zich in de Progoleiding nog een 3-tal aquaducten van gelijksoortige constructie bevindt, werden bij die kunstwerken met het oog op een eventueele herhaling van een dergelijk ongeval alle I-liggers aan een zijde gedeeltelijk ingemetseld.

Voor de aanbesteding van den bovenbouw werd aan daarvoor in aanmerking komende aannemersfirma's verzocht een oriënteerend voorontwerp met kostenraming in te dienen, in ijzer dan wel in gewapend beton, naar door de Waterstaatsafdeeling „Serajoe" verstrekte hoofdgegevens.

In ijzer werd behalve de normale bakconstructie, o.a. ingediend een ontwerp voor een brugsyphon; in gewapend beton een constructie als één doorgaande ligger en een ontwerp voor een serie liggers, elk op 2 steunpunten. De aanbiedingen in gewapend beton waren lager dan die in ijzer.

De doorgaande gewapend beton ligger had het voordeel een stijf geheel te vormen, dat als stempel tegen kleine bewegingen der landhoofden zou kunnen dienst doen. Echter had deze constructie het nadeel, dat door eventueele zettingen der pijlers of landhoofden een gewijzigde spanningsverdeeling zou kunnen optreden, zoodat breuk van den bovenbouw bij hevige aardbevingen in deze vulcanische streek niet denkbeeldig was.

Om deze reden werd de voorkeur gegeven aan de statisch bepaalde oplossing van de firma Sitsen en Louzada, waarbij het aquaduct bestaat uit 7 los opgelegde overspanningen. Eventueele zettingen der steunpunten leveren daarbij binnen zekere grenzen geen bezwaren op.

Een nevenvoordeel van deze oplossing is nog gelegen in de aanwezigheid van een middenschot, waardoor drooglegging van een der kuipen en inspectie tijdens de exploitatie mogelijk zal zijn.

In verband met het betrekkelijk geringe prijsverschil tusschen de herstelling der 5 vermelde overspanningen en het vernieuwen van den geheelen bovenbouw, werd tot dit laatste besloten; de 2 niet bezweken overspanningen met plaatijzeren bakconstructie zouden wegens doorroesten binnen afzienbaren tijd toch voor vernieuwing in aanmerking komen.

Wijzigingen.

In verband met de onbetrouwbare grondlagen aan den kalioever werd naar een meer afdoende oplossing omgezien, teneinde een goede aansluiting van het aquaduct aan de beide oevers geheel te verzekeren.

Behalve uitbreiding van het nieuwe kunstwerk met één overspanning, werd besloten de door de firma Sitsen en Louzada aangeboden bovenconstructie zoodanig te wijzigen, dat instede van 7 overspanningen elk van ca. 13 m, 4 aquaductgedeelten zouden worden gebouwd. Elk aquaductgedeelte, lang ca. 26 m, zou op twee pijlers worden opgelegd met aan beide zijden een overkragend gedeelte ter lengte van de halve overspanning, zie *fig. 3.*

Een dergelijke constructie met overkragende stukken biedt bij belangrijke taludschuivingen het voordeel, dat de vrije uiteinden van de aquaductkuip niet beschadigd worden. Bovendien wordt door deze constructie bereikt, dat aan de bodemzijde van het aquaduct nagenoeg geen trekspanningen in het beton optreden, zoodat de kans op lekken van de betonnen bodemplaat veel geringer is. De groote negatieve spanningen treden bij de steunpunten aan de bovenzijde hoofdzakelijk boven de waterlijn op.

De afsluitende gemetselde koffer (*fig. 3, D''*) werd zoover mogelijk landwaarts geplaatst, terwijl de bodembekleeding van het leidinggedeelte tusschen koffer en aquaduct door middel van I-liggers, afkomstig uit het werk, werd verstijfd. Hierdoor kan deze overgangsconstructie tegen ongevallen bij eventueele grondschuivingen voldoende verzekerd worden geacht. Ook aan de benedenstroomsche zijde werd een dergelijke overgangsconstructie ontworpen, ter ontlasting van het bestaande landhoofd, dat tot pijler werd omgebouwd.

Beweegbare verbindingen.

Voor de verbindingen tusschen de kuipgedeelten, alsmede voor de aansluitingen aan de beide oevers werden verschillende oplossingen in beschouwing genomen.

De oorspronkelijke verbinding der ijzeren bakken, zie *fig. 3 a,* welke in de practijk goed heeft voldaan, werd voor een constructie in gewapend beton minder geschikt geoordeeld. Voorgesteld werd, deze verbinding uit te voeren door middel van een koperen plaat, aangevuld met asfalt en werk, zooals *fig. 3 b* aangeeft.

Uit een oogpunt van dichting en beweeglijkheid, welke voor zulke verbindingen een eerste vereischte zijn, voldoet de voorgestelde constructie inderdaad; echter werd het niet gewenscht geacht om voor het onderhavige werk bedoelde oplossing toe te passen, aangezien deze verbindingen in het midden van de overspanningen moesten worden aangebracht. Dit zou in latere tijden bij het verwisselen moeilijkheden met zich brengen. Teneinde hieraan tegemoet te komen werd een constructie ontworpen, waarbij de losse koperen verbindingsplaatjes gemakkelijk kunnen worden verwisseld, zie *fig. 3 c.*

Aan deze constructie zijn nog de volgende bezwaren verbonden.

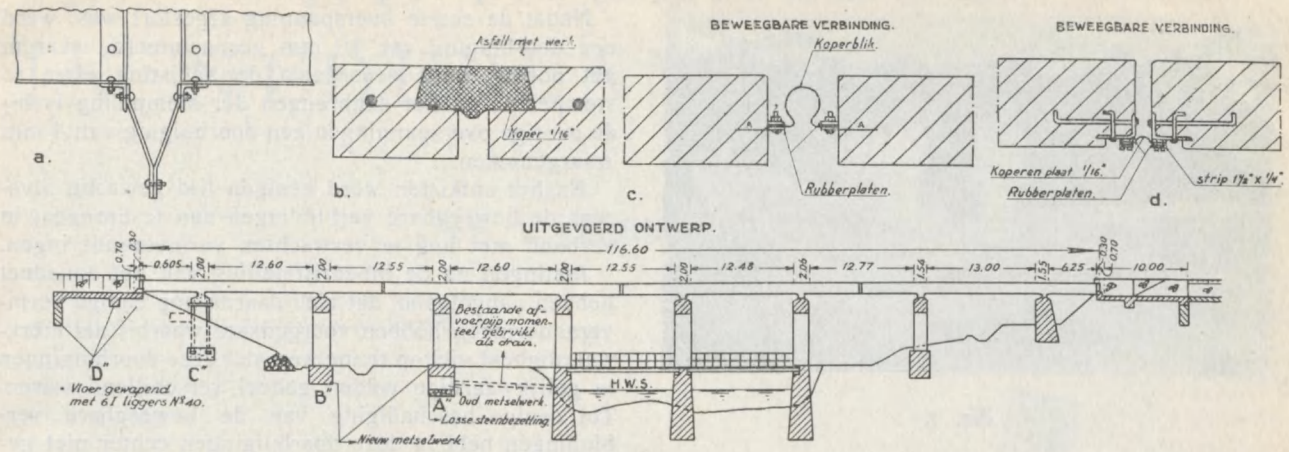


Fig 3.

Bevestiging en eventueele verwisseling van de koperen strippen *A* in de kuipranden is niet goed mogelijk. De beweeglijke koperen platen bevinden zich aan de buitenzijde van de bakconstructie, zoodat verwisseling wel mogelijk, doch in verband met de plaatsing in het middengedeelte van de overspanningen niet eenvoudig is.

Deze overwegingen zijn aanleiding geweest tot de keuze van de constructie volgens *fig. 3 d.*

Uitvoering.

De uitvoering bracht vele moeilijkheden mede. De plaats van het te bouwen aquaduct was zeer afgezonderd gelegen. Met spoed werd een tijdelijke weg tot de naastbijzijnde kampong aangelegd, waardoor het mogelijk was deze route in den drogen tijd met personen- en lichte vrachtauto's af te leggen. Aangezien het onderhavige werk eerst aan het einde van den drogen tijd werd geautoriseerd, moesten de zware materialen met het oog op de regens zoo snel mogelijk naar het werk worden getransporteerd.

Ook het opruimingswerk van het vernielde ijzeren aquaduct was verre van eenvoudig, aangezien slechts over zeer primitieve hulpmiddelen werd beschikt. De omgevallen, ca. 4 m dikke landhoofdmuur was gedeeltelijk versperd door de zware verbogen I-liggers en den ingestorten plaatijzeren bak. Groote omzichtigheid moest worden betracht bij het opruimen van den eersten pijler, welke aan den voet over de geheele dikte was gescheurd en wegens den gevaarlijken stand niet door het werkvolk kon worden afgebroken.

Deze pijler moest, bij gedeelten, met zwakke dynamietladingen voorzichtig worden opgeruimd, aangezien het niet mogelijk was het geheel tegelijkertijd te doen springen, in verband met het gevaar, dat dit groote blok metselwerk in zijn val den volgenden, weinig beschadigden pijler zou meesleuren.

Zooals reeds werd opgemerkt, was besloten den onderbouw door den Provincialen Waterstaatsdienst in eigen beheer te doen uitvoeren. Oorspronkelijk wenschte de aannemer ter vermijding van het transport der materialen over het ruim 100 meter breede ravijn aan de bovenstroomsche zijde met de werkzaamheden aan te vangen, doch door moeilijkheden bij het opruimingswerk en den vertraagden aanvoer der materialen voor de schroefpaalconstructie moest ten slotte aan de benedenstroomsche zijde worden begonnen.

Teneinde het aanbrengen van een zware stempeling der bekisting te vermijden, werd in het ontwerp van de betonnen bakconstructie nog een wijziging aangebracht, waardoor het mogelijk was de op de kolommen aanwezige I-liggers tot steun van de bekisting aan te wenden.

Van deze liggers werd een gedeelte afgezaagd, terwijl de bovenzijden der kolommen over een hoogte van 0,70 m werden afgebroken.

Ter plaatse van de kolommen werd daartoe onder den bodem van de bakconstructie een rib uitgebouwd (zie *fig. 4*).

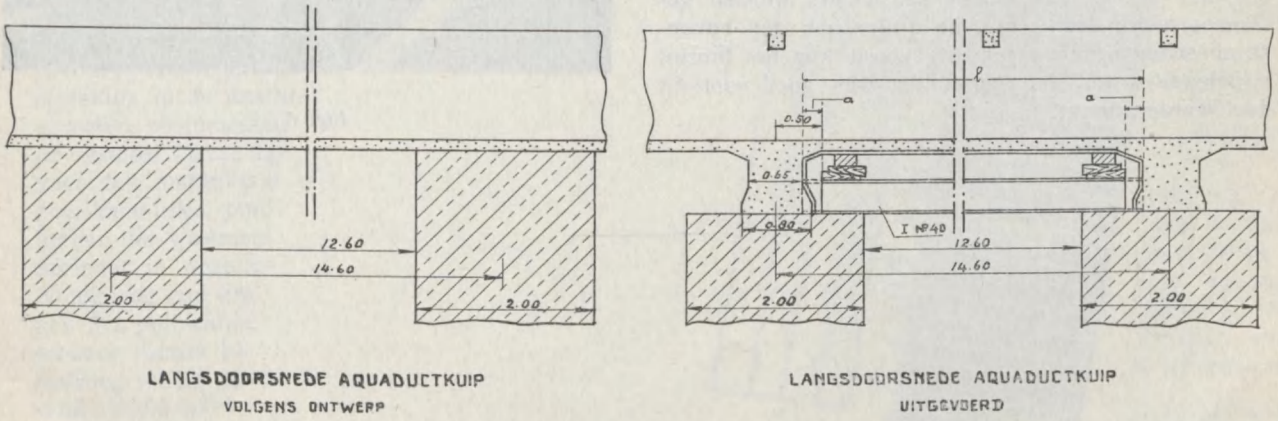


Fig. 4.

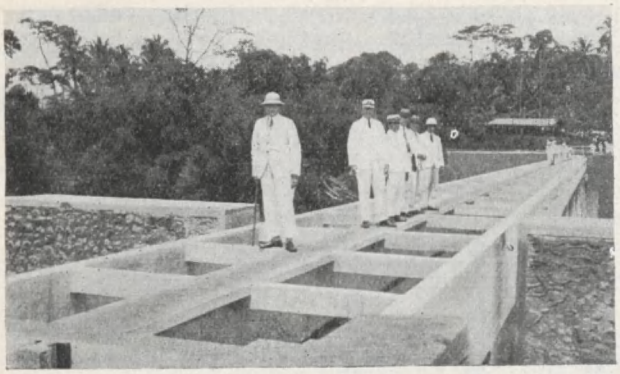


Fig. 5.

Op deze wijze was het mogelijk alle op de kolommen aanwezige I-liggers No. 40, welke over de verschillende overspanningen werden verdeeld, als draagbalken voor de bekisting te benutten.

Aangezien niet over behoorlijke hulpwerktuigen werd beschikt, moesten bedoelde werkzaamheden op primitieve wijze worden uitgevoerd, zoodat in dezen veel van de bekwaamheid der uitvoerende opzichters moest worden gevergd. Zoo werden de zware ± 14 m lange I-liggers No. 40 met behulp van een eenvoudigen takel en eenige op elkaar geschroefde ijzeren buizen, op onderlinge afstanden getuid, over de bestaande kolommen getrokken. Deze werkzaamheden evenals het afzagen der I-liggers met behulp van handzaagjes, moesten door het werkvolk op de kolommen worden uitgevoerd, op een hoogte varieerende van 10 tot 15 m boven den kalibodem.

Na het opbrengen van de liggers op de verschillende steunpunten, werd met spoed met het aanbrengen van de bekisting en het vlechten van het ijzerwerk begonnen. Deze werkzaamheden alsmede het gieten van het betonwerk verliepen naar wensch.

Onder de waterlijn werd voor de betonverhouding 2 p.c., 3 z., 5 gr. aangehouden; voor het overige betonwerk was de samenstelling 1 p.c., 2 z., 3 gr.

Een moeilijkheid bij het betonstorten was gelegen in de omstandigheid, dat het water uit de kali Moeroeng in den westmoesson zoodanig door slib en modder verontreinigd is, dat dit niet voor het betonwerk kon worden aangewend. In den aanvang moest daarom het benoodigde water van elders worden getransporteerd, doch nadat de drains aan den bovenstroomschen oever waren uitgevoerd, kon het hieruit sijpelende water, dat zeer helder was, goed voor dit doel worden benut.

Nadat de eerste overspanning afgestort was, werd een doorbuiging van 10 mm geconstateerd, waarom het noodig werd geoordeeld de bekisting extra te stempelen; na het aanbrengen der stempeling is bij de overige overspanningen een doorbuiging van 4 mm waargenomen.

Na het ontkisten werd eenigen tijd gewacht, alvorens de beweegbare verbindingen aan te brengen, in verband met nog te verwachten vormveranderingen.

Metingen na de inbedrijfstelling van het aquaduct hebben aangetoond, dat zich daarna nog eenige vormveranderingen hebben voorgedaan, waarbij als merkwaardigheid viel op te merken, dat deze doorbuigingen in gelijkwaardige velden geheel verschillend waren. Tot eenige beschadiging van de beweegbare verbindingen hebben deze doorbuigingen echter niet geleid.

De uitvoeringswerkzaamheden hebben ongeveer 4 maanden in beslag genomen; in den aanvang rezen nog eenige moeilijkheden met de plaatselijke bevolking (hoofdzakelijk landbouwers). Deze wenschte namelijk alle werkzaamheden te verrichten tegen een dagloon (geen taakloon) dat, gezien de geringe prestaties van dit volk, betrekkelijk hoog was.

In verband hiermede werd geroutineerd werkvolk uit het gebied der Merapi-rivieren aangevoerd, dat wel in taakloon wenschte te arbeiden; de plaatselijke bevolking nam in den aanvang tegen dit van elders betrokken werkvolk een dreigende houding aan.

Medio Januari 1935 waren de werkzaamheden zoodanig gevorderd, dat het aquaduct in bedrijf kon worden gesteld. Van deze ingebruikstelling geven de foto's (*fig. 5* en *6*) een beeld.

De kosten der herstelling van den onderbouw hebben ± *f* 8 000,—, die van den bovenbouw *f* 12 500,— bedragen.

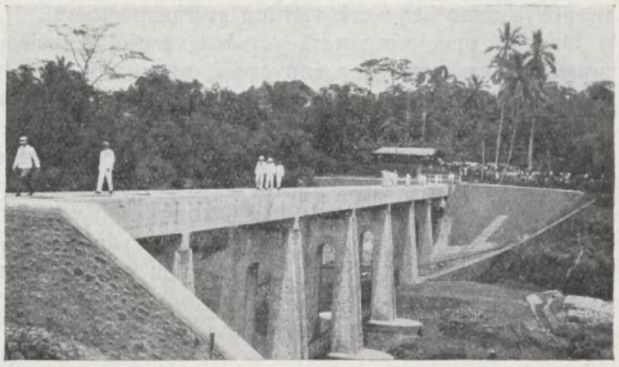


Fig. 6.