

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

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

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

Gen. L. C. A. van de Kastele,
ir. G. S. Goemans,
jhr. ir. H. S. van Lennep.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: ir. H. L. Slinkers;
Leden: dr. ir. L. J. C. van Es,
ir. W. F. Eijssvoogel.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Riouwstraat 157, Bandoeng.
Adres voor administratie en abonnementen: Penningmeester Groep Ned.-Indië K. I. v. I., Batavia-Centrum, p/a N. V. Hollandsche Beton Maatschappij, Koningsplein Oost 15.
Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Voorwoord, door het Groepsbestuur. — Inleiding, door de Commissie van Redactie. — De leden der Ingenieursverenigingen in Ned.-Indië in 1932. — Notulen van de Algemeene Vergadering der Groep Ned.-Indië van het K. I. v. I., gehouden op 24 Juli 1933 te Batavia-Centrum. — De 75e vergadering van den Kring Bandoeng van het K. I. v. I. — Bestuursmededeelingen.

Voorwoord.

Met het verschijnen van het eerste nummer van *De Ingenieur in Nederlandsch-Indië* wordt een zeer lange periode van onderhandelingen en besprekingen afgesloten. Reeds jarenlang streeft het Bestuur van de Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs het doel na de hier te lande werkzame ingenieurs in het groote Instituutsverband te zamen te brengen. Dit doel is thans bereikt met het tastbare resultaat van dit onder de auspiciën van de Groep verschijnende maandblad.

De Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Nederlandsch-Indië en de Vereeniging van Ingenieurs en Geologen bij den Dienst van den Mijnbouw in Nederlandsch-Indië hebben er in toegestemd, dat hare respectieve organen *De Waterstaats-Ingenieur* en *De Mijningenieur* in het nieuwe maandblad opgenomen zullen worden. Hiermede houdt het zelfstandig bestaan dezer organen op. Beide Vereenigingen kunnen met trots op een langjarig bloeiend bestaan harer organen wijzen.

Ongetwijfeld zullen vele leden dezer beide Vereenigingen het laatste nummer van *De Waterstaats-Ingenieur* en *De Mijningenieur* met een zeker gevoel van weemoed ontvangen en doorgelezen hebben. Voor

hen beteekent het verdwijnen van hunne organen zeer zeker een opoffering. Zonder deze opoffering was het doel: het samengaan van alle ingenieurs in één wetenschappelijk verband, niet mogelijk geweest.

Gaarne betuigt het Groepsbestuur dan ook hier zijn dank aan allen, die medegewerkt hebben tot het wel-slagen van dit doel.

De vragen kunnen gesteld worden: Heeft een Nederlandsch-Indisch ingenieurstijdschrift levensvatbaarheid en kan het Instituut het risico van de uitgifte hiervan dragen?

Het bevestigend antwoord op de eerste vraag wordt gegeven door het jarenlang bloeiend bestaan van beide bovengenoemde vereenigingstijdschriften. Zeer vele technische problemen werden hierin behandeld en steeds met groote belangstelling gevolgd. Voor een algemeen ingenieurstijdschrift, waarin het groot aantal vraagstukken op technisch en ander gebied behandeld wordt, bestaat dan ook zeker plaats. Waar nu alle ingenieurs onder één dak, het gemeenschappelijk tijdschrift, verzameld zijn, zal ook gedachtenwisseling tusschen de verschillende groepen van ingenieurs, groot of klein, vruchtbaar kunnen geschieden.

De financieele consequenties aan het uitgeven van

een eigen tijdschrift verbonden, zijn door het Groepsbestuur nauwkeurig nagegaan en mogelijk bevonden, zonder dat tot contributieverhoging overgegaan behoefte te worden.

De leden van de Groep ontvangen dus vanaf 1934 naast het weekblad *De Ingenieur* het nieuwe maandblad, welk laatste als een Nederlandsch-Indisch dochterblad van het eerste te beschouwen is, welke verhouding, naar het Groepsbestuur vertrouwt, blijvend zal bestaan.

Het Groepsbestuur heeft met vol vertrouwen de Redactie in handen gegeven van de *irs. Slinkers, Eijssvoogel* en *dr. van Es*. De wensch wordt uitgesproken, dat de Redactie op het enthousiasme en de medewerking zullen mogen rekenen, waarmede *De Waterstaats-Ingenieur* en *De Mijn ingenieur* op het huidige hooge peil kwamen en bleven.

Het Groepsbestuur.

Inleiding.

De Redactie waardeert het ten zeerste, zich, na het Voorwoord van het Groepsbestuur, tot de ingenieurs in Ned.-Indië te kunnen richten tot het geven van eenige inlichtingen omtrent de wijze, waarop zij zich voorstelt het nieuwe tijdschrift te redigeeren.

Allereerst de opmerking, dat deze arbeid alleen dan vruchtdragend kan zijn, indien op den vollen steun van alle lezers mag worden gerekend. De Redactie heeft het vertrouwen, dat hare verwachtingen in dit opzicht niet zullen worden beschaamd en verzekert harerzijds, dat aan opbouwende critiek zooveel mogelijk gehoor zal worden gegeven.

Zooals begrijpelijk zullen verhandelingen op ingenieursgebied, welke van algemeen en dus niet van specifiek Indisch belang worden geacht, verwezen moeten worden naar *De Ingenieur*, tenzij de inzender uitdrukkelijk den wensch tot plaatsing in het Indische orgaan te kennen geeft.

Voorts zal men in dit eerste nummer kunnen constateeren, dat in navolging van *De Ingenieur*, de stof in rubrieken is verdeeld, die van doorlopende paginering zijn voorzien.

Hiermede wordt aan den eisch, dat elke rubriek als afzonderlijk geheel moet kunnen worden afgescheiden, voldaan.

De rubrieken zijn:

- I. Algemeen gedeelte.
- II. Bouwkunde.
- III. Electrotechniek en Werktuigbouw.
- IV. Mijnbouw en Geologie.
- V. Verkeerswezen.
- VI. Waterbouwkunde.

Verhandelingen, welke minder geregeld worden verwacht, zoals die op mathematisch en natuurkundig gebied e.d., kunnen in het Algemeen gedeelte worden ondergebracht.

Ten einde een vlotte behandeling der ingekomen copie mogelijk te maken en waarborgen te verkrijgen voor de noodige eenheid, zullen de inzendingen aan eenige voorwaarden moeten voldoen,

welke in een afzonderlijk blad in dit nummer zijn opgenomen.

Daaraan moge nog worden toegevoegd, dat met het oog op het hoogstaande peil, waarop ons orgaan behoort te staan en in verband met de beperkte ruimte, welke kan worden geboden, den inzenders verzocht wordt hun stof kort en bondig te bewerken, zonder aan de leesbaarheid te kort te doen.

De Redactie moet zich in dit opzicht het recht voorbehouden de copie te beoordeelen en eventueel den inzenders in overweging te geven veranderingen aan te brengen. Men houde zich echter verzekerd, dat hiertoe alleen zal worden overgegaan, indien het belang van het tijdschrift dit noodzakelijk maakt. Op dit gebied rekent de Redactie dan ook gaarne op de welwillendheid der schrijvers.

Deze inleiding moge worden besloten met een oproep aan de ingenieurs in Ned.-Indië, hun kennis en ervaring op schrift te stellen en in dit tijdschrift te publiceren. Speciaal tot de Kringbesturen wordt het verzoek gericht de Redactie van het Kringleven op de hoogte te houden.

In de eerste plaats wordt daarbij gedacht aan den belangrijken steun, die zou kunnen worden gevonden van deze Besturen en van degenen, die voordrachten in een Kring hebben gehouden, door toezending dezer voordrachten aan de Redactie.

Zoodoende zullen alle lezers, ook die in de Buitengewesten, in de gelegenheid gesteld worden van de voordrachten kennis te nemen en, zij het slechts in gedachten, de daarbij ingeleide excursies mede te maken.

Met den vasten wil harerzijds geen poging achterwege te laten, welke kan strekken om dit orgaan aan de gestelde verwachtingen te doen beantwoorden, heeft de Redactie haar taak aanvaard.

Moge deze ten bate der ingenieurs in Ned.-Indië naar wensch worden vervuld!

De Commissie van Redactie.

De leden der Ingenieursverenigingen in Ned.-Indië in 1932.

De leden-aantallen der volgende vier Ingenieursverenigingen zijn in bijgaande grafiek in onderlinge verhouding aangegeven:

- 1e. Koninklijk Instituut van Ingenieurs (K. I. v. I.),
- 2e. Vereniging van Delftsche Ingenieurs (V. v. D. I.),
- 3e. Vereniging van Waterstaatsingenieurs in Ned.-Indië (V. v. W. I.),
- 4e. Vereniging van Ingenieurs en Geologen bij den Dienst van den Mijnbouw in Ned.-Indië (V. v. M. I.).

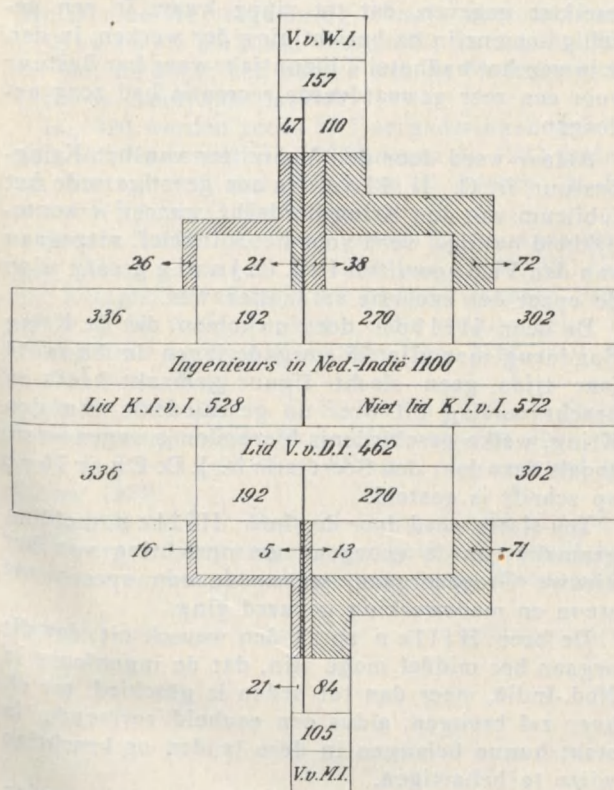
Van zelf sprekend zijn de leden-aantallen aan voortdurende wijziging onderhevig. De gegeven aantallen kunnen voor het jaar 1932 als ongeveer juist worden aangenomen. Het was niet mogelijk voor het jaar 1933 alle gegevens te verkrijgen.

In de grafiek is als basis uitgegaan van de 1100 in Ned.-Indië aanwezige ingenieurs, die over de verschillende faculteiten als volgt zijn verdeeld:

450 W. I., S. I. en E. I.
380 C. I.
165 M. I.
80 T.
25 B. I.

Totaal: 1100 ingenieurs

Aan de bovenzijde der grafiek is aangegeven uit welke groepen de V. v. W. I. haar leden vormt; aan de benedenzijde hetzelfde voor de V. v. M. I.



We zien, dat tot de leden der V. v. W. I. en der V. v. M. I. behooren resp. 110 en 84, dus totaal 194

niet-leden van het K. I. v. I. Verwacht wordt, dat van deze 194 leden der beide Vereenigingen alsnog ongeveer 100 leden tevens lid van het K. I. v. I. zullen worden als gevolg van de voorloopige overeenkomsten, door het Groepsbestuur met die Vereenigingen gesloten.

Alle leden der V. v. W. I. en der V. v. M. I. zullen het nieuwe tijdschrift echter zonder verhooging der thans door hen betaalde contributies ontvangen.

De reglementswijzigingen van het K. I. v. I., welke voor een definitieve regeling noodig zijn, worden in Nederland voorbereid.

G.

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

Notulen van de Algemeene Vergadering der Groep Ned.-Indië van het Kon. Inst. v. Ingenieurs, gehouden Maandag 24 Juli 1933 in de bibliotheek van het Instituut, Koningsplein Zuid 11, Batavia-C.

Aanwezig: ir. C. Menschaar, Voorzitter; ir. W. J. Burck, Vice-voorzitter; jhr. ir. H. S. van Lennep, Penningmeester; ir. G. S. Goemans, Secretaris; Gen. L. C. A. van de Kasteelen en P. J. Graaff, Bestuursleden, en de leden:

ir. A. van Osenbruggen, ir. G. S. Vrijburg, ir. J. I. de Jongh, ir. J. P. der Weduwen, ir. H. J. van Lohuizen, ir. P. J. Willekes Macdonald, ir. P. J. Ch. van de Loo, Dipl. Ing. P. E. Bos, ir. C. Hillen en ir. A. N. Molenaar.

Na opening der Vergadering worden de punten der agenda behandeld:

1. De notulen der vorige Algemeene Vergadering, gehouden op 23 Januari 1933 en gepubliceerd in „Mededeelingen” No. 27, worden goedgekeurd en gearresteerd.

2. Voorgestelde nieuwe leden. De Voorzitter deelt mede, dat de in „Mededeelingen” No. 27 voorgestelde candidaatleden als lid werden aangenomen.

Het lid Macdonald merkt in verband hiermede op, dat hij het als een bezwaar ziet, dat de Algemeene Vergadering over de toelating van leden beslist.

De Voorzitter repliceert, dat deze opmerking niet geheel juist is. Bezwaren tegen aanname van een candidaatlid kunnen door de leden ingezonden worden, waarna het Groepsbestuur over de toelating beslist en deze beslissing aan de leden mededeelt (Reglement Groep Ned.-Indië art. 6 sub 3). In deze vergadering is niets anders geschied.

3. De Voorzitter noemt dan als punt 3 der agenda de goedkeuring der jaarstukken, als gepubliceerd in „Mededeelingen” No. 27.

Het lid Hillen, Voorzitter van Kring II, voelt het als een bezwaar, dat de redactie van de uitga-

ven, als opgegeven door het Kringbestuur Bandoeng, door het Groepsbestuur gewijzigd werd en zou gaarne de redenen, die hiertoe geleid hebben, vernemen.

De *Penningmeester* wijst op de noodzakelijkheid van een uniforme opgave der uitgaven voor alle Kringen. Om deze gelijke opgave te verkrijgen, is de *Penningmeester* soms verplicht enkele wijzigingen in de verdeeling der posten aan te brengen.

4. Als 4e punt der agenda worden door den *Voorzitter* de plannen van het Groepsbestuur voor het uitgeven van een tijdschrift uiteengezet. De opzet is geweest *De Waterstaats-Ingenieur* en *De Mijningenieur* te combineeren onder de auspiciën van het Instituut. Het samengaan van deze twee periodieken, die ieder voor zich een eervol verleden hebben, zal de band onder de ingenieurs versterken, temeer, waar deze groepen in de toekomst als lid van het Instituut zullen toetreden. De leden van het Instituut krijgen het nieuwe tijdschrift gratis toegezonden; het zal dus voortaan naast *De Ingenieur* verschijnen met artikelen over specifiek Indische zaken.

Het lid *Macdonald* vraagt of het Instituut financieel bij de uitgave van het tijdschrift betrokken is.

De *Penningmeester*: De Groep heeft de financiële consequenties van een en ander nauwkeurig bestudeerd; de opzet is kerngezond. Het Instituut boekt een belangrijk aantal nieuwe leden, terwijl de advertentie-mogelijkheden voor het gecombineerde blad veel grooter zijn dan die voor 2 bladen afzonderlijk.

Het lid *de Jongh*: Leidt de uitgave tot contributieverhooging?

De *Penningmeester*: Dit moet uitgesloten worden geacht. De begroting is volkomen safe, de geheele opzet valt binnen de tegenwoordige draagkracht van de Groep.

Het lid *van Lohuizen* wil deze bewering van den *Penningmeester* gaarne onderstrepen door te zeggen, dat een klein blad als *De Mijningenieur*, uitgegeven door een vereeniging met een zeer beperkt aantal leden toch een financieel gezonde basis heeft en „self-supporting” is. Een grooter blad zal nog gemakkelijker kunnen bestaan.

De *Voorzitter*: Voor veel leden buiten het Kringverband kon de Groep tot nu toe zeer weinig teekenen. Met het verschijnen van het tijdschrift komt hierin een belangrijke verbetering. Alles samen genomen kan de Groep zich zelf gelukwenschen met de overeenkomsten, thans gesloten met de *Waterstaatsingenieurs* en de *Mijningenieurs*. Vele jaren is hierover reeds gepraat, zonder dat men tot een oplossing is kunnen komen, terwijl thans een voor alle partijen bevredigende regeling is getroffen en met den Raad van Bestuur volledige overeenstemming is bereikt.

De *Penningmeester*: Vroeger zijn reeds voorstellen tot het uitgeven van de „Mededeelingen” in den vorm van een tijdschrift gedaan, maar is het nooit tot een resultaat gekomen. Het nieuwe tijdschrift zal in vorm op *De Ingenieur* gelijken en op overeenkomstige wijze in rubrieken worden ingedeeld.

Het lid *Macdonald* vraagt of de *Nirta-mededeelingen* ook opgenomen zullen worden.

Gen. van de *Kastele* acht de meeste *Nirta*-artikelen wel geschikt. De *Nirta* zal wel geen bezwaar hebben om bij het uitgroeien harer Mededeelingen in overleg met de Groep te treden.

Ook normalisatie-berichten zullen kunnen worden opgenomen.

5. De *Voorzitter* merkt op, dat het in verband met het vertrek van het Bestuurslid *P. J. Graaff* naar Holland, noodig was het Groepsbestuur tusschentijds aan te vullen en dit Bestuur ir. van *Haeften* gepolst heeft.

Niets meer aan de orde zijnde, wordt de vergadering hierna gesloten.

G.

De 75e vergadering van den Kring Bandoeng van het Kon. Instituut van Ingenieurs.

Den 6en October 1933 werden voor den Kring Bandoeng twee voordrachten gehouden: door prof. ir. *J. N. van der Ley* over „Het onderstation Nieuw Badra” en door ir. *A. R. H. Brouwer* over „Aarden dammen aan het stuwmeer Siteo Tjileuntjah”. Beide voordrachten, welke in een volgend nummer van dit tijdschrift zullen worden opgenomen, zijn inleidingen geweest voor de excursie, den daarop volgende dag gehouden naar de *Pengalengansche* hoogvlakte ter bezichtiging der beschreven werken, waaraan ook een talrijk damesgezelschap deelnam.

Ter eere van het „jubileum” dezer 75e vergadering was aan de excursie een eenigszins feestelijk karakter gegeven, dat tot uiting kwam in een gezellig samenzijn na bezichtiging der werken, in den tuin van het badhotel *Tjileuntjah*, waar het Bestuur voor een zeer gewaardeerde recreatie had zorg gedragen.

Aldaar werd door den *Voorzitter* van het Kringbestuur, ir. *C. Hillen*, in een geestige rede het jubileum van den Kring herdacht, waarbij erkentelijkheid betuigd werd voor het initiatief, uitgegaan van den *Vice-voorzitter* ir. *J. C. Jaring*, aan wien de opzet der excursie te danken was.

De heer *Hillen* deed uitkomen, dat de Kring Bandoeng met zijn 75 vergaderingen in bijna 14 jaar tijds geen slecht figuur gemaakt heeft en bracht verslag uit over de geschiedenis van den Kring, welke geschiedenis hieronder is opgenomen, zooals deze door den *Secretaris* ir. *J. D. Carrière* op schrift is gesteld.

Ten slotte werd door den heer *Hillen* melding gemaakt van de voorgenomen oprichting van het nieuwe Groepsorgaan, waarmede een oproep tot steun en medewerking gepaard ging.

De heer *Hillen* sprak den wensch uit, dat dit orgaan het middel moge zijn, dat de ingenieurs in Ned.-Indië, meer dan tot heden is geschied, tot elkaar zal brengen, aldus een eenheid vormende, in staat hunne belangen in deze landen op krachtige wijze te behartigen.

Een woord van waardeering moge hier worden geuit voor de activiteit van het Bestuur van den Kring Bandoeng en de heeren prof. ir. *J. N. van*

der Ley en ir. A. R. H. Brouwer, aan wier gezamenlijke persoonlijke leiding het te danken is geweest, dat deze zeer geslaagde excursie kon worden gehouden.

Geschiedenis van den Kring Bandoeng.

In de Algemeene Vergadering van de Afdeeling Nederlandsch-Indië, gehouden op 14 October 1919, werd besloten tot het houden van voordrachten en vergaderingen in andere plaatsen dan Batavia, ten einde de aldaar wonende leden meer profijt van hun lidmaatschap te doen hebben.

Daartoe werd een 5-tal Kringen opgericht, in elk waarvan het Bestuur werd vertegenwoordigd door een „vertegenwoordiger”. Deze Kringen bestaan alle nog met vrijwel ongewijzigd ressort.

Als vertegenwoordiger van Kring 2 met zetel te Bandoeng werd aangewezen ir. A. Groothoff. Het ressort van dezen Kring werd vastgesteld op de toenmalige Residenties Preanger Regentschappen en Banjoemas (tot heden ongewijzigd).

In 1924 kwamen het Groeps- en Kringreglement tot stand, samengesteld door de zgn. reglementencommissie, waarin zitting hadden de heeren: ir. M. H. Dammé (Groepsvoorzitter), ir. A. de Mooy en ir. C. D. Volker.

Volgens dit reglement werd de „vertegenwoordiger van het Bestuur” Kringleider en kunnen aan hem een of meer Bestuursleden worden toegevoegd.

Op 27 Januari 1920 hield de Kring in de loge St. Jan zijn eerste vergadering, waarin door den heer A. Brzesowsky een voordracht werd gehouden ter inleiding van een bezoek aan de Nederlandsch-Indische Caoutchoucfabriek.

In 1920 werden reeds vijf vergaderingen gehouden, in 1921 zeven en in 1923 negen. In 1922 traden als Bestuur van den Kring op de heeren: ir. H. Wirix en ir. C. D. Volker.

Sedert hebben de navolgende Bestuurswisselingen plaats gevonden. In 1923 trad ir. H. Wirix als Kringleider af en werd daartoe gekozen prof. dr. ir. J. H. A. Harman, die op zijn beurt in 1925 aftrad en werd vervangen door prof. ir. J. N. van der Ley.

Medio 1926 trad ir. C. D. Volker af als Secretaris-penningmeester en werd vervangen door mr. ir. J. F. Janssen van Raay, die aanbleef tot ultimo 1927.

In 1928 werd ir. P. A. Vos van Zalingen tot Secretaris-penningmeester gekozen, terwijl het Bestuur werd aangevuld met een derde Bestuurslid:

ir. P. A. de Blicck, die de functie van Vice-voorzitter op zich nam, zoodat het Bestuur toen als volgt was samengesteld: prof. ir. J. N. van der Ley, Voorzitter; ir. P. A. de Blicck, Vice-voorzitter; ir. P. A. Vos van Zalingen, Secretaris.

Medio 1929 trad prof. van der Ley af als Voorzitter, waartoe ir. C. D. Volker werd gekozen, terwijl ultimo 1929 ir. P. A. Vos van Zalingen aftrad als Secretaris-penningmeester en als zoodanig werd vervangen door ir. J. D. Carrière. In den loop van 1930 vertrok de heer de Blicck met verlof; de vacature van Vice-voorzitter werd toen gedurende een half jaar niet vervuld, waarna ir. C. Hillen in die functie werd verkozen.

In het begin van 1933 trad ir. C. D. Volker af als Kringleider en werd opgevolgd door ir. C. Hillen, die in de functie van Vice-voorzitter werd vervangen door ir. J. C. Jaring.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

Als gewoon lid werden aangenomen:

ir. J. A. de Lint, Hoofd v. h. Spoorwegtoezicht te Bandoeng.

ir. J. Reyzer, Hoofding. v. d. Dienst v. d. Mijnbouw te Bandoeng.

ir. P. F. Binkhorst, Ing. b. d. Dienst der S. S. te Bandoeng.

ir. H. v. Galen Last, Chef exploitatie Westertlijnen te Bandoeng.

ir. F. T. Mesdag, Hoofd v. h. Techn. Economisch Adviesbureau bij het Dept. v. Verkeer en Waterstaat.

Allen oud-lid van het Instituut.

Als gewoon lid worden voorgesteld:

ir. C. J. Markies, Ing. b. d. Dienst voor W. en E. te Bandoeng.

ir. G. F. Berg, Hoofding. S. S. te Bandoeng.

ing. J. G. Prins, Dir. N. V. Constructiewerkplaats „de Unie” te Bandoeng.

dr. ing. Fr. Wisgrill, Ing. 1ste kl. P. T. T. te Bandoeng.

Als buitengewoon lid wordt voorgesteld:

Raden Abdoelmoettalip, stud. T. H. te Bandoeng.

Eventuele bezwaren tegen deze candidaatsstellingen worden voor medio Febr. 1934 ingewacht bij het Secretariaat, Koningsplein Zuid 11, Batavia-Centrum.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

III. ELECTROTECHNIEK EN WERKTUIGBOUW.

INHOUD: Tien Jaren Radio Indië — Holland, door ir. A. J. H. van Leeuwen. —
Kampong-electrificatie, door D. W. Sparnaay.

Tien jaren Radio Indië—Holland.

Voordracht, den 9en Mei 1933 te Bandoeng gehouden in een gecombineerde vergadering van den Kring Bandoeng van het Kon. Instituut van Ingenieurs en de Vereeniging van Ingenieurs bij den P.T.T.-dienst

door

ir. A. J. H. VAN LEEUWEN

Hoofd van de Afdeling Radio-techniek van den P.T.T.-dienst.

Een overzicht wordt gegeven van de ontwikkeling der technische inrichtingen van het Malabarstation, den overgang van langegolf- op kortegolftechniek, de verschillende moeilijkheden, welke daarbij werden ondervonden en de wijze, waarop deze werden overwonnen. Ten slotte wordt een korte beschrijving gegeven van verschillende methoden van geheimhouding, zoowel voor telegrafie als telefonie.

Het is een groot voorrecht voor mij om U hedenavond, ter herdenking van het 10-jarig bestaan der radio-verbinding Indië—Holland een overzicht te mogen geven van hetgeen op technisch gebied door den Indischen dienst in dien tijd is gepresteerd. Ik moet echter beginnen om, als inleiding tot die voor de radio gebeurtenisvolle periode, een kort resumé te geven van de geschiedenis, die vooraf ging aan de feestelijke opening van den radiodienst Indië—Holland, welke op den 5den Mei 1923 plaats greep in het station op den Malabar. Een geschiedenis waaraan de naam van dr. ir. Cornelis de Groot, de pionier op radiogebied voor de tropen, voor immer verbonden zal blijven. Het is dan ook wel in de allereerste plaats naar hem, die onzen radiodienst helaas te vroeg is ontvallen, dat op dit oogenblik onze gedachten uitgaan in dankbaarheid en in waardeering voor wat zijn onbluschbaar zelfvertrouwen en optimisme, zijn groote kennis en vaardigheid, tegen alle moeilijkheden in, tot stand hebben gebracht.

Eerste Voorbereidingen.

Toen de Groot, in 1915 met buitenlandsch verlot zijnde, promoveerde tot doctor in de Technische Wetenschappen, poneerde hij de stelling dat een directe radioverbinding Holland—Indië een politieke noodzaak en technisch mogelijk was. Tot op dat oogenblik twijfelde men algemeen aan zulk een mogelijkheid en verschenen artikelen van de hand van geleerden en professoren om te bewijzen langs fysisch-mathematischen weg, dat zulk een verbinding ondenkbaar was, omdat de buiging der electro-magnetische stralen minder sterk was dan de kromming van het aardoppervlak. Doch de Groot had zijn vertrouwen op waarnemingen gebaseerd, want meerdere malen waren signalen van zeer ver gelegen stations in Siteobondo en in Sa-

bang gehoord en hij had daarop zijn theorie opgebouwd van achtereenvolgende reflecties tegen het aardoppervlak en tegen de Heaviside-laag.

Na terugkomst in Indië had hij de ministerieele toezegging, dat men hem zooveel mogelijk zou steunen om zijn ideeën tot uitvoering te brengen, weshalve hij direct begon met de noodige voorbereiding om zijn doel te bereiken.

Hij begon, teneinde gegevens te verkrijgen, met een zoo goed mogelijk geoutilleerd ontvangstation op te zetten en koos daarvoor Tjangkring, 12 km ten Zuiden van Bandoeng, alwaar de installatie medio 1917 in bedrijf kwam. Al dadelijk bleek dat verscheidene Europeesche en Amerikaansche stations op verschillende uren van den dag tamelijk goed te nemen waren en na een serie proeven werden ten slotte eenige conclusies getrokken met betrekking tot de meest geschikte golfenlgte en de noodige stralingsenergie.

Wij moeten daarbij steeds voor oogen houden, dat er in dien tijd alleen sprake was van een langegolf-techniek. De korte golf verkeerde nog geheel in laboratoriumstadium en kwam voor bedrijfsdoeleinden nog in het geheel niet in beschouwing.

Na de geslaagde ontvangproeven werd besloten om eenige zend-experimenten op touw te zetten, teneinde de juistheid der uit de ontvangst-gegevens gededuceerde conclusies te verifiëren. Er werd een 100 kilowatt Poulsen-boogzender bij de Federal Telegraph Company aangeschaft en dr. de Groot vatte het plan op om, ter verkrijging van een groote effectieve antenne-capaciteit, de antenne draad op te hangen aan een luchtballon. Inderdaad werden er reeds aanstalten gemaakt om daarvoor de luchtballon „Batavia” te gebruiken, doch de vele moeilijkheden, die zich lieten voorzien en de wensch om over een permanente installatie te beschikken, brachten dit plan reeds spoedig op den achtergrond en kwam dr. de Groot op het

geniale idee om naar natuurlijke steunpunten te zoeken in de een of andere daarvoor geschikte bergkloof. Na eenig zoeken bleek een dergelijke kloof inderdaad aanwezig te zijn en werd de Noord-Westelijke helling van den Malabar het terrein van werkzaamheid, waarop in den loop der volgende jaren een reuzen-radiostation zou verrijzen, dat door de verbruikte primaire vermogens en de geweldige antenne-installatie het grootste ter wereld zou worden.

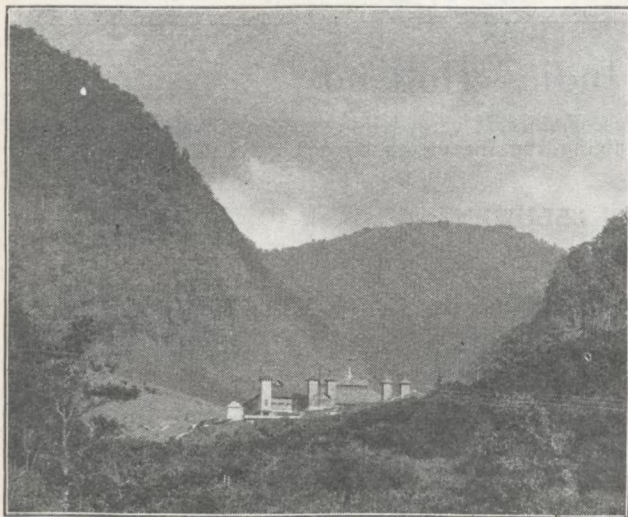


Fig. 1. Panorama van de Malabar-kloof.

In een tijdelijk gebouw werd de 100 kW Poulsen boog toen gemonteerd. De Bataviasche Electriche Tramweg Maatschappij was zoo vriendelijk om een dynamo te leenen, terwijl de Militaire Luchtvaartafdeeling een vliegtuigmotor van 125 pk vermogen afstond voor de aandrijving van de dynamo. Een antenne van een paar verticale draden werd gehechen en in Maart 1918 was de installatie bedrijfs-gereed.

De proeven begonnen met het geven van signalen op de best geachte uren en aan den Hollandschen P. T. T.-dienst werd verzocht om dezen zender te observeeren. Het resultaat was helaas nihil. Men bracht verschillende verbeteringen aan. Een speciaal geconstrueerde dynamo, welke in Japan werd besteld, werd opgesteld en aangedreven door een waterturbine, welke werd overgenomen van een Mijnonderneming op Sumatra. Doch er kwam geen resultaat.

De firma Telefunken was in dien tijd bezig om eveneens een 100 kW-installatie op te zetten en had daarvoor gekozen een kloof ten Zuid-Westen van Bandoeng nabij Tjililin. Ook deze installatie, die in Augustus 1918 gereed kwam en die bestond uit een H. F. machine-zender met de noodige verdubbelskringen, gaf geen resultaat.

Dr. de Groot meende, dat men thans moest onderzoeken tot hoever of de uitzendingen dan wél ontvangen konden worden en er werd daarvoor een transportabele ontvang-installatie vervaardigd, welke gemonteerd werd op het oorlogsschip „De Zeven

Provinciën”, terwijl de praktijk-ingenieur Nopp en zich met de bediening daarvan zou belasten. „De Zeven Provinciën” stoomde in November 1918 via Japan en het Panama-Kanaal naar Holland en gedurende den geheelen tijd bleven de signalen van Malabar dagelijks eenige uren behoorlijk hoorbaar.

Later, in 1930, is nog weer eens een ontvang-installatie uit Indië naar Holland gestuurd en aldaar, onder leiding van ir. Einthoven van den Indischen dienst, opgesteld en in proefbedrijf genomen. Het succes van dien 2en ontvanger heeft geleid tot de opstelling van een ontvangbeam op het station Noordwijkerhout ter verbetering van de Hollandsche ontvangkwaliteit. Ook op de constructie der ontvangers in Holland zelf is die uitzending, evenals die van 1918, van gunstigen invloed geweest.

De ontvanger van dr. de Groot werd opgesteld in een ontvangsthut te Blaricum nabij Amsterdam en ook daar was de ontvangst der Malabarsignalen gedurende enkele uren daags vrij redelijk. Die uren vielen echter voor Indië nog steeds des nachts en geheel betrouwbaar was de verbinding allerminst, zoodat aan het openstellen van de verbinding nog niet kon worden gedacht.

Ook het station Tjililin werd nu gehoord alhoewel iets zwakker dan de Malabarzender, waarschijnlijk door de ongunstiger locale omstandigheden en de geringere antenne-hoogte.

Het Malabarstation wordt gebouwd.

De bereikte resultaten stemden echter hoopvol en er werd nu het plan ontworpen om een zeer krachtigen boogzender te ontwerpen. Dr. de Groot meende, dat tenminste 2400 kilowatt primaire energie nodig zou zijn, hoewel men in Holland van oordeel was dat een 400 kW Telefunken machine-zender voldoende zou blijven.

Dr. de Groot begon zijn zender te bouwen en de firma Telefunken kreeg opdracht tot levering van 2 installaties, 1 voor Holland en 1 voor Indië. Waar er geen sprake was van bestelling van een boogzender van zulk een groot vermogen bij eenige firma (500 kW was en is nog steeds de grootste, die men fabriekmatig had en heeft geconstrueerd) moest alles in Indië ontworpen en aangemaakt worden.

De werkplaatsen der Staatsspoor- en Tramwegen te Madioen en Bandoeng, het Marine-établissement te Soerabaja, de werkplaatsen van den P. T. T.-dienst te Weltevreden en tal van particuliere werkplaatsen hebben hun medewerking verleend aan de samenstelling van dit historisch instrument, dat het beste monument is ter nagedachtenis van zijn schepper, dr. de Groot.

In de Malabarkloof werd een groot gebouw opgericht dat, behalve den origineelen zender nog plaats zou moeten bieden aan een tweede van 3600 kW vermogen en aan nog 4 kleinere boogzenders van 100 tot 200 kW. Betrekkelijk spoedig is daar een zaal bijgebouwd voor de installatie van den 400 kW Telefunken-zender, die men eerst geprojecteerd had nabij Dajeuh-Kolot met een antenne-systeem

met 6 — 200 m hooge masten, in den trant van het station te Nauen. Dit denkbeeld is echter spoedig verlaten en vond de Telefunken-zender eveneens een onderdak op den Malabar.

De voor den grooten boogzender gebouwde antenne is waard hier even te worden vermeld, omdat het in zijn soort de grootste is, die ooit werd geconstrueerd.

De antenne is opgehangen aan 5 dwarskabels, welke over de kloof gespannen zijn. Het hoogste bevestigingspunt is 700 m boven het stationsgebouw. De overspanningen varieeren van 1300 tot 1800 meter. De doorhang van den laatsten draagkabel is circa 150 meter, zoodat het hoogste antennepunt 550 meter boven het stations-niveau ligt, dat is ongeveer $2 \times$ zoo hoog als in de allerhoogste stations is bereikt, zooals b.v. Nauen of Bordeaux.

De eigen trilling van de antenne, die totaal 1800 meter lang is, is circa 8800 meter. De antenne bestaat uit 7 kabels van $\frac{7}{8}$ " diameter en is geconstrueerd uit een hennepkern met koper-omspinning. Dit is teneinde het corona-effect bij hooge spanningen zooveel mogelijk te drukken.

De normale golflengte, waarmede de boog werkt, is 15 600 meter. De antenne-verlengspoelen zijn in een apart spoelenhuis achter het station opgesteld. Vroeger stonden die spoelen in een apart vertrek in het station tusschen de 2 linksche torens, die te-

vens dienden als afspanpunt van de antennekabels. Door de geweldige inductievelden van de spoelen in het soms door regenwater vochtige hout, ontstond er vaak brand en kwam de stevigheid van de torens in gevaar. Wij hebben toen een aparten afspanbok achter het gebouw gemaakt.

De resultaten van den grooten 2400 kW boogzender waren uiteraard direct belangrijk beter, zoodat aan een openstelling voor publiek verkeer gedacht kon worden. In Januari 1923 was ook het door de firma Telefunken geïnstalleerde station te Kootwijk gereed gekomen, zoodat alles voor de verbinding compleet was en den 5den Mei 1923 kon de Gouverneur-Generaal Z. E. mr. Dirk Fock in presentie van vele autoriteiten de verbinding vanuit Indië feestelijk openen.

Het duurde evenwel nog eenigen tijd, voordat de beide installaties bevredigend functioneerden en het verkeer met voldoende zekerheid en snelheid kon worden afgewerkt.

Kortegolf-techniek.

Al spoedig echter trad de radio-techniek in een geheel nieuwe faze, n.l. die van de korte golf. Tot 1925 ongeveer was, zooals gezegd, slechts zeer weinig van deze golven bekend en waren zij alleen in de laboratoria en door ondernemende amateurs onderzocht geworden. Ook hier te lande werden onvermoeid proeven genomen in het toen nog primitieve radio-laboratorium in het gebouw van Gouvernements-Bedrijven onder leiding van ir. Langendam.

Het probleem was n.l. om een geschikt apparaat te vinden, dat voldoende energie kon afgeven op deze hooge frequentie. De trillingsketens met triode-lampen waren reeds voldoende bekend, doch de energie was zeer gering, omdat slechts ongeveer de helft van de toegevoerde primaire energie werd uitgestraald en de rest in warmte verloren ging. Die warmte moest door de lamp aan de omgeving worden afgegeven, zoodat de capaciteit daardoor sterk werd beperkt.

Echter deden omstreeks 1925 de eerste water- en luchtgekoelde lampen haar intrede in de radio-wereld en werd het plotseling mogelijk om met belangrijk grooter energieën te werken. De Indische Radiodienst liet de gelegenheid niet ongebruikt en in korten tijd waren er twee zenders ontwikkeld, de A N E op het laboratorium en de A N H op het Malabarstation, welke op golflengten van 15,9 en 16,8 meter waren ingesteld en al dadelijk groote successen boekten.

Toen in Maart 1927 de firma Philips met haar telefonie-zender in de lucht kwam en kort daarop in den nacht van 31 Mei op 1 Juni de historische toespraken van Hare Majesteit de Koningin en H. K. H. Prinses Juliana gebroadcast werden naar Oosten West-Indië, kon van den Malabar uit reeds geantwoord worden en heeft men te Eindhoven zoodat het gesproken woord als de muziek uit Indië reeds opgevangen, een feit dat niet die aandacht heeft gekregen, welke het verdiende en waarmede alweer bewezen was hoe uiterst diligent de Indische



Fig. 2. Openingsplechtigheid op 5 Mei 1923.

Radiodienst steeds was om de nieuwste technische vindingen dadelijk in praktijk te brengen.

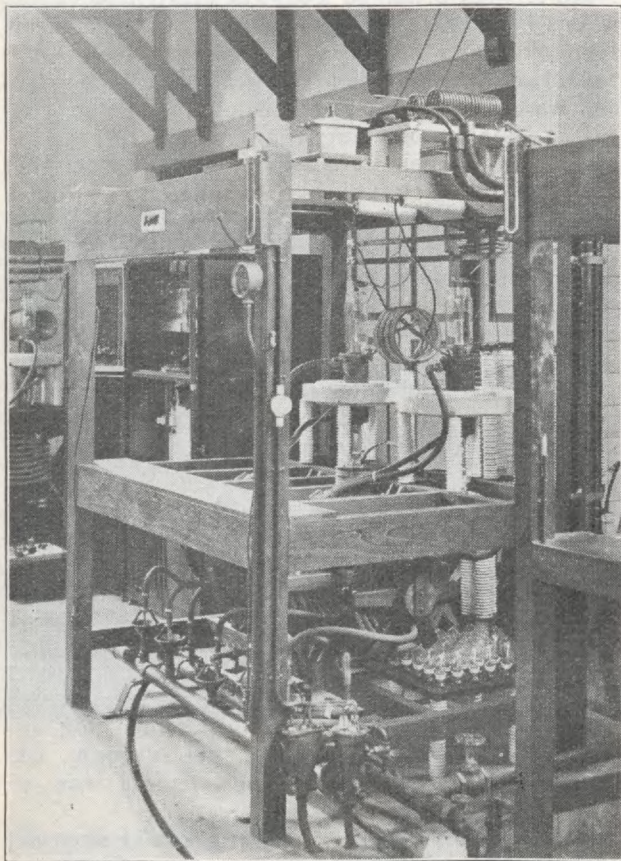


Fig. 3. Eerste bedrijfs-kortegolf-zender.

Die eerste zenders waren betrekkelijk zeer primitief gebouwd en niet veel meer dan een amateur-zender in het groot. Er was nog niet veel aandacht geschonken aan de frequentie-stabiliteit, aan een onderdrukken van harmonischen, aan geringe bandbreedte, e.d.m.

Het rendement was ook vrij ongunstig en van de 40 kilowatt primaire energie, die het toestel absorbeerde, zal niet veel meer dan 2 of 3 kilowatt als H. F.-energie aan de straaldraden zijn afgegeven.

Het was echter voor de gunstige tijden van den dag reeds een ruim voldoende zender-energie en de successen waren niet twijfelachtig.

Vanaf dat oogenblik ging alles met reuzenschreden. Holland bouwde al spoedig een kortegolf telefonie-zender te Kootwijk en de proefverbinding met radiotelefonie nam een aanvang. Wel waren de moeilijkheden nog zeer groot. Oorspronkelijk liet het zich aanzien of alles mogelijk was met deze korte golf, die stormenderhand de geheele wereld veroverde en het aantal zenders nam hand over hand toe. Om daarvan een indruk te geven moge dienen dat in 1927 tijdens de conferentie te Washington, hoewel er toen nog geen officieele en betrouwbare statistiek bestond, het aantal kortegolf-zenders, die op golven van minder dan 50 m lengte uitzonden, inclusief de omroep-, amateur- en expe-

rimenteele zenders, geschat werd op circa 5 à 6000 voor de geheele wereld. In de frequentie-lijst van December 1932 — dus 5 jaren later — is dat aantal, exclusief de omroep-, amateur- en experimenteële zenders, reeds ongeveer 74 000, zoodat men daaruit kan zien welk een enorme vlucht de kortegolf-techniek heeft genomen in een korte spanne tijds.

Een factor, welke mede oorzaak is, dat zulk een groot aantal zenders noodig is geworden, moet gezocht worden in het gedrag der korte golven. Die vertoonen n.l., in afwijking van de lange golven, een zoo te zeggen zeer geaccidenteerd sterktekromme. Enkele uren van den dag zijn golven van 16 tot 18 m de beste, dan beginnen daar verschijnselen van sluier-effect of echo of diepe inzinkingen zich te vertoonen en moet men tot golven van 20 tot 24 m overgaan. Na eenigen tijd deugen die weer niet en moet men naar omstreeks de 30 m verhuizen.

Dan is een groote moeilijkheid de tijdstippen van zonsop- en -ondergang. Er zijn effecten welke men toe wil schrijven aan den stand van den schaduwwand van het zonlicht en de nacht t.o.v. de stralingsrichting, men denkt aan invloed van de schijn-gestalten van de maan, er zijn studies gaande of er verband is met de zonnevlekken, magnetische stormen, cyclonen, zons- en maansverduisteringen, etc.

En door al die gebeurlijkheden heen, wil men de 24-uurs verbinding handhaven, zoodat men voor een enkel verkeerskanaal soms 4 tot 6 zenders noodig heeft.

Zooals gezegd waren dus de moeilijkheden in het begin zeer groot en ik wil trachten U daarvan een indruk te geven, opdat U eenigszins de arbeid kunt apprecieeren welke voor de verbeteringen noodig was.

Het eerste kwamen de lampen. De fabrikage van de 20 kilowatt zendlampen liet oorspronkelijk zeer veel te wenschen over. De lampen werden individueel gemaakt, zoodat de onderdeelen vaak niet onderling verwisselbaar waren. Men beheerschte de lamp-karakteristiek nog lang niet, zoodat de weerstanden van den gloeidraad, de inwendige lamp- en rooster-capaciteiten, het vacuum en als gevolg daarvan de anode-dissipatie e.d.m. voor elke lamp weer iets anders was. Niettegenstaande de hooge prijs van ongeveer f 1200,— per stuk was de levensduur slechts kort en varieerde van 10 tot 600 uren, terwijl er nog moeilijkheden bestonden met de koel-installaties waarbij 6 tot 8000 volt spanning op een door water gekoelde anode-plaat kwam te staan en de lasschen van het glas aan het metaal van de anode eerst nog speciale luchtkoeling vereischten, omdat circa 10 kW warmte in de lamp moest worden afgevoerd.

Wanneer er een lamp sneuvelde, en dat gebeurde maar al te vaak, moest men uit een betrekkelijk groot aantal er een paar bij elkaar zoeken, die in het zgn. push-pull schema met elkaar konden samenwerken en waarbij behoorlijke neutrodyniseering of balanceering mogelijk was.

Een andere moeilijkheid was het slingeren van de zendgolf. De eerste zenders waren zgn. zelfgenereerend en de minste variatie in de electriche

waarden van het schema deed de golflengte wijzigen. Het verwisselen van een lamp, waardoor vaak verschillende instellingen moesten gewijzigd worden, beteekende meestal het inbrengen van andere capaciteiten in den slingerkring, zoodat dan weer door andere condensatoren de oorspronkelijke frequentie teruggevonden moest worden. Zelfs het slingeren van de antenne-draden, die b.v. te Tjimi-tusschen 2 klapperboomen waren opgehangen, deed de frequentie veranderen, zoodat men in Holland last had met de ontvangst als 't in Indië

wat hard waaide. Ook was de bandbreedte van deze zenders enorm en niet veel minder dan 80 kc/s zoodat een veel te groote ruimte in den aether in beslag genomen werd en men last had van en veroorzaakte aan andere verkeerskanalen, die wat dicht in de buurt van de onze werkten.

Andere moeilijkheden betroffen meer de ontvangst. Men had last van het zgn. sluier-effect, van magnetische storingen, die somtijds alle ontvangst totaal onmogelijk maakten, van verschillende soorten van fading, langzame en diepe, korte en selectieve, en meer dergelijke vroeger totaal onbekende verschijnselen meer. Men kreeg last van het zgn. echo-verschijnsel waarbij een golf front niet slechts eenmaal op de ontvang-antenne overkomt, doch na omloop rond den aardbol een tweede, derde en vierde keer en telkens met een grooter vertraging, tot zelfs van bijna $\frac{1}{2}$ sec overkwam, hetgeen alle gesprekken totaal onverstaaanbaar en het telegraafverkeer uiterst moeilijk maakte, omdat de teekens door elkaar liepen. Men had last van interferentie, omdat twee of meer golf fronten onder verschillende invalshoeken of langs verschillende wegen den ontvanger bereikten.

En zoo stapelden zich de moeilijkheden op, die steeds dringender om oplossing vroegen. Het betrof hier echte pioniersarbeid te verrichten. Publicaties kwamen wel in overgrootten getale uit, doch alles was vaag en onzeker. Patent-aanvragen stroomden toe, doch vonden vaak in 't geheel geen praktische toepassing. Wij werden hier in Indië verrast met een aanbieding van een patent, waarvoor wij $2\frac{1}{4}$ ton zouden hebben moeten betalen en waarin behalve verschillende departementen hier te lande, zelfs nog de Gouvernemen ten van de Philippijnen, van Indo-China en Siam werden betrokken, doch dat later volkomen fantastisch bleek.

Het eerste probleem, dat opgelost diende te

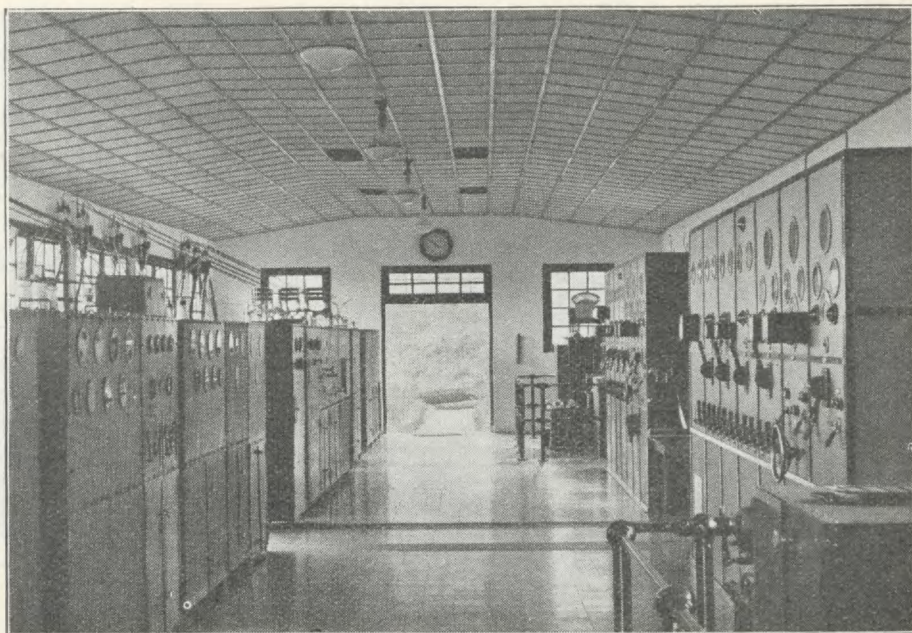


Fig. 4. Moderne kortegolf-telefonie-zenders van eigen fabrikaat.

worden, was de stabilisatie van den zender.

Van de 4 bekende methoden van: lampkring-, magnetostrictie-, stemvork- en kwarskristalsturing werd voor Indië de laatste methode uitverkoren als de meest eenvoudige en de betrouwbaarste. Doch ook hier lagen voetangels en klemmen. Tal van kristallen werden beproefd en tenslotte zijn wij gekomen tot een eigen vervaardiging. Het petrografisch Laboratorium van den Dienst van den Mijnbouw snijdt de kristallen voor ons onder bepaalde hoeken met de kristal-assen en in ons radio-laboratorium worden de kristallen op de juiste golflengten geslepen en in dubbele thermostaten gemonteerd. Die kristalslijperij is een heel bedrijf geworden, dat ons vrij groote besparingen geeft. Een speciaal nauwkeurig op frequentie geslepen en geijkt kristal met houder en thermostaat, kost in den handel ongeveer een f 250,—. Onze kristallen kosten, inclusief alle uitgaven en boekingen en administratieve kosten, nog geen f 50,—.

De consequentie van deze bouwwijze was een veel en veel gecompliceerder zender. Had de PLF-zender, waarmee de eerste successen werden behaald, slechts een 7-tal lampen, in den modernen PMA-zender is dit aantal tot 53 uitgegroeid en zit er voor een kapitaal van ruim $\frac{1}{3}$ ton gouds alleen al aan lampenmateriaal in een zender. Nu moet niet de gedachte in U opkomen, dat wij in Indië misschien in ons enthousiasme de zaak wat overdreven hebben en met onze eischen te ver zijn gegaan. Integendeel, er is hier, en met succes, steeds gestreefd naar eenvoud. Ir. Einthoven van het Radio-Laboratorium, een der huidige steunpilaren van ons radiobedrijf, heeft zich de taak opgelegd om met een minimum aantal trappen een zender op te bouwen. Onze proeven en ervaringen hebben invloed gehad op de constructie van zenders zooals Telefunken, de Nederl. Seintoestellen Fabriek en

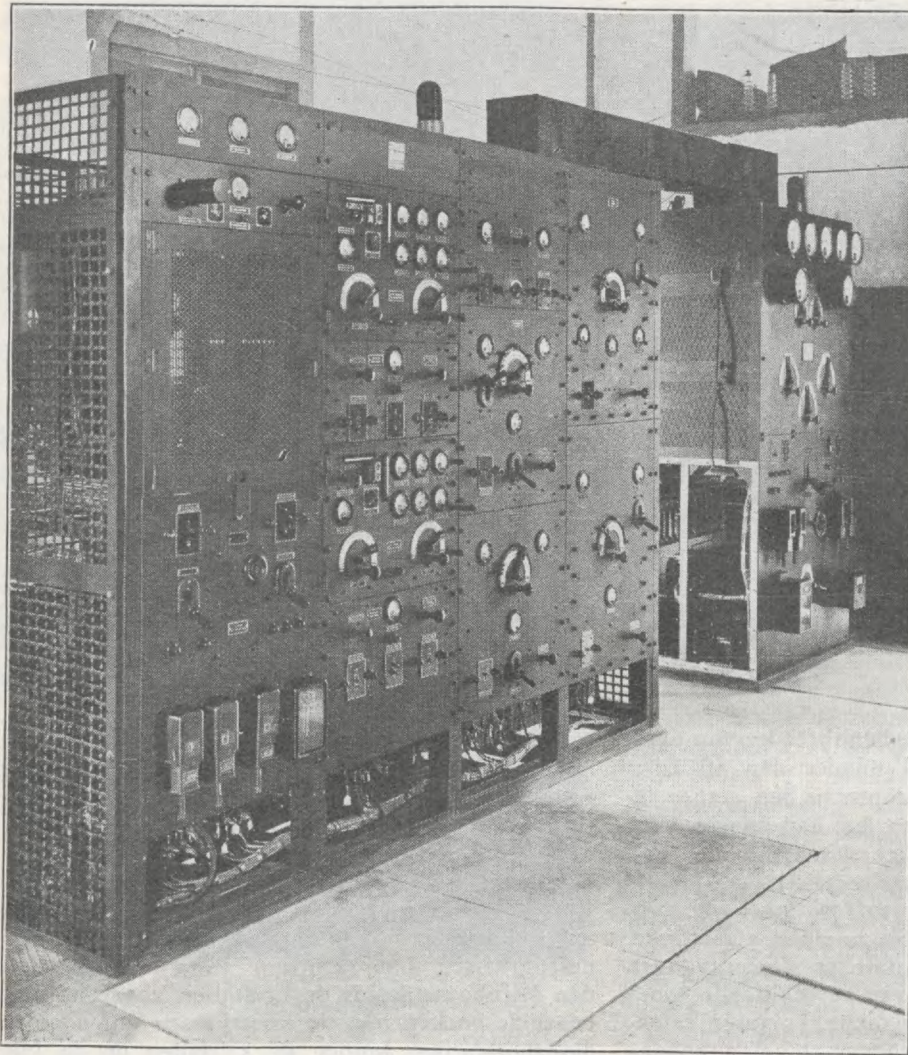


Fig. 5. Moderne kortegolf-telegrafie-zender (R. C. A.).

Marconi die thans leveren. Onze groote, 40 tot 100 kW zenders hebben in het zendgedeelte slechts 5 trappen, terwijl men vroeger 10 en meer trappen noodig achtte. De nieuwste N. S. F.-zender heeft er zelfs nog 8, niettegenstaande de kwaliteit ervan slechter is dan de onze.

Bovendien is hier te lande, terwille van den eenvoud steeds gestreefd naar directe wisselstroomvoeding, een oplossing die sedert, praktisch door elke firma is aanvaard, doch 3 jaren geleden nog alleen in Amerika werd toegepast.

Desniettegenstaande noodzaakten de eischen van stabiliteit, afwezigheid van harmonischen, kleine bandbreedte, grootst mogelijke energie, mogelijkheid om met tempo's van 400 woorden per minuut te seinen (praten doet men op zijn snelst met 160 w/min) om tot deze gecompliceerde apparaten over te gaan. Ik zal U straks aan een paar foto's toonen wat deze overschakeling voor ons betekend heeft. En hetzelfde geldt ook voor de ontvangers. Eerst waren deze zeer eenvoudig en was een ontvanger met 4 of 6 lampen al zeer bevredigend naar men meende.

De moderne ontvangers, die bijna nog meer

aandacht vragen dan de zenders en die moeten voldoen aan zeer hooge eischen van selectiviteit, smallen frequentie-band, groote versterkingsfactor met een zeer gelijkmatig evenredige frequentieversterking, en die bovendien nog moeten worden uitgerust met allerlei anti-fading-apparaten, electrische relais en geluid-begrenzers, hebben vaak 100 en meer lampen noodig, zoodat ook die techniek tot een geweldig peil is opgevoerd.

Teneinde U een indruk te geven van de rol, die een goede en betrouwbare en langlevende lamp voor den radiodienst heeft, moge hier vermeld worden, dat bij een normale radio-telefoon verbinding van abonné tot abonné momenteel bij gebruik van de, niet eens zoo overmatig gecompliceerde, zenders en ontvangers van den Indischen dienst, niet minder dan 368 lampen gebruikt worden, welke een to-

taal waarde van f 82 000 vertegenwoordigen.

Bij een gemiddelden levensduur van 1000 uren per lamp, zouden wij dus elke 3 uren op een bedrijfsstoring hebben te rekenen. Helaas is het aantal hooger door bijkomende invloeden. Een paar daarvan zijn b.v. de niet te vermijden inconstant-

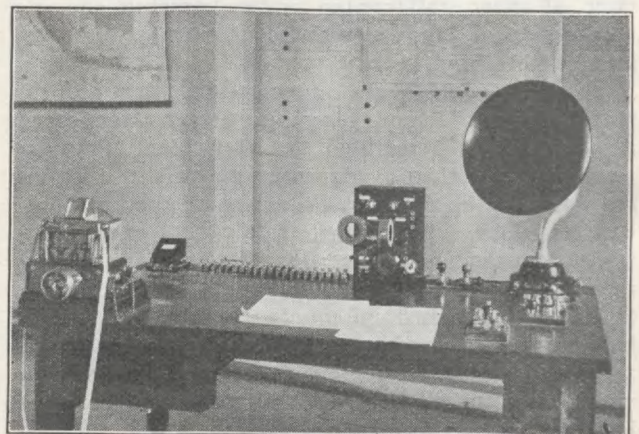


Fig. 6. Eerste bedrijfs-ontvanger op Tjangkring.

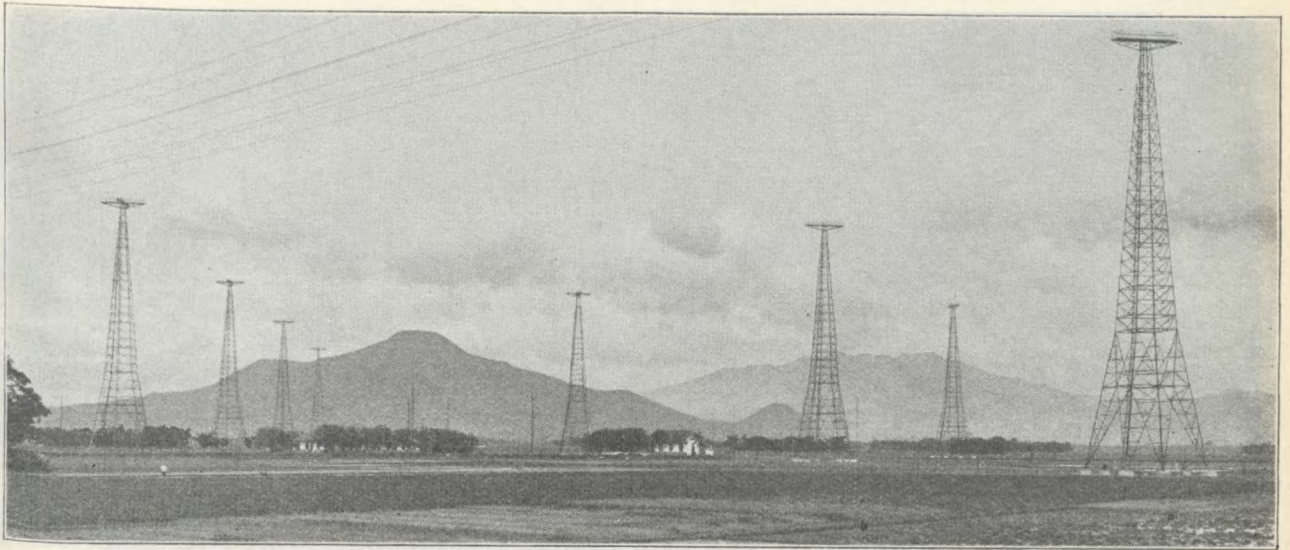


Fig. 7. Panorama tegenwoordig ontvangstation Rantja-Ekek.

heid van het electrische hoogspanningsnet en de invloed van onweer en bliksemslag.

Teneinde de moeilijkheden van de instabiele zenders zoowel preventief als repressief te ondervangen, waren wij genoodzaakt een frequentie-controle-apparaat op te stellen en zijn wij in Indië thans in staat om radio-frequenties met een nauwkeurigheid van circa 1 op een miljoen te meten dank zij een installatie met een kristalklok en de noodige, wederom zeer gecompliceerde, stabilisatie-, correctie-, versterkings-, verdubbelings-, ontvang-, etc. etc.-apparaten.

Opstelling van straal-antennes.

Vervolgens hebben wij hier in Indië, in navolging van wat alle landen van eenige radio-betekenis deden, ons geworpen op de beam-techniek. Was er bij de gebruikelijke antennes voor de lange golven reeds iets geconstateerd van richt-effect, dit kwam met de korte golven nog veel sprekender uit. Allerlei systemen streden om den voorrang. In Indië hebben wij eveneens een groot aantal systemen met meer of minder succes geprobeerd en zijn, wegens de gemakkelijke montage, tenslotte gekomen tot het systeem van horizontale (of in zeldzame gevallen, verticale) dipolen van een geheele of halve golflengte met een daarachter op $\frac{1}{4}$ golflengte afstand gehangen reflectie-scherm van dezelfde constructie.

Het aantal straaldraden of dipolen per zender is daardoor ook sterk toegenomen. Hadden de vroegere eenvoudige installaties slechts 1 dubbele dipool, tegenwoordig is het aantal veel groter en varieert naar gelang van de golflengte. Zoo heeft b.v. de PLE-zender op 15,9 m in totaal 96 actieve dipolen en daarachter een zelfde aantal reflectie-dipolen. Dus in totaal 192 eenheden voor de Holland-richting. In de richting naar Amerika is slechts de helft van dat aantal gemonteerd. De PLV-zender op ± 32 m heeft er eveneens 192, doch de PMA heeft zelfs 384 dipolen in zijn beam-constructie en

zoo naar verhouding van belangrijkheid en eisch van scherpe bundeling.

Wij hebben daardoor 3 groote voordeelen verkregen:

- 1e. is een veel groter energie-concentratie mogelijk in de richting van het ontvangstation.
- 2e. is een grootere graad van storingsvrijheid verkregen voor stations, welke buiten de beam-richting vallen, en
- 3e. is de moeilijkheid van de ontvangst van stralingen, die langs andere wegen den ontvanger bereiken en daardoor interferentie veroorzaken, zeer beperkt.

Door toepassing van gelijksoortige beams bij het ontvangstation worden deze voordeelen nog belangrijk ondersteund, terwijl ook door de veel grootere ontvangsterkte een middel geschapen wordt tegen het fading-effect.

Door toepassing van deze middelen hebben wij gedaan gekregen, dat de verbinding, welke eerst slechts gedurende een uur of 8 per dag bruikbaar was en dan grootendeels nog maar met handtempo voor de telegrafie en slechts 1 à 2 uren voor een problematiek telefoonverkeer, voor praktisch 24 uren gehandhaafd blijven kan, waarvan ongeveer 10 tot 12 uren in snel tempo op den band kan worden ontvangen, terwijl de telefoonverbinding circa 6 tot 8 uren per dag goed blijft.

Zooals ik reeds zei, heeft de ontwikkeling der ontvangmiddelen met die der zenders ongeveer gelijken tred gehouden. Wij moesten al spoedig van het oorspronkelijke station te Tjangkring weg, omdat het teveel in de directe straling van het Malabarstation lag en zijn toen een 22 kilometer ten Oosten van Bandoeng in Rantja-Ekek begonnen, waar nu een groot complex gebouwen met antennes verzezen is, waar de internationale verbindingen op worden tot stand gebracht.

Uit economische overwegingen en in het belang van den handel is het bedieningscentrum voor het radio-telegraafverkeer in 1928 naar Weltevreden verlegd. Aangezien het aantal verbindingen zoo

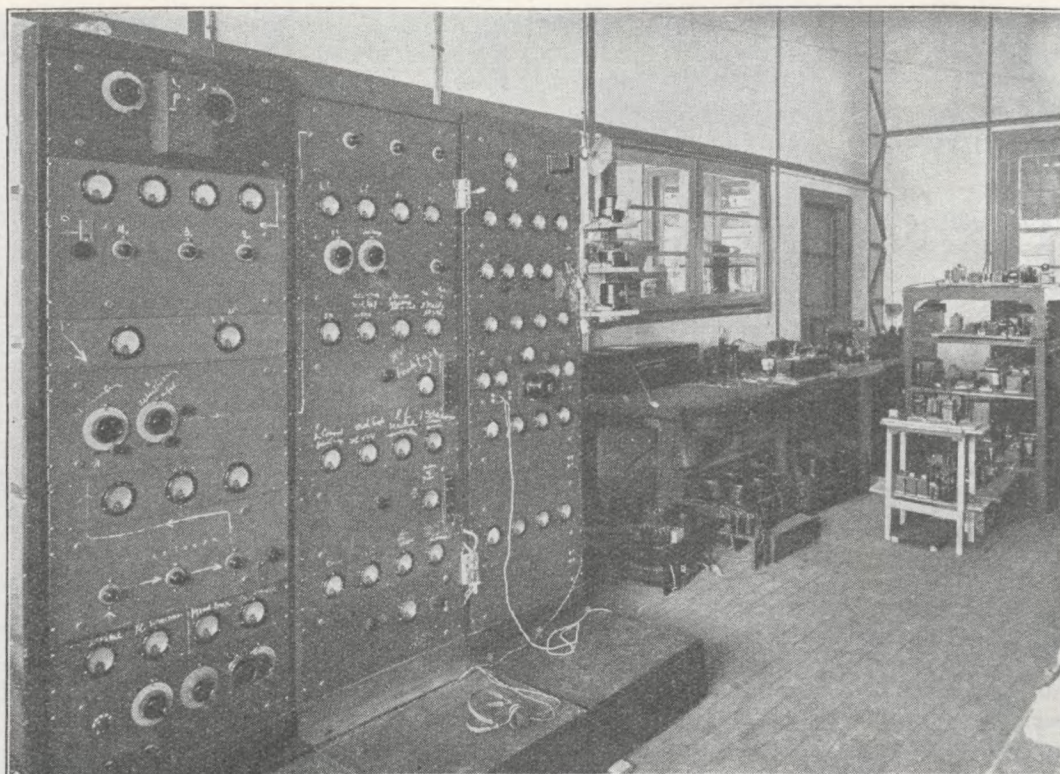


Fig. 8. Modern ontvangtoestel in constructie op het Radio-Laboratorium.

sterk toenam en ook steeds meer interinsulaire radio-verbindingen tot stand kwamen, zijn wij er in 1930 toe overgegaan om deze kortere verbindingen over te nemen op een ontvangstation te Kebajoran, alwaar thans 12 ontvangers de telegraaf-gemeenschap met de Buitengewesten en met de dichtstbij gelegen landen zooals Saigon, Manilla en Bangkok onderhouden. Incidenteel en bij wijze van vergelijkende proef wordt aldaar ook wel eens Holland op doorgegeven. Tijdens den grooten bandjir van April 1933 heeft dit station, dat door een kabel verbonden is met de bedrijfscentrale, ons uitstekende diensten bewezen en is stagnatie tengevolge van de lijnstoring voorkomen kunnen worden.

Ik wil thans nog even op enkele details van de installatie ingaan, alvorens U aan de hand van enkele lantaarnplaatjes iets van onze stations en onze technische inrichtingen te laten zien.

Systemen van geheimhouding.

Een bezwaar tegen de radio-gemeenschap was en is nog steeds het gebrek aan geheimhouding. Nu was dat bezwaar vroeger zeer zeker gegrond. Waar echter thans, zooals ik daar even reeds opmerkte, voor een groot gedeelte van den dag een schrijfontvangst met een tempo van 40 tot 50 woorden per minuut wordt gehandhaafd, terwijl de hoogste leessnelheid niet meer dan 20 woorden per min bedraagt, is de geheimhouding reeds enorm verbeterd en ten opzichte van den amateur-luisteraar reeds verwezenlijkt. Wij zijn echter reeds verder gegaan en zullen binnenkort, als gevolg van een

in samenwerking met den Hollandschen dienst ontwikkeld toestel, dat ik hier niet beschrijven kan wegens tijdsgebrek, door toepassing van het Siemens-sneltelegraafstelsel de geheimhouding nog weer belangrijk kunnen verhoogen. Opname van telegrammen is dan slechts mogelijk voor degenen, die eenzelfde installatie met synchrone motoren, translateurs, etc. ter beschikking hebben en een dergelijke installatie kost een zeer groot bedrag.

Doch ook daarmee zijn wij niet tevreden en door een systeem van multiplex-telegrafie, waarbij wij 2 kanalen kunnen maken op een zelfden zender, die bovendien nog een telefoongesprek verzorgt, is de geheimhouding alweer verhoogd. Een proef met een cryptograaf, die elk telegram in een onontcijferbare code om moest zetten en weer terugvertalen, is mislukt wegens de gecompliceerdheid van het systeem en de vertraging welke door het codeeren ontstond.

Wij meenen echter dat de toepassing van:

- 1e. het automatisch snelseinen,
 - 2e. het synchrone Siemens-sneltelegraafstelsel en
 - 3e. de multiplex-zijband telegrafie
- de geheimhouding binnenkort zoodanig zullen opvoeren, dat zij aan de strengste eischen voldoen zal. Voor zeer geheime telegrammen is uiteraard bovendien een codeering altijd nog mogelijk.

Ook is er sedert een 1½ jaar een systeem in werking, dat eveneens een zeer groote mate van geheimhouding waarborgt, ik meen het beeldtelegraafstelsel, waarbij het telegram niet in morsetekens doch in facsimile wordt overgebracht. On-

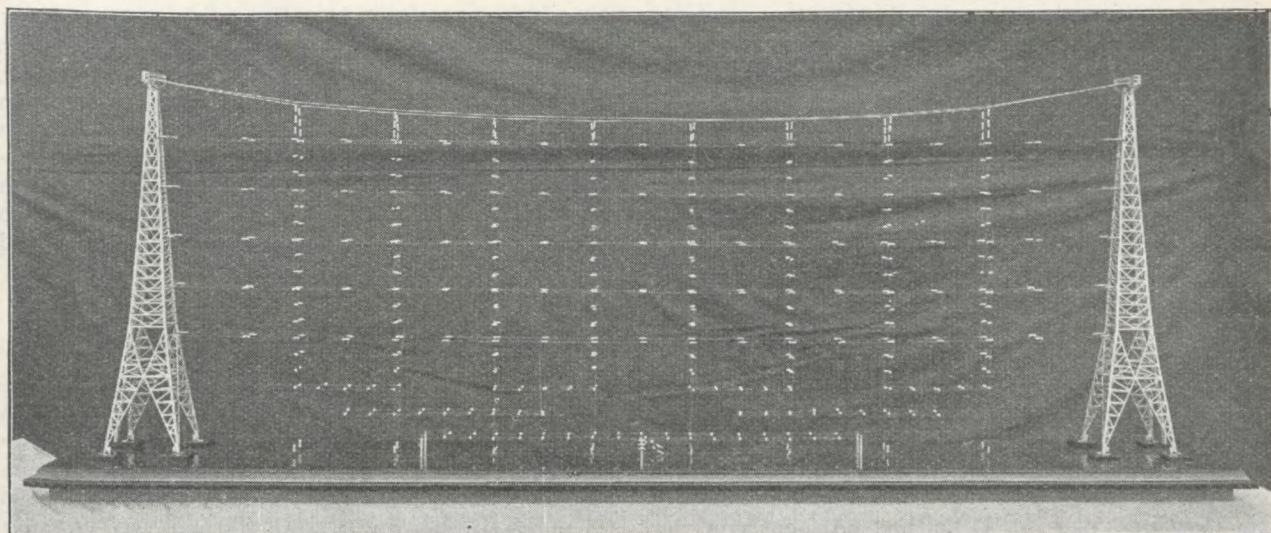


Fig. 9. Model van een moderne ontvang-beam met reflector.

derscheppen van dergelijke overseinmethoden vereischt alweer een buitengewoon kostbare installatie. Ook op de techniek van dat instrument, waarvan ik U straks het uiterlijk zal vertoonen, kan ik hier niet verder ingaan.

Tenslotte de telefonie.

Ook daar gold en geldt de eisch van geheimhouding en de uitstekendste technici hebben zich aan het werk gezet om dit te bereiken. Vooral omdat het af luisteren van een gewoon gesprek geen kennis van morse-signalen vereischt, is het af luisteren veel gemakkelijker en daarom voor den gewonen amateur veel verleidelijker. Opvoering van snelheid is hier uiteraard onmogelijk, zoodat men het moest zoeken in het onverstaanbaar maken van de op de draaggolf gemoduleerde spraak. De eenvoudigste, ook door ons hier toegepaste, methode is die van de bandomkeering waardoor het frequentie-spectrum dat, zooals U bekend zal zijn, tonen bevat van 30 tot circa 3000 perioden per sec, als 't ware om een spiegel-frequentie in het midden van den band, dus van 1515 perioden, wordt omgedraaid, waarbij de hooge tonen laag en de lage tonen hoog worden. Zulk een geïnverteerd gesprek is praktisch onverstaanbaar.

Ik zeg „praktisch”, omdat na lange oefening het mogelijk is om toch weer het gesprokene te verstaan. Elke letter wordt n.l. een bepaalde klankgroep ook na de omdraaiing en men krijgt als 't ware een nieuwe vreemde taal, die tenslotte toch te leeren is.

Wij zijn daarom ook hier verder gegaan en hebben een extra, zgn. zijbandgesprek boven op het normale, direct gemoduleerde, gesprek gelegd en door een paar hulpfrequenties, die scherpe fluittonen in den eersten gespreksband geven, deze onaf-luisterbaar gemaakt, tenzij voor hem, die zich een zeer kostbare bandfilter-installatie aan kan schaffen om deze giltonen uit te filteren. Dan werden er proeven genomen met het zgn. „wobbelen”, waarbij de draaggolf periodiek, volgens een bepaald rhytme, van frequentie verandert.

Een amateur moet n.l., wil hij een zgn. invert-gesprek opvangen, zijn ontvanger laten genereeren in iets hoogere frequentie dan die van de uitgezonden draaggolf. Het is dus duidelijk, dat als die draaggolf „wobbelt”, de ontvanger telkens uit de afstemming loopt en men slechts korte brokstukken van het gesprek hooren kan.

Doch wij trachten nog verder te gaan en wel door het toepassen van een systeem met zgn. onderdrukte zijband en draaggolf. De detectie van zulk een uitzending vereischt een buitengemeen gecompliceerde technische installatie, omdat de draaggolf-frequentie van den zender dan in den ontvanger moet worden bijgemaakt en deze golf zuiver in synchronisatie met de zenderfrequentie moet zijn, die echter onderdrukt dus niet uitgezonden wordt. Voor amateurs is dit praktisch ondoenlijk. Dit systeem geeft ons echter de gelegenheid om een stel-sel in te voeren, dat wel *absolute* geheimhouding verzekert.

Er is n.l. een systeem in bewerking waarbij in een bepaald afgesproken en geheim gehouden rhytme, doch in een snel tempo, dan eens een recht, en dan weer een geïnverteerd gesprek op de draaggolf wordt gemoduleerd. Alleen als men den code-sleutel voor dat rhytme heeft, en die kan elk oogenblik veranderd worden, is het mogelijk om af te luisteren, daargelaten dat de aanschaffing van de noodige toestellen dergelijke bedragen zal vorderen, dat het volkomen uitgesloten geacht moet worden, dat iemand probeeren zal om dergelijke gesprekken af te luisteren.

Proeven in die richting zijn reeds geruimen tijd gaande, doch de technische ontwikkeling is vertraagd, ook al door economische factoren.

De radio-telefonie heeft ons ook nog voor de problemen gesteld om de gesprekken door te geven op de gewone lijn-telefoon toestellen. Hoe moeilijk dat vraagstuk is beseft U wellicht, wanneer U bedenkt dat hier, door één en dezelfde geleiding, dus het uitgaande en het ontvangen geluid moeten worden overgebracht. Het ontvangen geluid komt

uit den aether aan in energieën van enkele micro-watts, terwijl het uitgezonden geluid met een energie van zoowat 40 kilowatt de ruimte ingestuurd wordt. Dat is een verhouding van 1 op tienduizend-miljoen en dat moet zoodanig gebalanceerd worden, dat het een 't ander niet hindert.

Wij hebben daarvoor zeer gecompliceerde systemen van balansschakelingen, echo-onderdrukkers, lijnaanpassingen, filter-circuits enz. moeten bouwen, doch het resultaat is, in aanmerking genomen de korte spanne tijds, welke sedert het eerste telefoongesprek is verlopen, wonderbaarlijk geweest.

Wanneer U tenslotte bedenkt, dat al deze technische voorzieningen hier te lande geheel zelfstandig zijn ontwikkeld en dat geen speciaal deskundige van eenige wereldfirma hier in de tropen ons heeft voorgelicht en dat wij desniettemin een erkend hooge plaats in de technische radio-wereld innemen, dan zult U het met mij eens zijn, dat deze dienst moet kunnen bogen op uitstekende krachten, die zich bovendien met hart en ziel aan de ontwikkeling van den aan hen toevertrouwen dienst hebben gewijd.

Ten slotte rest mij U een overzicht te geven van waar de ontwikkeling van het radio-verkeer ons toe heeft geleid en U te vertellen van den stap, welken wij binnenkort zullen doen, door het in gebruik nemen van een groot kortegolf-radiostation te Dajeuh-Kolot, 10 kilometer ten Zuiden van Bandoeng.

Vroeger was men geconcentreerd op het verkrijgen van de verbinding met het Moederland. Sindsdien is echter de situatie geheel veranderd en hebben wij langzamerhand radio-contact gekregen met alle werelddeelen. De Malabar- en de Tjililinkloof waren op Holland gericht en in den aanvang ontmoette de opstelling van kortegolf-zenders aldaar, die dezelfde bedoeling hadden, n.l. de verbinding met Nederland tot stand te brengen, geen bezwaren.

Maar met het installeren van de verbinding op Amerika bleek de kloof 90° uit den koers te zijn. Voor Australië 180° en voor Zuid-Afrika ook weer 90°. Wij moesten dus de kloofstations verlaten en bouwden te Tjimindi een proefstation met 3 beam-richtingen. Het succes van dit station, dat geheel in de vlakte staat, heeft er toe doen besluiten om voor de kortegolf-zenders een geheel nieuw station op te zetten op het terrein dat gedeeltelijk in 1920 reeds door de firma Telefunken was aangekocht en nog ongebruikt was. Ook de noodzaak om breede beam-constructies te maken heeft ons uit het kloofstation verdreven, omdat de kloof van Malabar bovendien nog door een rivier wordt doorsneden. De eisch van een groote antennehoogte (deze was zooals ik reeds zeide bij Malabar bijna 700 meter) is voor de korte golf niet noodig. Die stelt zich tevreden met antenne-schermen van 90 meter hoogte. Het station dat thans een groot gedeelte van het verkeer met Holland en overig Europa zoowel telefonisch als telegrafisch onderhoudt, staat wel is waar nog op den Malabar, doch het is zoover vooruit geschoven, dat de kloof-engte reeds voorbij is.

Toch was er de moeilijkheid van het sterk geaccidenteerd terrein en is de eene beam over een

rivier en halverwege over een bergrug en de andere over een circa 80 meter diep ravijn gespannen aan draagkabels van te zamen bijna 700 meter lengte.

Waar deze beam-schermen niettegenstaande hun ijle constructie van dunne koperdraden toch zoo stijf mogelijk moeten zijn om geen frequentie-modulatie te veroorzaken, en dus vol afspanningen en verankeringen zitten, begrijpt U dat een dergelijke constructie over geaccidenteerd terrein niet bepaald tot de meest wenschelijke behoort.

Nieuw kortegolf-station Dajeuh-Kolot.

Het is dus ons voornemen om in een groot centraal gebouw al de zenders te vereenigen, die toch reeds vanwege de dringende internationale bepalingen van frequentie-stabiliteit moeten worden omgebouwd. Wij zullen dan vermoedelijk over niet al te langen tijd het hulpstation, dat van wat wildhout en gevlochten bamboe is opgebouwd te Tjimindi en het tamelijk ongunstig gelegen Tjililin kunnen verlaten en door deze zender-concentratie tegelijkertijd een economischer exploitatie bereiken.

Om het centrale gebouw te Dajeuh-Kolot heen zullen dan de beam-antenne's verrijzen, gevoed door feeders van gemiddeld 2 à 300 meter lengte. De antennes zelf worden gemonteerd op een 9-tal masten van 90 meter hoogte, die ongeveer 200 meter uit elkaar staan en het gebouw als een cirkel zullen omgeven.

Het zelfde schema is reeds een paar jaar geleden te Rantja-Ekek uitgevoerd, dat door zijn ligging in de vlakte reeds dadelijk de gelegenheid bood om het systeem van beam-antennes en concentratie toe te passen. De masten zijn hier echter slechts 60 meter hoog. Ook op Kebajoran is zulk een antenne-veld gebouwd, dat tengevolge van de zeer uiteenlopende ontvangrichtingen van stations in alle deelen van den archipel en het nabije Oosten, zooals Indo-China, China, Siam, Voor-Indië en de Philippijnen, een zeer grilligen vorm heeft gekregen.

Teneinde niet te veel tijd in beslag te nemen zal ik thans met dit overzicht eindigen en U aan de hand van eenige lantaarnplaatjes het een en ander van onze stations vertoonen, waarbij ik gelegenheid zal hebben om nog op enkele details te wijzen en punten, die ik in mijn voordracht reeds aanroerde, nog weer even in herinnering te brengen.

Ik hoop echter voldoende te hebben aangetoond, dat de Indische radiodienst in de 10-jarige periode die op den 5en Mei van dit jaar werd afgesloten, allesbehalve heeft stilgezeten. Helaas is voor elke ontwikkeling het sociale „nervus rerum”: kapitaal en crediet noodig en de laatste 4 jaren zijn ook de voor dezen dienst zoo noodige fondsen slechts karig toegevloeid. Dit is de reden, dat het nieuwe station te Dajeuh-Kolot, waarvan wij groote verwachtingen hebben, verwachtingen welke gebaseerd zijn op proefnemingen en op door de welwillendheid van den Amerikaanschen Radiodienst uitgevoerde metingen, eigenlijk 3 jaren te laat tot stand zal komen.

Het stemt echter hoopvol, dat niettegenstaande de financieele inzinking, de Regeering heeft inge-

zien, dat niet al te veel mag worden teruggehouden en dat de arbeid aan de ontwikkeling van de Radio gegeven, allermint een najagen van mooie droombeelden is, doch degelijke en voedzame vruchten afwerpt, welke ten goede komen aan het land waarin wij leven, en de banden versterkt met het land dat ons regeert en dat zooveel belangen heeft bij dit nauwe contact.

Ik eindig met het uitspreken van de hoop, dat de

10-jarige periode die thans geopend is, voor den dienst van dit jongste verkeersmiddel, even vruchtbaar en succesvol zal zijn als het vorige decennium dat geweest is.

En namens al mijn medewerkers in de radioafdeeling van den P. T. T.-dienst mag ik hier wel de verzekering uitspreken, dat het aan ons, technici van den Indischen radiodienst, niet liggen zal of deze wensch zal inderdaad tot vervulling komen.

Kampong-electrificatie.

Voordracht, den 22en Augustus 1933 gehouden voor den Kring Bandoeng van het Kon. Instituut van Ingenieurs door

D. W. SPARNAAY

Ingenieur-Administrateur der N. V. Gemeentelijk Electriciteitsbedrijf Bandoeng en Omstreken (G. E. B. E. O.).

Nader wordt uiteengezet, dat kampong-electrificatie eerst mogelijk wordt, indien, zonder te denken aan het maken van winst, een geringe rentabiliteit kan worden verwacht. Daarvoor zijn vereischt: normale tijden, vereenvoudiging der veiligheidsvoorschriften speciaal voor Inlandsche woningen, zeer eenvoudige aanleg en administratie, alsmede een goedkoop lamp van 10 watt met hoog en levensduur. Verwacht wordt, dat in de naaste toekomst aan deze voorwaarden zal kunnen worden voldaan.

Mijnheer de Voorzitter
Geachte aanwezigen.

Het verzoek van Uw Bestuur om voor dezen Kring een voordracht te willen houden heb ik zeer op prijs gesteld en heb ik gemeend daaraan direct te moeten voldoen.

De keuze van een onderwerp was daarbij minder eenvoudig, te meer daar ik het gewenscht achtte een onderwerp te kiezen, dat zoo mogelijk verband hield met de crisis en was het dan ook louter toeval dat Uw Secretaris mij opbelde op het moment, dat ik het navolgende uittreksel uit *De Bantambode* nalas.

„ELECTRIFICATIE TJILEGON”.

„Maandag j.l., des avonds te 7 uur, werd de elektrische straatverlichting van Tjilegon in gebruik gesteld”.

„’t Publiek had zich in grooten getale op den Aloon-aloon verzameld. Een penghoeloe sprak een gebed uit, waarna Mevrouw Soeria Nata Atmadja wel zoo vriendelijk was de knoppen om te draaien en Tjilegon in ’t licht te zetten”.

„Voor al de jeugd was zeer enthousiast en ’n luid gejuich steeg op, toen de 43 elektrische lampen haar licht over Tjilegon verspreidden”.

„Even werd de groote weg, die door ’t stadje loopt, afgewandeld en overal heerschte vroolijke opgewektheid onder ’t talrijke publiek”.

„’t Verheugde ons te zien, dat de meeste toko's reeds van electrisch licht voorzien waren en ’t bevreesde ons niet van den heer ir. Leupen, den bedrijfsleider van Bantam, te vernemen, dat sinds vorige week weder verscheidene bewoners van Tjilegon aansluiting vroegen”.

„En toen in den Kawedanan door de voorzitter van de Tjilegonsche Vrouwen-vereeniging en door den heer Karna, schoolopziener van dat district, met zooveel lof over de zegeningen der electriciteit gesproken werd en ook Serang's Regent in zijn dankwoord er op wees, dat „’t gemak den mensch dient” en dat electriciteit den mensch — en dus ook der huisvrouw — zooveel werk uit de hand neemt — toen dachten wij: ’t Gebeo behoeft niet te vree-

zen, dat zijn stroom in Tjilegon niet spoedig populair zal zijn! Want toen wij in den Kawedanan op de komst van den Regent en Raden Ajoe zaten te wachten, hoorden wij uit den mond der vele aanwezigen steeds den wensch, „hé, konden ook Kramat Watoe, Bodjonegara en Anjer maar op ’t net worden aangesloten!”

„Die wensch zal voorloopig nog wel on vervuld moeten blijven, doch wél gelooven wij te mogen zeggen, dat als de handel zich eens weer wat herstelt, spoedig geheel Tjilegon ’t genot der electriciteit deelachtig zal worden!”

„Den bewoners van Tjilegon onze gelukwensen met dezen vooruitgang!”

De keuze lag voor de hand: „De electrificatie van de kampong” en aangezien noch Uw Secretaris noch ik zelf precies wist of kampong vrouwelijk of mannelijk was, werd gemakshalve het onderwerp genoemd: „Kampong-electrificatie”.

Een uitvoerige uiteenzetting over dit onderwerp te geven is niet mijn bedoeling, doch acht ik een toelichting van enkele belangrijke details voor velen zeer zeker van belang.

Reeds bestaande verlichting van Inlandsche woningen.

Laat ik dan beginnen met er op te wijzen dat het aantal Inlandsche woningen, voorzien van electrisch licht, zeer gering is te noemen en er eigenlijk thans nog geen sprake is van „verlichting van de kampong”, daar toch hoogstens 2 à 2½% van het totale aantal Inlandsche woningen op de netten der diverse electriciteitsbedrijven is aangesloten en deze dan nog behooren tot de meer gegoede Inlandsche woningen.

Zooals U bekend wonen op Java ca. 40 000 000 Inlanders en neem ik aan dat er één woning op elke 10 inwoners is, dan kom ik dus op 4 miljoen woningen waarvan zeker nog geen 200 000 van electrisch licht zijn voorzien, d.w.z. 5%. Van deze 5% zijn zeker 2½% Europeesche en Chineesche wo-

ningen zoodat de resteerende $2\frac{1}{2}\%$ de Inlandsche woningen vormen.

Veilig kan men aannemen, dat 100% der Europeesche en Chineesche woningen in het verzorgingsgebied der diverse bedrijven reeds zijn aangesloten, zoodat ruw geschat zeker nog 3,8 miljoen Inlandsche woningen verstoken zijn van electrisch licht.

Ik wil er echter direct op wijzen dat dit zeer groote aantal geen zuiver beeld geeft, daar toch kwalitatief deze woningen belangrijk minder zijn dan alle reeds aangesloten woningen.

Zal aansluiting van de kampong financieel mogelijk zijn?

De 3,8 miljoen genoemde woningen zullen een belasting vormen van $\pm 76\,000$ kW, terwijl b.v. de 4 hoofdsteden alleen, met ca. 100 000 aansluitingen reeds een belasting hebben van $\pm 25\,000$ kW.

Intusschen blijkt uit deze cijfers wel duidelijk welk groot braak terrein nog onontgonnen ligt en welke taak nog op de schouders van de diverse electriciteitsbedrijven en het Gouvernement rust.

Degenen onder U die wel eens in Japan zijn geweest, weten te vertellen, dat daar ieder huisje hoe klein ook zijn electrisch lampje heeft; deze zelfde personen zullen ook kunnen vertellen, dat de arbeidstoestanden daar niet veel beter zijn en kunnen zijn dan hier, zoodat, deze kwestie eenigszins optimistisch beijkende, het ook hier te lande mogelijk moet kunnen zijn om op ruime schaal te kunnen overgaan tot het aansluiten van de kampong.

Naast een zeker optimisme past een zeker pessimisme en zeer zeker indien men deze kwestie beoordeelt uit financieel oogpunt, daar toch voorop moet staan, dat de opzet rendabel moet zijn. Indien dit niet gegarandeerd vast staat, is het geheel gedoemd te mislukken.

Dat winst uitgesloten is, ligt wel voor de hand, doch een zeer matig rendement, ook in de jaren van tegenschlag en malaise moet de basis zijn van dezen opzet.

Aldus beschouwd zie ik de mogelijkheid van de electricificatie van de kampong vrij somber in, doch ben daarbij sterk beïnvloed door den druk der heden-daagsche crisis en spreek ik de hoop uit, dat als eenmaal na deze crisis een meer stabiele toestand zal zijn ingetreden, dit pessimisme zal plaats maken voor het dan zoo hoog noodige optimisme.

Het is echter thans het juiste moment om aan de hand van de ervaring der laatste jaren een ernstige studie van dit punt te maken en ben ik overtuigd, dat uit deze crisis zeer veel geleerd is, zoodat wij daardoor zullen worden bespaard voor veel tegenschlag.

Laat ik U eerst eenige gegevens en cijfers noemen uit de praktijk van thans, waarbij ik mij in hoofdzaak zal beperken tot het onder mijn technische leiding staande bedrijf, het Gebeo, welk bedrijf zooals U bekend is, thans geheel West-Java met uitzondering van Batavia, Tangerang en de Pamanoekan- en Tjiasemlanden tot zijn verzorgingsgebied kan rekenen.

Op 1 Januari 1933 waren aangesloten:

8702 Europeesche woningen	
7456 Chineesche	„
12448 Inlandsche	„ (1 Jan. 1931: 14335)
totaal	28606 woningen.

De gemiddelde ontvangsten van deze 3 categorieën bedroegen respectievelijk f 15,71, f 7,53 en f 3,44.

Uit dit laatste cijfer blijkt duidelijk, dat wat de Inlandsche woningen betreft, alleen de meer gegoe-de Inlanders tot de verbruikers van electrisch licht behooren, daar toch de „kleine man” zeer zeker dit bedrag niet kan besteden en zooals ik U straks zal aantoonen, inclusief lampen-verbruik niet meer gerekend mag worden dan een maandabonnement van ca. f 1,50.

Het is nu een zeer typeerend verschijnsel, dat op plaatsen met een zuiver Inlandsch karakter als b.v. Bandjaran, Soreang, Garoet, Tasikmalaja enz. het aantal installaties tot 50% van dat voor enkele jaren geleden, is teruggelopen, dat niet minder dan 10 000 installaties in het concessiegebied van het Gebeo renteloos liggen, dat dus 10 000 woningen zijn bewoond en voorzien van electrische lichtleidingen, waarvan geen gebruik wordt gemaakt.

Dit simpele feit spreekt boekdeelen en is het duidelijk, dat met deze wetenschap vele bedrijven de electricificatie van de kampong zeer pessimistisch bekijken. Te weten dat iedere crisisperiode, die we toch regelmatig om de zooveel jaren medemaken, ten gevolge zal hebben, dat op korten termijn een belangrijk deel der verbruikers zal afvallen en daardoor dus ook de rentabiliteit zal worden geschokt, is de oorzaak dat een uiterst voorzichtig beleid een eerste eisch is.

Wat zijn nu de oorzaken van dezen grooten terugloop?

In de eerste plaats de zeer verminderde welvaart, als direct gevolg van de crisis, gepaard gaande met een zeer gering weerstandsvermogen, doch daarnaast zonder twijfel ook de geringe behoefte aan goed licht. Alleen het meer intellectueele deel der Inlandsche bevolking zal behoefte hebben aan beter licht, doch het overgrote deel der Inlandsche bevolking zal in tijden zooals wij thans doormaken, die behoefte niet gevoelen, wat trouwens door de praktijk ten volle is bewezen.

Prijs en levensduur der lampen.

Een derde oorzaak van den terugloop is de voor den Inlander hooge prijs der gloeilampen, voorheen 65 cent, thans 55 cent per lamp, zoodat veelvuldig is geconstateerd, dat indien een lamp zich begaf, geen geld aanwezig was om een nieuwe lamp te koopen, dus geen gebruik werd gemaakt van het licht en bij gevolg ook de eerstvolgende kwitantie niet werd betaald en afsluiting daarvan het gevolg was.

Ik wil bij dezen lampenprijs even stilstaan, daar dit punt van bijzonder belang is voor de toekomst en deze prijs noodzakelijker wijze belangrijk zal moeten worden gereduceerd om het beoogde doel in de toekomst te kunnen bereiken.

Het zal U bekend zijn dat de prijs der lampen enkel en alleen wordt vastgesteld door het kartel van

de groote lampenfabrikanten, een kartel waarin zonder uitzondering de groote bekende fabrieken zijn opgenomen en welk kartel tevens beschikt over de vele patenten verbonden aan de fabricatie van lampen.

Jammer genoeg is de omzet van lampen in Ned.-Indië te gering om eenigen invloed uit te oefenen bij genoemd kartel en staan dan ook de bedrijven daartegenover vrijwel machteloos. Erkend moet worden, dat deze fabrieken eerst enorme kapitalen hebben moeten uitgeven voor proeven, dat de geperfectioneerde lamp, zooals wij die thans kennen, het resultaat is van renteloos werken, doch hoe ook er zal een middel moeten worden gevonden om te komen tot een lamp met langen levensduur en verkrijgbaar tegen billijken prijs. Daarmede staat of valt de electricificatie van de kampong.

Ik kan echter hier mededeelen, dat dit punt de volle aandacht heeft van de lampenfabrikanten en vrijwel vaststaat, dat speciaal voor de kampong zal worden geconstrueerd een lamp van 10 watt met een levensduur van ca. 2000 uur. Waar de bestaande lamp ongeveer 1000 uren meegaat, zijn daarmede dus ineens de kosten van lampenverwisseling tot op de helft terug gebracht.

Ik wil thans overgaan tot het aangeven van de diverse factoren, welke in het bijzonder een rol spelen om in de naaste toekomst de electricificatie van de kampong mogelijk te maken.

Aanleg der huisinstallaties. Afwijking van de veiligheidsvoorschriften noodzakelijk.

Deze factoren komen alle daarop neer, dat van *a* tot *z* de geheele opzet uiterst eenvoudig en sober moet zijn, dat zorg gedragen dient te worden, dat het geïnvesteerde kapitaal per aansluiting en per lichtpunt tot een uiterst minimum wordt beperkt, om reden toch de rente + afschrijving een zeer groot aandeel en wel het belangrijkste aandeel vormen van de exploitatie.

Ik kan niet genoeg den nadruk hierop leggen en hoewel het niet op mijn weg ligt hier gedetailleerde kostenberekeningen te geven, zult U moeten aannemen, dat bij de vele door mij gemaakte kostprijsberekeningen telkenmale naar voren trad de noodzaak om steeds meer en meer in te krimpen.

Een normale aanleg, zooals wij die thans kennen, is ten eenenmale uitgesloten; niet dat deze aanleg overdreven duur is, integendeel, doch hij is nog veel te duur om ook maar de geringste rentabiliteit mogelijk te maken.

Ik ben er ten slotte toe gekomen om eerst na te gaan wat de Inlander gemiddeld zal kunnen betalen voor zijn electrisch licht en heb daarna bepaald, wat het electrische bedrijf daarvoor kan geven. Aan de hand van deze gegevens heb ik een exploitatierekening opgemaakt of m.a.w. ik heb in omgekeerde richting dan normaal deze rekening opgemaakt.

Aan de hand van de bestaande gegevens ben ik gekomen op een maandabonnement van f 1,50 per maand inclusief lampenverbruik, waarvoor dan het electriciteitsbedrijf ter beschikking zal kunnen stellen 2 lampen van 10 watt.

De opzet zal daarbij zoodanig moeten zijn, dat

van af de hoofdgeleiding groepen van 10 tot 30 woningen worden afgetakt; bij het aftakpunt wordt een enkele zekering geplaatst, die de geheele toevoergeleiding en gelijktijdig de daarop aangesloten lichtpunten beveiligd.

Het is duidelijk, dat hierbij in flagranten strijd wordt gehandeld met de hier te lande geldende veiligheidsvoorschriften, doch zal dit niet anders mogelijk zijn. Wij moeten hierbij niet uit het oog verliezen, dat deze voorschriften zijn opgemaakt voor zuiver Europeesche verhoudingen en ten eenenmale ongeschikt zijn om voor zuiver Inlandsche verhoudingen te worden toegepast. Doch nood breekt wetten en zeer zeker geldt dit hier.

Het is uitgesloten om iedere woning apart te voorzien van een zekering, hoofdafsluiter enz.; de hieraan verbonden kosten zouden belangrijk hooger worden dan de kosten van aanleg der 2 lichtpunten. Een groep van b.v. 20 woningen met 40 lichtpunten ieder van 10 watt, dus met een gezamenlijke belasting van 400 watt = 3,6 ampère, kan zonder bezwaar worden geschakeld op een enkele mastzekering van 6 ampère.

De geleidingen, uitgevoerd als éénphase met nul-leider, zullen niet zwaarder behoeven te zijn dan 4 mm², waardoor 30% koper wordt bespaard en de steunpunten tevens minder zwaar worden belast. Ook hier zal dus van den eisch, dat minimum 10 mm² voor doorgaande geleiding en 6 mm² voor aftakgeleiding moet worden gebruikt, moeten worden afgeweken.

Waar eenigszins mogelijk zullen doorgaande geleidingen moeten worden toegepast van dak tot dak zonder gebruikmaking van masten, welke het geheel te duur maken. Wel is waar zijn de woningen minder solide gebouwd, doch is dit een reden te meer om niets zwaarder te maken dan strikt noodig is. Ook de afstand tot den grond zal wel eens beneden de 4 m moeten komen, ook daarbij zal dus van de voorschriften moeten worden afgeweken.

In de huisinstallaties zal moeten worden volstaan met 2 lichtpunten, uitgevoerd in pendel en fitting met haan, dus zonder afsluiter aan den wand. Ook dit is in strijd met de voorschriften, doch zijn de kosten verbonden aan een aparte afsluiterleiding veel hooger dan de meerkosten van een afsluiter ingebouwd in de fitting.

De aanleg der lichtpunten zal zoodanig moeten zijn, dat deze in enkele minuten kan worden gedomonteerd en zonder meer kan worden overgebracht naar een ander perceel.

Dus geen vaste geleidingen, geen laschdozen, de onderlinge verbindingen met behulp van stekers en eenvoudige steekdozen in 2- en 3-wegsuitvoering.

Aldus zal een uiterst eenvoudige uitvoering kunnen worden verkregen en zooals ik reeds te voren deed uitkomen, zal alleen dan dit probleem kunnen worden opgelost.

Het Gouvernement en in het bijzonder de Dienst van het Veiligheidstoezicht zal hiervan overtuigd moeten worden, zal moeten kiezen tusschen het een of het ander. Vasthouden aan de bestaande eischen sluit elk succes uit; het gaat hierbij om „to be or not to be”.

Hieruit moet niet de conclusie worden getrok-

ken, dat een dergelijke aanleg bijzonder gevaar zal opleveren voor het leven der bewoners dan wel brandgevaar voor de woningen; het electriciteitsbedrijf, dat voor zijn taak berekend is, zal zeer goed begrijpen waar de grens gelegen is.

Trouwens zal een minder goede aanleg noodzakelijk aanleiding moeten geven tot abnormaal veel onderhoud, waardoor al heel spoedig de rentalibiteit in het gedrang komt, zoodat de juiste middenweg van zelf wordt bepaald.

Constructie en verwisseling der lampen.

Een tweede zeer belangrijke rol speelt het lampenverbruik en heb ik ook hierop reeds gewezen. Ik kan mij niet anders voorstellen, dan dat de verwisseling der lampen plaats vindt door het electriciteitsbedrijf, zoodat het groote bezwaar van den aankoop door den verbruiker daarmede komt te vervallen. Dit heeft trouwens nog het groote voordeel, dat de verbruiker mede profiteert van de korting, welke het electriciteitsbedrijf als grootafnemer van lampen heeft.

Deze lamp zal niet op de markt verkrijgbaar zijn en zoowel vorm als lampenvoet zullen volkomen afwijken van de normale uitvoering. De fittings zullen zoo geconstrueerd moeten zijn, dat de normale lampvoet daarin niet past en aldus clandestien misbruik door het inschroeven van lampen met grootere lichtsterkte tot een minimum wordt gereduceerd.

De lamp zal speciaal moeten worden aangemaakt daar de 10 watts lamp sinds 1 Januari 1932 uit de fabricatie is genomen, gevallen als slachtoffer van de normalisatie, waarbij de 15 watts lamp als kleinste lamp in de eenheids-serie is opgenomen. Ter voorkoming van misverstand wil ik er op wijzen, dat door de intensieve concurrentie van eenige kleine Japansche fabrieken deze 10 watts lamp momenteel nog verkrijgbaar is, doch zoodra de Heeren lampenfabrikanten elkaar zullen hebben gevonden, staat vast dat deze 10 watts lamp in normale uitvoering tot het verleden zal behooren.

Het is dan ook een zeker succes dat, dank zij de electriciteitsbedrijven, de Firma Philips bereid is gevonden voor Ned.-Indië een speciale kampong-lamp te fabriceren, zooals reeds gezegd een lamp van 10 watt en een gemiddelden levensduur van ca. 2000 uur.

Tusschen de spanning, voor welke de lamp is gefabriceerd, en den levensduur bestaat n.l. een nauw verband en is voor de normale uitvoering uitgegaan van een gemiddelden levensduur van 1000 uur, voor zoover betreft de zgn. vacuum-lampen, waarom het hier uitsluitend gaat.

In geval nu een dergelijke lamp van b.v. 110 volt wordt aangesloten op een spanning van 100 volt zal de levensduur zeer aanmerkelijk worden verlengd, daarentegen is een overspanning van 10 volt voldoende om den levensduur der lamp tot ongeveer de helft te reduceeren.

Tevens gaan levensduur en rendement hand in hand en zal het rendement gunstiger zijn al naar gelang de levensduur korter is.

Zal een normale lamp van 10 watt bij een levensduur van 1000 uur ongeveer 10 k licht geven, voor een levensduur van 2000 uur zal vrij zeker niet meer dan 8 k licht worden gegeven. Doch het behoeft geen betoog dat deze mindere lichtsterkte geen rol speelt, daar de kampongbewoner ook daarmede meer dan tevreden zal zijn en hij veel meer gebaat is bij een zoo laag mogelijken abonnementsprijs.

De administratie.

Een derde factor, welke zeer zeker niet de onbelangrijkste is, is een uiterst eenvoudig opgezet administratie. Hier in Indië gaan wij nog al eens mank aan topzware administraties, als gevolg van den invloed van sommige papierwellustelingen. Ook hier moet het parool zijn: „eenvoud”, zonder natuurlijk te kort te doen aan de financiële controle.

De organisatie hieraan verbonden laat ik gaarne over aan de daarvoor aangewezen specialisten, doch stel ik mij voor, dat slechts één enkel abonnementsbedrag zal worden geheven, overeenkomende met een abonnement van 2×10 watt. Het te incasseeren bedrag zal dus steeds hetzelfde zijn zoodat kwitanties, zooals wij deze thans kennen, zullen kunnen vervallen en daarvoor in de plaats komen een soort „tramkaartjes-systeem” met iedere maand een andere kleur der kaartjes.

Ik ben overtuigd dat de Heeren accountants ook hier bezwaren zullen aanvoeren, doch elk ander systeem zal stranden op de te hooge kosten. Wanneer dit systeem mogelijk is bij tramwegmaatschappijen, welke duizenden passagiers per dag vervoeren, dan moet dit toch zeker ook mogelijk zijn voor de inning van de kampongabonnementen.

Contrôle-apparaten.

Ik heb nog niet gesproken over de controle van de kamponginstallaties en kan U dienaangaande mededeelen, dat reeds geruimen tijd gestreefd is naar een eenvoudig controle-apparaat, hetwelk een combinatie is van stroombegrenzer, maximaal automaat en hoofdafsluiter. Het is gebleken dat dit probleem verre van eenvoudig is; meerdere bekende fabrieken hebben reeds hieraan hun aandacht besteed. Een der groote te overwinnen moeilijkheden was daarbij om den spanningsafval binnen bepaalde grenzen te houden; ik acht het dan ook een bijzonder verheugend feit, dat één der Hollandsche fabrieken, n.l. de firma Van Wijk en Visser te Geldermalsen er volkomen in geslaagd is een apparaat te construeeren, hetwelk aan de genoemde eischen voldoet. Dit apparaat is momenteel in toepassing bij het Gebeo en de Aniem meer speciaal voor kleine aansluitingen van 30 t.m. 100 watt; verwacht mag worden, dat het in de praktijk zal voldoen.

Ook de Firma Voigt en Haeffner is er in geslaagd een klein en compact apparaatje te ontwerpen en heb ik dit voor belangstellenden hier medegenomen.

De prijs van deze contrôle-apparaten is echter veel te hoog om te kunnen worden toegepast in de kampong, waarbij geen zgn. klantrecht wordt geheven, zoodat de contrôle zal moeten blijven beperkt tot de speciaal-fitting zonder meer.

In hoeverre hieraan groote bezwaren zijn verbonden zie ik niet in, daar elk misbruik in de eerste plaats medebrengt de aanschaffing van een lamp, terwijl de lamp alleen zal kunnen branden door speciale hulpmiddelen, welke veelal aanleiding geven tot kortsluiting d.w.z. dat een heele serie medebewoners daarvan de dupe zal worden en er dan veel kans bestaat dat deze medebewoners de persoon in kwestie aan het verstand zullen brengen dat het uit moet zijn.

De praktijk heeft echter geleerd, dat ook bij toepassing van contrôle-apparaten een systematische contrôle der installaties dringend noodig is, zoodat ook in de kampong een bijzondere contrôle niet achterwege zal kunnen blijven.

De overwinning der moeilijkheden.

Geachte aanwezigen, ik heb U hiermede in zeer kort bestek eenige gezichtspunten omtrent de electrificatie van de kampong medegedeeld; ik vertrouw hiermede te hebben aangetoond, dat het hierbij gaat om zeer groote belangen, doch tevens te hebben duidelijk gemaakt de hieraan verbonden moeilijkheden.

Waar echter de electrotechniek nog zeer jong is, nog in volle ontwikkeling is, daar zou het ten eenen male fout zijn om nu reeds vooruit te loopen op de toekomst. Als we nagaan welk een enorme ontwikkeling der electriciteitsbedrijven plaats vond toen de metaaldraadlamp de kooldraadlamp op zijde schoof, dan getuigt het toch zeker niet van een te groot optimisme, indien wij aannemen dat ook in de naaste toekomst nog omwente-

lingen op dit gebied der verlichting zijn te verwachten.

De kenteekenen daarvan bestaan reeds en wijs ik U dienaangaande op de laatste vinding op het gebied van verlichting n.l. de zgn. natriumdamplamp, een vinding van Philips, welke reeds in de praktijk wordt toegepast meer speciaal voor straatverlichting.

Door deze vinding is het specifiek watt-verbruik, dat is het watt-verbruik per k wederom met een sprong naar beneden gegaan n.l. van $\frac{1}{4}$ watt op ca. $\frac{1}{6}$ watt d.w.z. dat een lamp van de nieuwe constructie ongeveer $3 \times$ zooveel licht uitstraalt als de bestaande zgn. halfwatt lamp.

Wel is waar wordt deze lamp alleen nog gefabriceerd voor grootere lichtsterkten, naar ik meen minimum 90 watt, en is het licht geel gekleurd, waardoor deze lamp uitsluitend nog maar is te gebruiken voor straatverlichting, doch wil ik hiermede alleen aantoonen, dat het niet uitgesloten is dat er nog eens een revolutie op dit speciale gebied komt, waardoor mogelijk ook de electriciteitsbedrijven noodgedwongen de bakens zullen moeten verzetten. Zoover is het echter thans nog niet en wat er ook kome, rente en afschrijving zullen ten allen tijde factoren zijn, waarmede een bedrijf in de eerste plaats rekening zal moeten houden; juist deze factoren zijn voor de electrificatie van de kampong overheerschend.

Mijnheer de Voorzitter, ik ben hiermede gekomen aan het einde van mijn voordracht en spreek de hoop uit er in geslaagd te zijn de aandacht gevestigd te hebben op een onderwerp, hetwelk in de naaste toekomst aan de orde zal zijn.

Dat in de toekomst ook de Inlander in de kampong zijn electrisch licht, hoe bescheiden ook, zal mogen gebruiken, als een bewijs van welvaart voor geheel Ned.-Indië, is de wensch waarmede ik meen te moeten besluiten.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

DE MIJNINGENIEUR

INHOUD: De Salida Mijn, door ir. G. B. Hoogenraad. — De Tunnelcapteering der Malangsche Waterleiding, door dr. ir. L. J. C. van Es en dr. ir. J. M. W. Nash. — Aanteekeningen over eenige bivalven uit het Neogeen van Java, door dr. C. H. Oostingh. — Uit olictijdschriften, door W. Tiraspolsky. — Economische Mededeelingen. — Personalía.

De Salida Mijn

door

Ir. G. B. HOOGENRAAD.

Voordracht gehouden voor de Vakafdeeling Mijnbouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te Bandoeng op 18 September 1933.

Geschiedenis ¹⁾.

De oude Maleiers kenden reeds het voorkomen van goud en zilver in deze streken en ontgonnen op primitieve wijze het uitgaande boven het 2e niveau (Printzen Stolln) tot op 20 vademen beneden den beganen grond naar het Zuiden over een lengte van 80 — 100 vademen. Berichten omtrent den goudrijkdom lokte de O. I. C., die een vestiging had te Padang, naar het Zuiden en om hier vasten voet te krijgen, werd een vestiging op het eiland Poeloe Tjingko in de Painanbaai tegenover Painan opgericht. Van deze vestiging bestaan nog overblijfselen, zooals oude vervallen muren, een kort hoofd uitgebouwd in zee, enz. Van hieruit trok men dan het binnenland in ter bestrijding van de vijandige stammen van Taroessan, Bajang en Indrapoera, waar men overal forten (redoutes) bouwde, waarop men kon terugtrekken.

In 1669 besloot de O. I. C. de exploitatie van de mijn ter hand te nemen. Commandeur te Padang was Jacob Joriszon Pit, die met het oppertoezicht over het geheele etablissement den essayeur Nicolaas Frederich Fischer belastte, terwijl de baas-mijnwerker Johan de Graaf speciaal het toezicht over de mijnwerkers had.

Fischer en de Graaf waren beiden afkomstig uit Hongarije, waar zij gewerkt hadden in de goud- en zilvermijnen bij Schemnitz, in mijnen dus die geologisch tot dezelfde categorie te rekenen zijn als die van Salida. Hun oordeel over dit Salida was alleszins gunstig.

Gewerkt werd met slaven uit Madagaskar, en ook met tot slaven gemaakte krijgsgevangenen uit de omringende streken. Alleen het rijke erts mocht naar Holland verzonden worden. „Slechte erts” noemde men daar erts van minder dan f 900 per ton. Eenmaal is het gebeurd, dat een zending, die volgens het gemaakte essai f 5046 aan Au en Ag bevatten zou, bij verkoop slechts f 1406 opbracht. Hierover ontstond natuurlijk een zeer onaangename briefwisseling en verzochten Heeren Zeventien: „om van de toezending van erts van dusdanig gehalte voortaan te mogen worden geëxcuseerd, de salpeter vrij profitabler ballast wezende”. Het gevolg is toen geweest, dat uitsluitend rijk erts verzonden werd en dat erts van 12 tot 14 lood Au + Ag per centenaar eenvoudig werd weggegooid (1 lood = $\frac{1}{32}$ Amst. pond = 15,44 gram). R. J. Verbeek rekende uit, dat bij een verhouding van 1 Au tot 18½ Ag, dit erts bij de toenmalige prijzen der edele metalen ongeveer f 700 per ton rijk was.

Het bedrijf op de mijn marcheerde onder Fischer en de Graaf zoo goed en zoo kwaad als het kon. Toch was men in Amsterdam niet tevreden, omdat men op de mijn maar niet opschoot met het smelthuis en het probeerhuis (laboratorium). De in Juli 1677 nieuw benoemde Commandeur van Padang Hurdt, nam toen 1 Augustus 1677 een uiterst zonderlinge maatregel, die op het eerste gezicht op een fiasco zou moeten uitloopen. Hij beval n.l. dat Fischer en de Graaf om beurten elk een maand de opperste leiding zouden hebben. Merkwaardig is dat deze maatregel zoo goed doel getroffen heeft, want beiden wedijverden om het hardst wie de beste productie zou maken. Vanaf Augustus t.m. December '77 liepen deze producties

¹⁾ Grootendeels ontleend aan: J. E. de Meyier: „De Goud- en Zilvermijn Salida ter Sumatra's Westkust”, *De Indische Gids* 1911.

maandelijks op, n.l. 2284, 2376, 2622, 2668 en 3193 pond erts (1 Amst. pond = 0,494 kg) met een gezamenlijke waarde van niet minder dan 50 mille, terwijl voor de verkrijging hiervan iets meer dan 10 mille uitgegeven werd. Merkwaardig is de specificatie van deze afrekening; men vindt er bijna elke maand een manslaaf verdronken (*f* 96), of twee manslaven weggelopen (*f* 192).

De merkwaardigste post van de afrekening van Fischer en de Graaf is wel de laatste, n.l. „Tractementen aan Europeesche mijnwerkers en militairen, toezichtheggend personeel, enz. van ult. Juli tot ult. December 1677..... *f* 3098 : 4 stuivers”. In 5 maanden een salarisstaat van iets meer dan 3 mille, of *f* 600 per maand. Om van te watertanden! Het personeel bestond n.l. uit 49 Europeanen en 104 mannelijke en 28 vrouwelijke slaven. Deze slaven buiten beschouwing latende, als zijnde geen salaristrekken, verdiende dus de Europeaan daar toen gemiddeld *f* 12 per maand. Dat dit niet overdreven is, moge blijken uit het volgende: *Johann Wilhelm Vogel*, essayeur, een prominente figuur in de lijdensgeschiedenis van de Salida-mijn uit die dagen, kwam uit op een salaris van *f* 20 per maand plus 40 pond rijst per maand en als een tegemoetkoming: officierstafel aan boord gedurende de reis. Hier moet men niet gering over denken, want 15 November 1768 van Amsterdam vertrokken, arriveerde hij met het schip „De Hollandsche Tuin” 18 Juni 1679, dus na 7 maanden en 3 dagen te Batavia, waar hij weer eenige weken moest wachten om daarna in ongeveer 6 weken van Batavia te Poeloe Tjingko en een paar dagen later op de mijn aan te komen.

Na die mooie periode van Augustus t/m December 1677 ging het crescendo achteruit met de producties. Dit lag niet zoozeer aan de mijn zelf als wel aan gebrek aan bedrijfsvoorraden. Te Amsterdam ontvingen ze wel graag mooie hoeveelheden rijk erts, maar verzuimden de menschen op de mijn behoorlijk te voorzien voornamelijk van boorstaal en buskruit. Ook werd periodiek geklaagd over het uitblijven van arak.

De producties liepen gestadig achteruit; bovendien schijnt de Graaf (van Fischer hoort men niets meer) niet zuiver op de graat te zijn geweest en moest hij zich voor den Fiscaal Generaal te Batavia verantwoorden voor het goudpoeder uit de essaais, dat in het laboratorium plotseling bleek verdwenen te zijn.

Heeren Zeventien waren lang niet tevreden met den gang van zaken en zonden den Berghauptmann Benjamin Olitzsch naar Sumatra, tegelijk met den bergschrijver Elias Hesse.

In zijn „Gold-Bergwerke in Sumatra” geeft Hesse een levendige beschrijving van deze reis vol ellende per „Sumatra”, die maar even 7 maanden en 1 dag (9 November 1680 — 10 Juni 1681) duurde en waarbij 32 menschen van de 262 onderweg stierven, waaronder de vrouw van Olitzsch. Deze zelf was lijdend aan een maagkwaal en dacht, dat hij het einde der reis nooit zou halen. Olitzsch was te zwak om direct de reis te vervolgen; het duurde tot 11 November, dus vijf

maanden, voor hij zich kon inschepen om op 29 December op Poeloe Tjingko te arriveeren. 5 Januari 1682 trok hij naar de mijn, nog steeds doodziek en verzwakt. Lang heeft hij het niet gemaakt, want 28 Mei overleed hij. Het bestuur over de mijn had hij onder nadere goedkeuring overgedragen aan *Vogel*, die daarmede een zeer moeilijke taak aanvaardde. Hij, en trouwens ook Olitzsch, had niet veel idee van de vooruitzichten van de mijn en had liefst na Olitzsch' dood de plaats verlaten. Doch daar de O. I. C. er reeds zooveel geld in gestoken had en men in Amsterdam de hoogste verwachtingen had van de mijn, deed hij trouw zijn plicht. Zijn salaris werd verhoogd tot *f* 30 per maand en toen hij dan eindelijk eervol vermeld op 12 October 1687 wegging, hetgeen heel wat voeten in de aarde gehad heeft, omdat men hem graag wilde houden, had hij een salaris van *f* 40 per maand en was hij intusschen bevorderd tot vaandrig.

Vogel was tevreden over de resultaten van het bedrijf gedurende zijn bestuursperiode, want door de mooie ertszendingen was het debet van de mijn, groot *f* 280 000 teruggebracht tot *f* 70 000.

Zijn opvolger was de Berghauptmann *Gabriel Muller*, die met succes het werk voortzette. Hij genoot evenwel niet het vertrouwen van de hooge heeren te Batavia, men werkte hem tegen, gaf hem niet genoeg bedrijfsvoorraden en werkvolk en toen hij met groote gestrengheid tegen het drankmisbruik optrad, weigerden de Europeanen langer onder hem te werken en trok hij naar Batavia om zich daar te verantwoorden, om niet meer naar de mijn terug te keeren. Bij de heeren te Amsterdam stond *Muller* wel goed aangeschreven en deze heeren waren dan ook lang niet goed te spreken over zijn heengaan. In een brief dd. 27 Juni 1691 aan den Gouverneur-Generaal schrijven zij: „De manier van doen en procederen, so alsse tegen den Berghauptmann *Gabriel Muller* op de Westkust zijn gehouden, komen ons gansch onsmakelijk voor. Men schijnt daer op uyt geweest te zijn, om hem zijn dienst moede te maeken en daer van daen te helpen”; enz.

Van nu af aan gaat het hoe langer hoe slechter; de eene chef volgde den ander op; de eene trachtte het werk met kracht voort te zetten, terwijl de volgende zoo goed als niets deed. Daarbij kwam nog, dat de streek zeer ongezond bleek te zijn met als gevolg een zeer hoog sterftcijfer, vooral onder de slaven, zoodat vaak het mijnwerk alleen om deze reden moest worden stilgelegd. De Europeanen leefden losbandig; het drankmisbruik was groot. Door den oorlog met Frankrijk kwamen de bedrijfsvoorraden maar zeer schaarsch binnen. Ten slotte werd het werk geheel stilgelegd.

Deze stopzetting was dus niet het gevolg van gebrek aan erts of van de mindere kwaliteit van het erts. Men was met zijn afbouwen tot op het derde niveau (diepe Stollen) gekomen en bleef nog steeds in goed en rijk erts.

Een poging om de mijn te heropenen werd in 1724 gewaagd toen de Duitsche deskundige *Metenius* met eenige mijnwerkers en den essayeur

Weinberg erheen gezonden werden voor nader onderzoek. Mettenius had de beste verwachtingen voor de toekomst en durfde een jaarlijksche winst van een half miljoen beloven, als men hem maar het noodige werkvolk en de noodige materialen verstrekke en bleef verstrekken. De toenmalige Gouverneur-Generaal, Diederik Durven, dacht er evenwel anders over. Hij had veel hooger verwachtingen van het ertsvoorkomen (Ag-houdend Pb-erts) in het Krawangsche. Mettenius werd er heen gezonden en toen hij over de mogelijkheden van dit voorkomen een minder gunstig rapport uitbracht, werd hij voor den Raad van Justitie te Batavia getrokken en had het voorgoed bedorven bij Durven; Salida heeft hij niet meer teruggezien. Wat er toen gebeurde doet weinig ter zake; er werd nog wat rijk erts gewonnen en verzonden, doch ten slotte werd de mijn voor de tweede maal gesloten.

Merkwaardig is dat in 1732-1733 nog eens gepoogd werd de mijn te openen. Een zekere Bollmann kwam met de opdracht het erts op een dieper niveau aan te slaan. Daarvoor dreef hij den van Cloon-tunnel, genoemd naar den toenmaligen G. G., den ingang tot het tegenwoordige 5e niveau. Het werk schoot slechts langzaam op; de tunnel moest 300 meter lang worden; intusschen zond Bollmann toch nog 28 675 pond erts ter waarde van f 19 180, gelijk 14,2 ton ter waarde van f 19 180, of f 1350 per ton.

In Holland werd men ten slotte moedeloos over den slechten voortgang van het tunnelwerk en over de slechte resultaten van den mijnbouw op Celebes, waarin de O. I. C. dus blijkbaar ook al geïnteresseerd was, en bij brief van 12 September 1735 gaven Heeren Zeventien last het werk zoowel te Celebes als te Salida te staken. De van Cloon-tunnel was tot 150 meter gedreven, dus tot op de helft.

Hiermede eindigde een veel bewogen periode voor de Salida-mijn, van 1669 tot 1735, dus van 66 jaren. R. J. Verbeek, die van deze periode een diepgaande studie gemaakt heeft, schat dat gedurende deze jaren 800 ton werden verzonden ter waarde van f 1 200 000 of gemiddeld f 1500 per ton.

Eén honderd en vijftig jaren hoort men niets meer van Salida, totdat R. J. Verbeek in 1886 er weer de aandacht op vestigde, en in het *Algemeen Handelsblad* een overzicht publiceerde met de bedoeling weer belangstelling voor dit merkwaardige mijnwerk te wekken. Het gelukte hem de M. Mij. Tambang Salida te Amsterdam op te richten, die volgens zijn plannen en voorstellen tot exploitatie zou overgaan. Men had evenwel pech met den persoon, die de zaak zou leiden; deze kreeg den indruk, dat de gangen of aders in de lengterichting te niet liepen; versterkt werd hij in zijn ongunstige meening, ook omtrent de voortzetting naar de diepte, toen de van Cloon-tunnel 150 meter verder werd gedreven en men daar den hoofdgang absoluut steriel vond. Hij dreef galerijen naar Noord en Zuid; de gang bleef steriel. Op grond van dit alles raadde hij aan het werk geheel stop te zetten

en het gestorte kapitaal aan de aandeelhouders terug te geven, hetgeen geschiedde.

R. J. Verbeek bleef intusschen rotsvast aan den rijkdom van de Salida-mijn gelooven en zette onvermoeid zijn pogingen voort om de mijn in bedrijf te krijgen, hetgeen hem uiteindelijk gelukte. Gefinancierd door de Girobank te Rotterdam werd de Engelsche deskundige Arthur Clay naar Salida gezonden, die er een bonanza-rapport over schreef. Op dit schitterende rapport werd in 1910-1911 de M. Mij. Salida opgericht met Hulshof Pol als directeur en de Girobank als financier.

De eerste hoofdadministrateur was K. Kriekhaus, die juist zijn contract met Redjang Lebong beëindigd had en te Padang vertoefde (Februari 1911). Schrijver dezes arriveerde 27 Juni 1911 te Padang, geëngageerd als bedrijfsingenieur.

Onder de energieke leiding van Kriekhaus werd het exploratiewerk krachtig aangepakt en begin 1912 konden wij tot exploitatie adviseeren. Financieele moeilijkheden rezen in Holland; Kriekhaus ging er zelf heen in Augustus 1912 om de installatie te bestellen en de financiën te regelen. Schrijver dezes bleef als wd. hoofdadministrateur op de mijn achter met 6 Europeanen, 50 tot 60 contractanten en ongeveer 200 vrije koelies. Wat wij daar toen beleefd hebben, tart elke verbeelding. Kort en goed, op 12 December 1912 (dus 12-12-'12) kregen wij geen geld meer, terwijl er nog slechts f 128,33 in kas was.

Kriekhaus bleef onverdroten in Europa aan het werk. Geprobeerd werd Aequator voor de mijn te interesseeren, doch P. Grammel (hoofdadministrateur) zag er van af (October 1912). Daarna werden de heeren Gebrs. Veth, directeuren der Kinandam Sumatra-Mijnbouw Maatschappij (K. S. M. M.) gepolst en aan deze heeren is het te danken, dat het bedrijf voortgang kon vinden (20 December 1912). Ware dit niet het geval geweest, dan was er bijna zeker nooit meer iets van Salida geworden.

Maart 1913 keerde Kriekhaus, na de installatie besteld te hebben, op de mijn terug; de order werd geplaatst bij Krupp Grusonwerk, Magdeburg. Met grondverzet werd direct een begin gemaakt en Juli 1914 produceerden wij het eerste goud en zilver in den vorm van precipitaat.

Het zou mij te ver voeren U in te wijden in al de moeilijkheden, die wij in deze periode van Maart 1913 tot Juli 1914 hadden. Toen wij in Juni 1914 met veel feestelijkheden de installatie inwijdden, stond alles stil, was alles vrijwel kapot. Dank zij de energie en de kundigheid van onzen chef Kriekhaus overwonnen wij de eene moeilijkheid na de andere en hadden wij begin 1916 een normaal bedrijf. 1 Mei 1918 legde Kriekhaus zijn betrekking neer; schrijver dezes trad als zijn opvolger op tot 1 Januari 1921, toen hij weer opgevolgd werd door zijn bedrijfsingenieur Ir. de Greve, die het twijfelachtig voorrecht had in 1928 de mijn te mogen sluiten.

En hiermede eindigt de geschiedenis van de mijn Salida. Ik wil er evenwel op wijzen, dat en de M. Mij. Salida en de K. S. M. Mij. nog steeds bestaan.

Ligging en transport.

De mijn Salida is gelegen in het district Painan in de Padangsche Benedenlanden en is door een ca. 80 km langen, heel goeden autoweg met Padang verbonden. Deze weg was niet voor auto's berijdbaar, toen wij in 1911 begonnen; eerst eind 1918 was dit het geval. Alles moest van Padang over zee naar Painan (75 km) en vandaar langs een binnenweg geschikt voor karrentransport naar de mijn (5 km) gevoerd worden.

Ik geloof niet dat er één mijn in Nederlandsch-Indië zoo gunstig voor transport gelegen is als de Salida mijn. Want toen, ten tijde van het transport der machinerieën voor de installatie, betaalden wij van Padang tot boven op de mijn niet meer dan f 11,50 per ton, gelijk aan 14,4 cts per tkm; toen dit zware transport was afgelopen (1914) daalde dit bedrag tot 10 cts per tkm en gedurende de laatste jaren van het bestaan van de mijn betaalden wij, mede als een gevolg van de zware onderlinge concurrentie, slechts 6 cts per tkm per vrachtauto.

Ons transport van Painan tot beneden aan de mijn, tot aan den zaagmolen, geschiedde voor de zware machinerieën per weglocomotief (traction engine) met 3 aanhangwagens, d.w.z. één werd beladen aan de haven te Painan, de tweede was onderweg en de derde werd afgeladen bij den zaagmolen. Als wij het nog eens zouden moeten doen, dan weet ik zeker, dat wij dan een vrachtauto zouden nemen. Doch de bedoeling van K r i e k h a u s was, deze locomotief tevens als wegwals te gebruiken. Het transport van de lichtere materialen geschiedde per pedatti.

De weglocomotief met 3 aanhangwagens werd geleverd door Messrs Tasker and Sons, Andover, Engeland en kostte cif. Padang f 9000. Dienstgewicht ca. 5 ton. De ketel werd gestookt met solarolie.

Dit transport is zeer duur geweest, ruim 65 cts per tkm; een vrachtauto zou heel wat goedkoper geweest zijn.

Aan den zaagmolen aangekomen, werden de goederen afgeladen en naar boven vervoerd over een transporthelling, lang 780 m, hoogteverschil 120 m. Boven hadden wij een electromotor opgesteld. Deze heele transporthellinginstallatie (enkel spoor) kostte ongeveer f 6250 met motor en aandrijfinrichting.

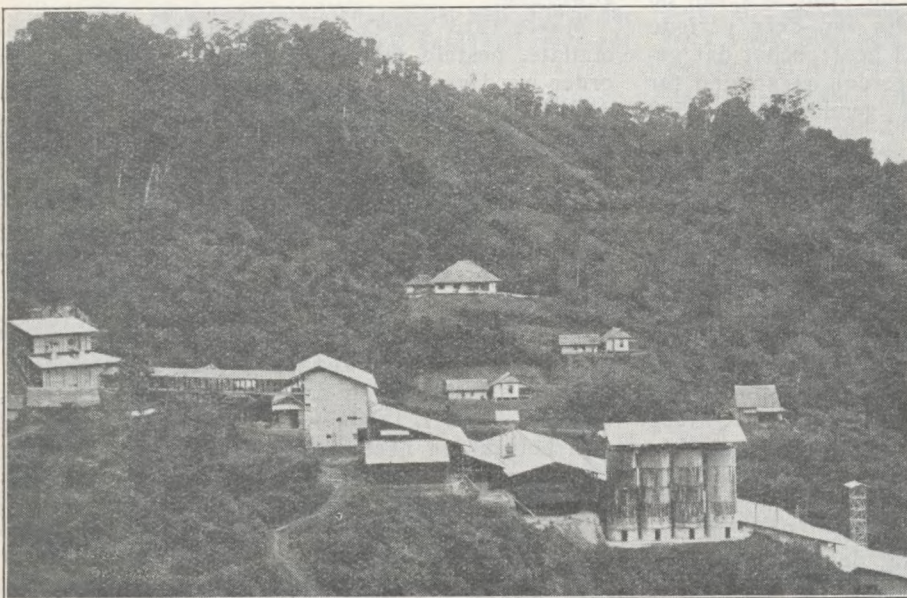
Als men met den auto van Padang op de mijn arriveert, brengt deze auto U tot aan het huis van den hoofdadministrateur, gebouwd aan den voet van den berg, iets hooger dan de zaagmolen. Van deze woning van den hoofdadministrateur voert een zigzagweg van bijna 2 km den berg op, rechts en links langs assistentenwoningen. Bijna halverwege gekomen, tusschen het groote magazijn en het kantoor, ziet men de installatie tegen de helling opgebouwd; van de mijn ziet men altijd nog niets. Verder loopende, steeds langs assistentenwoningen, komt men ten slotte achter de steenbrekers en vandaar over een horizontalen, overdekten weg met enkel spoor naar het mondgat van den v a n C l o o n-tunnel op het 5e niveau.

Het mijnwerk.

In de Salida-mijn werden edelmetaalhoudende ertsen afgebouwd en gewonnen, afkomstig van twee verschillende gangen: van den Salida-hoofdgang met richting Noord 25 tot 30 graden Oost en helling van 75 tot 80 graden naar het Oosten, en van den z.g. leader met richting bijna Noord-Zuid tot Noord 10 graden Oost. Welke van de beide gangen de oudste is, is nog altijd niet met zekerheid bekend. Ir. W. A. J. A e r n o u t ²⁾ spreekt het vermoeden uit, dat de hoofdgangspleet ouder is dan de leaderspleet, op grond van het ombuigen der beide uiteinden van

den leader naar den hoofdgang toe en op grond van het voorkomen van leaders in den hoofdgang, doch alleen in het midden-gedeelte daarvan tusschen de scharingen.

Ir. H. T e r p s t r a ³⁾ betwijfelt dit vermoeden van A e r n o u t, maar laat zich er niet over uit wat zijn meening dan wel is. Hij zegt b.v. dat van een ombuiging van den noordelijken en van den zuidelijken leader naar den hoofdgang toe aan de oppervlakte niets is te bemerken; hier blijft de



2) „Enkele nieuwere gegevens over de ertsafzettingen van Salida”, *De Mijn ingenieur* (1927).

3) „The joint systems in the vicinity of the Salida Mine”. *Kon. Akad. van Wet., Proceedings*, Vol. XXXV No. 6 (1932).

strijkriching van den leaderspleet dezelfde, n.l. N. 10° O.

Wat Aernout in de mijn aanziet voor een ombuiging, houdt Terpstra voor een diagonale aftakking. Verder zegt het feit, dat leadererts gevonden wordt in den hoofdgang tusschen de scharingen niet, dat de hoofdgangspleet ouder moet zijn dan de leaderspleet, zoolang wij niet weten, welk erts het andere omhult.

Schrijver dezes, die zich honderden malen dezelfde vraag voorlegde, moet eerlijk bekennen, dat hij niet weet wie van beiden gelijk heeft. Vaak meende hij als zeker te moeten aannemen, dat de leader jonger was dan de hoofdgang, even vaak wist hij ook weer zeker, dat de hoofdgang jonger was dan de leader, dat de hoofdgangspleet n.l. den leader verschoven had in een noordelijken en zuidelijken leader.

Het erts van den hoofdgang bestaat uit kwarts met wat Mn- en Fe-oxyden en Au en Ag in een gemiddelde verhouding van 1 op ongeveer 40. In de hoogere verdiepingen is deze verhouding 1 op 20 tot 25 en in de allerhoogste verdieping komt nog meer goud voor en kan men werkelijk spreken van gouderts. Dit is het erts waar de O.I.C. naar zocht. Het goud komt niet grof en bijna nooit zichtbaar voor; al het erts van den hoofdgang (en ook van den leader) leent zich bij uitstek voor een behandeling met Cy-oplossingen zonder amalgamatie. Volgens Aernout, die er een onderzoek naar heeft ingesteld, komt Te niet voor in het erts van den hoofdgang, doch wel Se in uiterst kleine hoeveelheden. Dit laatste werd reeds door mij geconstateerd in 1914-1915 bij het bullionsmelten (concentratie van erts tot bullion 1 : ruim 500); zelfs heb ik toen reeds een gehalte van 0,7 tot 0,8% Se analytisch in het bullion kunnen vaststellen.

De hoofdgang is op de derde verdieping over de geheele lengte van ongeveer 450 m ontginbaar gebleken; daaronder gaan wigvormig tot op de vijfde verdieping 3 ertszuilen naar beneden; onder deze vijfde verdieping is de hoofdgang volmaakt steriel. Naar het Noorden en naar het Zuiden versmalt de hoofdgang zich en loopt uit in dunne kwartssnoertjes.

Het nevengesteente is in hoofdzaak andesiet, doch vindt men aan de oppervlakte duidelijk trachiet en zelfs kwartsporfier in fluidaalstructuur in het hangende van den gang. Naar de diepte zijn deze gesteenten bij den gang sterk gepropylitiseerd en niet duidelijk te identificeren.

Het leadererts is geheel verschillend van dat van den hoofdgang.

Het is inderdaad zilvererts, met een verhouding van Au tot Ag van ongeveer 1 : 150 en soms zelfs van 1 : 300 à 400. Het erts ziet er heel anders uit; het is erts met uitgesproken brecciestructuur, hoekige en scherpkantige brokken nevengesteente, omgeven door zeer rijke snoeren zilvererts. De dikte van den leader is zeer grillig onregelmatig, van vele meters dik tot enkele centimeters dun. In het leadererts komt wel Te voor; Freusberg vond in een der monsters op het vijfde niveau zelfs 1% Te; Aernout vermoedt, dat beneden dit vijfde niveau het Ag grootendeels voorkomt als Hessiet, een mineraal met theoretisch 63,3% Ag en 36,7%

Te; dit vermoeden baseert hij op de verhouding, waarin Te tot Ag voorkomt boven vergeleken bij beneden het vijfde niveau. Verder komen in het leadererts voor behalve kwarts ook calciet, veel orthoklaas, rhodoniet en ook is chloorzilver door dr. Gisolf gevonden.

Aernout komt na de onderzoeken van Gisolf tot de conclusie, dat de leader is een pegmatietgang, waarin het chloorzilver moet toegeschreven worden aan de pneumatolitische dampen en vloeistoffen uit welke de gang ontstaan is.

Nemen wij nu eens een kijkje in de mijn zelf, boven te beginnen, dan valt op hoe vroeger de O. I. C. den gang met galerijen, dwarsslagen en putten heeft opengelegd, daarbij steeds de rijkste gedeelten volgende. Oude afbouwen vonden wij er, b.v. een, voorbij dwarsslag 110 naar het Zuiden: een onopgevolde ruimte van wel 60 meter lengte bij 2 meter breedte. Twee meter werd hier afgebouwd, terwijl de gang zeker wel 15 meter dik was op deze plaats; meer dan 13 meter lieten zij staan, dit was hun niet rijk genoeg, hoewel het over de f 100 per ton essaaieerde. Afgebouwd werd in hoofdzaak in „Strossenbau” zonder opvulling; ook wel hier en daar in „Firstenbau” met opvulling van leem en niet-rijk genoeg erts. In dwarsslag 108 stootten wij op zoo'n afbouw, waarvan de opvulling toevallig ook f 108 per ton essaaieerde; daarom weet ik het nog zoo precies.

U begrijpt hoe voorzichtig wij moesten zijn en steeds moesten uitgaan van de grondgalerij, 101, in het vaste liggende. Men kon nooit weten, waarvoor men zou komen te staan. Hadden wij b.v. een dwarsslag gedreven door den gang tot in het dak, een dwarsslag, die er zoo op het oog normaal uitzag, dan is het ons wel eens gebeurd, dat plotseling de kruin zich begaf, omdat wij te dicht onder een ouden afbouw hadden gedreven. In de sectie 105 — 106 hadden de ouden tot op groote hoogte vlak langs het hangende en vlak langs het liggende in ongeveer 2 meter breedte afgebouwd zonder opvulling. Voor ons bleef over een ertslichaam van 5 tot 6 meter dikte, zonder steunpunten vrijwel hangende in de lucht, af te bouwen. Dat hier met veel voorzichtigheid en overleg moest te werk gaan worden, laat zich begrijpen.

Op het tweede en derde niveau was het soms al even erg. In een afbouw bij dwarsslag 359 hadden de ouden langs het liggende in een breedte van ongeveer 3 meter afgebouwd in Firstenbau en opgevuld met leem en erts van f 30 per ton. Deze welkome vulling moest natuurlijk naar de batterij; doch ook hier was voorzichtigheid geboden bij het leegtrekken der ruimte. In hun haast om den dagtaak af te maken zouden de koelies hier alles wegtrekken, zonder aan de gevolgen te denken; hoevele malen is het niet gebeurd, dat hier en in dergelijke gevallen heele stukken nevengesteente of erts naar beneden kwamen. Het leegtrekken moest steeds onder scherp toezicht plaats vinden.

Geboord wordt uit de hand en machinaal. De boringen voor het éénmansboren (één man hanteert en boor en hamer) is gemiddeld 1,20 meter in

3 gaten à 40 cm in normaal gesteente; in minder hard gesteente tot 2 meter. Het machinale boren geschiedt bij het drijven van galerijen en dwarsslagen met zuilenboormachines; borongan 10 gaten van gemiddeld 1,50 meter diepte. In de Ueberhauen geschiedde het boren met stopedrills, in de Absenken met jackhammers en in de afbouwen met stopedrills en jackhammers. Ik kan U de CC 12 Air Feed Stopedrill en de BC R-430 Butterfly Jackhammer van Ingersoll Rand zeer aanbevelen. Ze zijn wat duur, doch bijzonder geëigend voor het doel. Ook Flottmann maakt uitstekende boormachines, die veel goedkoper zijn, doch waar ik minder ervaring mee heb opgedaan. Een I. R. Jackhammer BC R-430 kostte eenige jaren geleden \$ 160 à f 2,50 gelijk f 400, terwijl een daarmee ongeveer gelijkwaardige Flottmann Schnellbohrhammer nog geen f 110 kostte. Gepantserde rubberslang kost f 3,25 de meter; benodigd bij elke machine zijn 15 meter.

De luchtdruk voor al deze machines werd bij het begin der werkzaamheden geleverd door een Sullivan compressor, 14" ϕ cylinder $\times$ 14" slag, direct gekoppeld op één bed met een stoommachine met 16" ϕ stoomcylinder $\times$ natuurlijk denzelfden slag van 14". Benodigd voor aandrijving 90 pk. Bij 150 toeren per min zoog deze compressor 15 m³ atmosferische lucht aan, genoeg voor de 5 of 6 zuilenboormachines (piston drills), die wij in den beginne noodig hadden. Met verticale luchttank (8' hoog $\times$ 36" ϕ) en houten vat voor koelwater kostte deze compressor toen (1911-1912) f 4350 fob. New York. De meegeleverde 2½" zuilenboormachines kostten elk f 425 eveneens fob. New York. De heele installatie kostte geleverd te Padang 14 mille.

De stoom benodigd voor dezen compressor werd geleverd door 2 ketels elk van 45 B. H. P., 6,40 m lengte bij 1,64 m ϕ , rooster oppervlak 1,7 m², verwarmd oppervlak 47,5 m², druk 6 at, gewicht 5,7 ton elk. Deze ketels werden geleverd door de bekende fabriek Jonker en Zoon te Amsterdam. Alles compleet met voedingpompen, fittings, pijpleidingen, enz. woog bruto 14 ton en kostte geleverd te Padang een 8 mille. Zoodat wij dus voor 22 mille geheel waren ingericht voor machinaal boren. Ook hier ben ik weer wat uitvoerig geweest, omdat deze cijfers den mijningenieur moeten interesseeren. Hoe vaak komt hij niet voor dergelijke gevallen te staan! Doch hoe interessant ook, deze ketelinstallatie kan ik U niet aanbevelen. Het transport dier zware bakbeesten over nog onbegaan terrein kost handen vol geld en ten slotte heeft elk bakbeest maar een vermogen van 45 B. H. P. Neen, dan heb ik het vorige jaar Juni op de mijn Balimbing bij Bondjol een veel betere gezien. Daar werd voor een stoommachine van 150 pk, bestemd voor het aandrijven der kleine ertsverwerkingsinstallatie, de stoom geleverd door een ingebouwden Babcock and Wilcox waterpijpketel met 3,25 m² roosteroppervlak en 92,25 m² verwarmd oppervlak. Bij 8 at stoomdruk had deze ketel een vermogen van 170 tot 200 B. H. P., terwijl het grootste gewicht van den z.g. steamdrum slechts 1 ton 2 cwt bedroeg, dus nog geen 1½ ton. Dit was het zwaarste stuk,

terwijl de prijs incl. pijpen, vuurvaste steenen, enz. slechts 4 mille bedroeg afgeleverd uit de fabriek.

Deze stoominstallatie, die 2 $\times$ zooveel vermogen heeft, is verreweg boven de onze te prefereeren. En aangezien wij in de rimboe, waar water en hout voor het grijpen zijn, er eerder toe zullen overgaan een stoominstallatie te kiezen dan een door solarolie gedreven motor, waarbij prijs van olie, dagelijksche opvoer, verlies door lekken en diefstal, enz. belangrijke factoren in het nadeel zijn, moeten de cijfers, die ik U van Balimbing gegeven heb, voor U allen wel interesse hebben.

Na de inbedrijfname van het krachtstation te Salida ketjil werd natuurlijk alles electrisch aangedreven en bleef de oude stoominstallatie met compressor als reserve klaar staan.

Voor het mondgat van het 5e niveau werd een 15 m³ Demag compressor, aangedreven door een 100 pk motor, opgesteld voor het boorbedrijf in de lagere verdiepingen. En later werd op het 2e niveau een dergelijke compressor opgesteld voor dat der hoogere niveau's. Wij hadden dus de beschikking over 30 m³ druklucht per minuut voor een winning van 130 ton per etmaal. Eigenlijk is dit altijd net op het kantje geweest en toen in den loop der jaren de afbouwen zich verplaatsten naar de lagere niveau's, waar het erts zooveel harder is, en vooral toen besloten werd tot het openleggen van het 6e niveau en het verder afdiepen naar en openleggen van het 7e niveau, moest nog een compressor door mijn opvolger Ir. de Greve bijbesteld worden. Hij stelde dezen op bij den hoofput naar het 6e niveau in den van Cloon-tunnel. Hoe groot deze 3e compressor is, weet ik niet meer, ik geloof een van 9 m³ lucht; in elk geval was het een Ingersoll Rand Compressor.

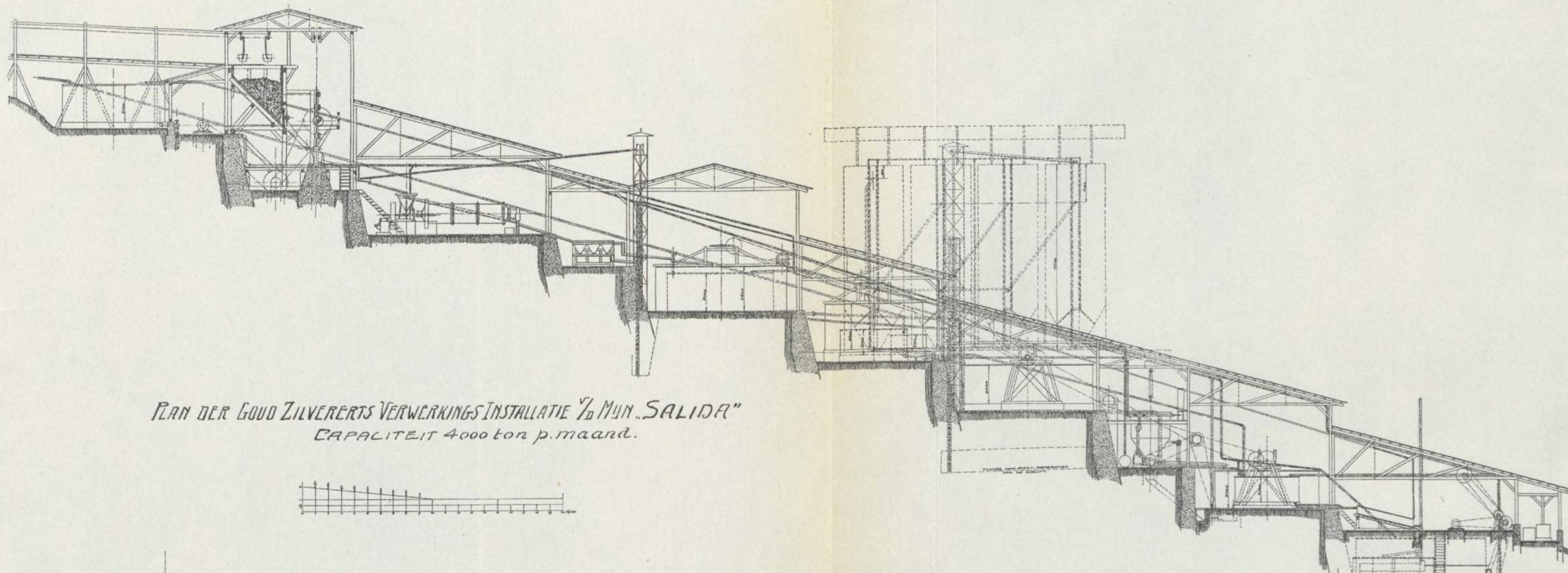
Ten overvloede deel ik nog mede, dat zoo'n Demag compressor voor 15 m³ lucht in 1911-1912 franco Padang gekost heeft f 4000 en de bijbehorende 100 pk motor f 2750.

Wij werkten met contractanten en vrije lieden, in totaal ongeveer 750 man, waarvan voor de mijn alleen voor een winning van 4000 ton per maand of 130 ton per etmaal ongeveer 450 contractanten van Java, ongeveer 50 vrije Maleiers en ongeveer 160 Korintjiërs (deze laatsten hoofdzakelijk voor de opvulling), zoodat dus in totaal ruim 650 man, of 5 man per ton noodig bleken. Voor het toezicht over deze menschen waren 1 hoofdopzichter met 6 tot 8 opzichters in dienst.

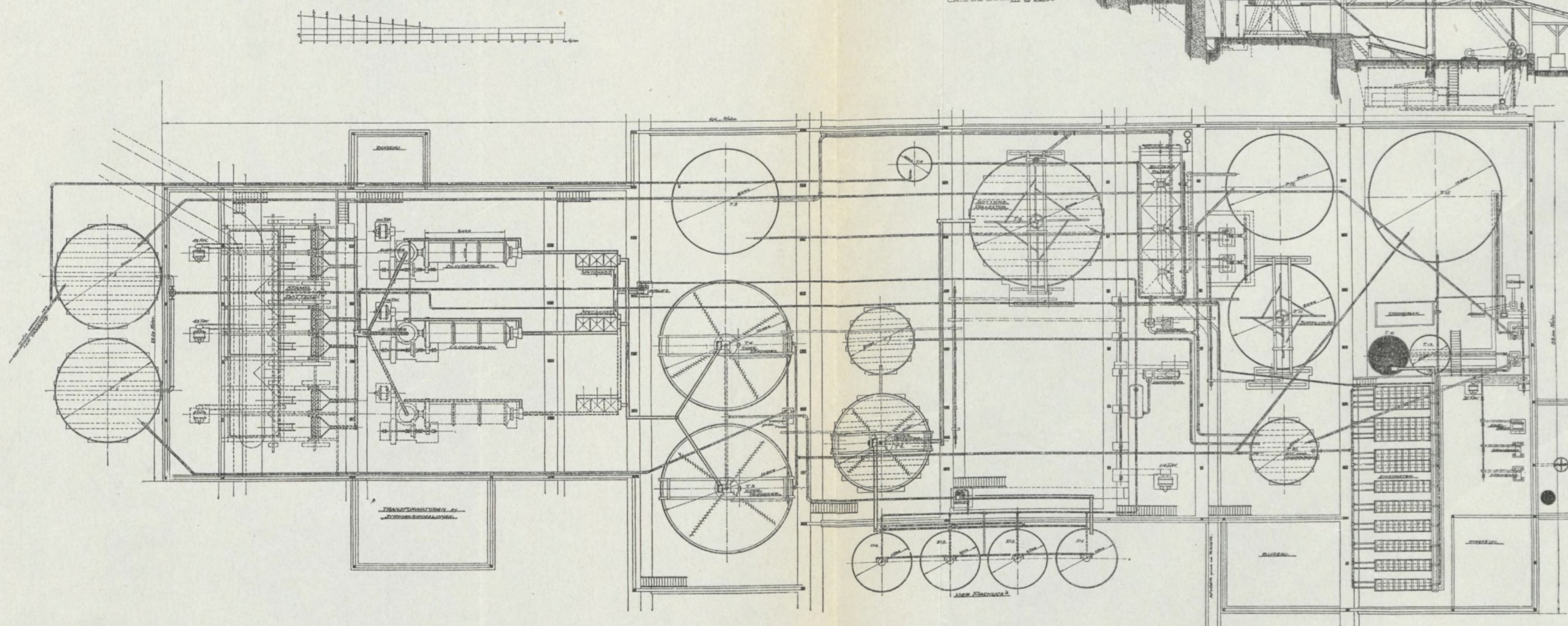
Ertsverwerkingsinstallatie.

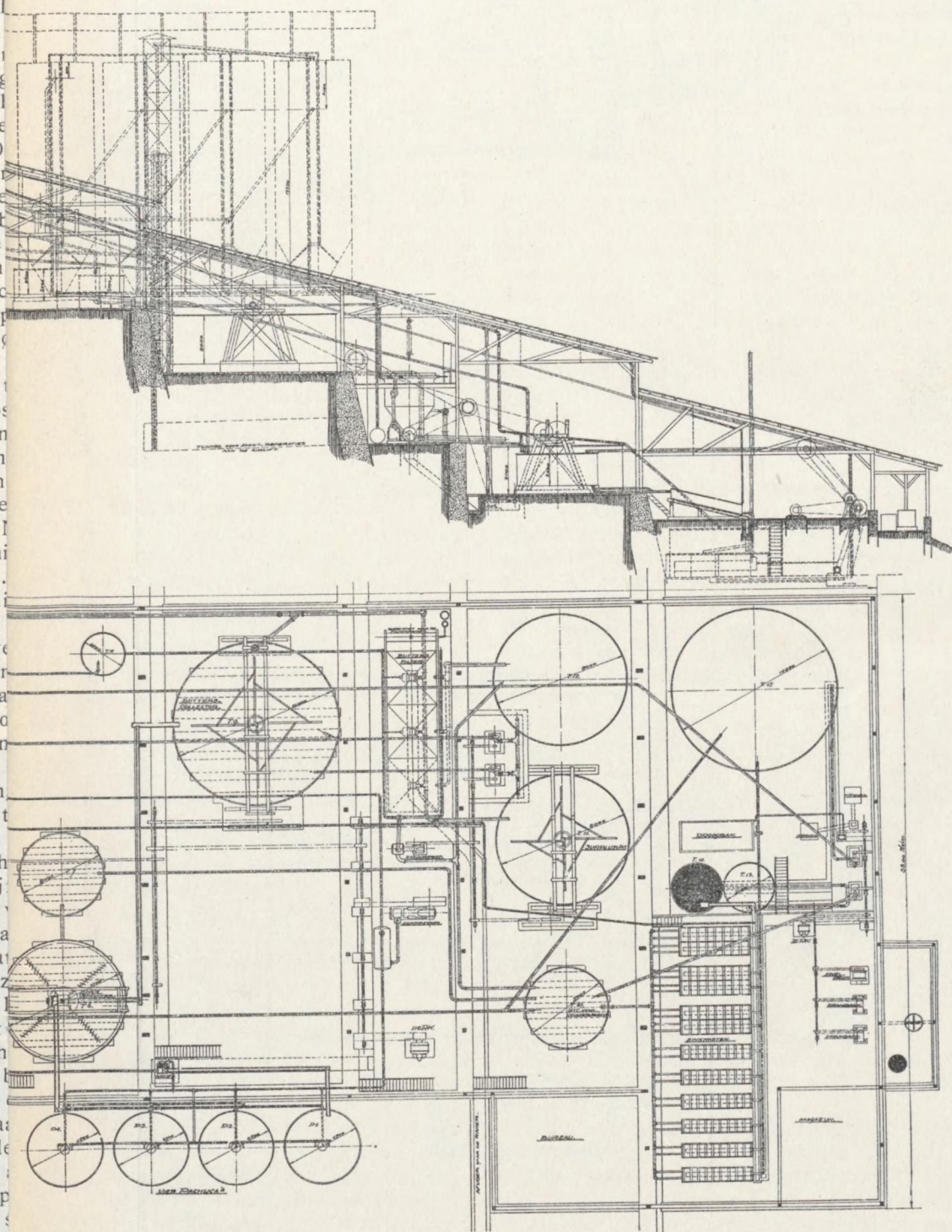
Deze is gebouwd voor een verwerking van 4000 ton erts per maand, wordt geheel electrisch gedreven en bestaat uit:

2 steenbrekers, een batterij van 20 stampers, 2 cylindermolens, 2 Spitzkasten elk à 3 compartimenten, 2 Dorr-verdikkers, 4 Pachuca's, 1 kleinen Dorr-verdikker, 1 Butters-collector, 1 Butters-filter met surplusvat en vaten voor de goudoplossing (het filtraat), de zinkkasten en de smeltinstallatie, bestaande uit 1 droogoven voor precipitaat en 2 kipbare smeltovens.



PLAN DER GOUD ZILVERERTS VERWERKINGSINSTALLATIE $\frac{1}{2}$ MYN "SALIDA"
CAPACITEIT 4000 ton p.maand.





Steenbrekers. Al het erts uit de mijn komt ten slotte terecht op het vijfde niveau (put 540), vanwaar het in U-vormige mijnwagens van 0,7 m³ inhoud (droog gewicht inhoud 1 tot 1,05 ton) vervoerd wordt naar het gebouwtje der steenbrekers. De inhoud der wagens wordt gestort op een onder 45 graden hellend rooster met staven 2" van elkaar. De kleine brokken vallen er door heen, de groote stukken worden met haken getrokken over nog een rooster, ditmaal horizontaal met roosterstaven haaksch op die van het hellende rooster, en gebroken in steenbrekers.

Er zijn er twee, elk met 40 × 25 cm muilopening; ze zijn van het gewone Blake-type en de frames waren voor het transport onderverdeeld en door zware bouten bij elkaar gehouden. Ik kan U deze sectionalized frames niet aanbevelen; geef liever wat meer uit aan transport. Koop bij voorkeur altijd solid frames. Wij hebben niets dan last ondervonden van deze onderverdeelde frames en hebben ten slotte een derden steenbreker met frame uit één stuk voor reserve moeten koopen.

Beide steenbrekers worden gedreven door een 25 pk motor; de voorraadbak (bin) onder roosters en steenbrekers kan 60 ton gebroken erts bevatten.

Van deze bins wordt het gebroken erts door 3 klapdeuren geladen in hangwagens van 0,5 m³ inhoud en over een hangrail door één man geduwd naar den bin der stampbatterij, groot 120 ton inhoud gelijkgestreken vol. De inhoud van elk dezer hangwagens is ongeveer 700 kg erts droog gewicht.

De bin van de stampbatterij met 100 m³ inhoud (120 ton) is geheel van pitchpine en geheel pasklaar geleverd.

Stampbatterij. Ik geloof niet, dat in de toekomst nog veel stampbatterijen gebouwd zullen worden; zoo'n batterij bestaat uit te veel deelen. Groote grofmaalmolens, zooals de kominoren op de cementfabriek te Padang, doen hetzelfde werk heel wat economischer en met veel minder toezicht.

De stampbatterij van Salda bestaat uit twee batterijen, elk van 10 stampers met 575 kg valgewicht; elke batterij bestaat weer uit 2 eenheden à 5 stampers en wordt gedreven door een 40 pk motor. 5 stampers stampen dus is één mortier; de mortieren zijn uit één stuk, wegen elk 4½ ton, en zijn geplaatst op betonfundamenten zonder tusschenvoeging van een anvilblock, zooals vroeger gebruikelijk was. In deze mortieren wordt erts verstamp in loog, en wel 1 deel erts op 3½ tot 4 deelen loog. Verstampt wordt tot het erts fijn genoeg is om de voorgeplaatste zeeven te passeeren; deze hebben 4, 6 of 8 mazen per lineaire inch. Aan te bevelen is het zeefgaas van Greeming and Sons, Wolverhampton, Engeland; men bestelle als volgt: „Battery Screening, one foot wide, thickness of wire 1/3 to 1/4 of size of hole”.

Bij een capaciteit van 4000 ton per maand, kan men rekenen op een jaarlijksch zeefverbruik van 50 meter 4-mesh, 25 meter 6-mesh en 25 meter 8-mesh; doch dit kan natuurlijk variëren. Want, welke zeef men er voor plaatst, hang natuurlijk af van omstandigheden. Heeft men b.v. rijk erts te verwerken (te Salda boven de f 25 per ton), of kan de mijn

de batterij niet voldoende bijhouden, of heeft men b.v. reparaties aan de cylindermolens, dan gebruikt men den 8-mesh zeef; heel in den beginne gebruiken wij zelfs nog fijner dan 8-mesh, ik meen 12-mesh en zelfs 16-mesh. Te Salda was het gebruikelijk voor erts van f 20 tot f 25 per ton de 6-mesh te bruiken en voor armer erts de 4-mesh. Het vermogen per stamper per dag is 6 tot 7 ton erts. Het valgewicht van 575 kg wordt teweeg gebracht door:

1 stempelstang 16' × 3¾" ø	237 kg
1 tappet	65 „
1 head (hoofd) 23¼" × 9" ø	160 „
1 schoen 12" × 9¼" ø	113 „

te zamen 575 kg

Volledigheidshalve vermeld ik ook de volgende bijzonderheden:

1 kamas 8'6" × 6" ø	393 kg
1 kam 32" ø	90 „
1 zool (die) 6" × 9¼" ø	55 „

Het aantal slagen van een stamper is 103 per min bij een hefhoogte van 8" tot 8¾". Kriekhaus, met zijn jarenlange ervaring op dit gebied gaf de stampers 1 en 5 een hef- of valhoogte van 8¾", 2 en 4 van 8½" en den middelsten stamper van 8¼". De mortieren zijn inwendig geheel gepantserd met uitneembare gietstalen pantserplaten.

Cylindermolens. Door vóór de batterij-zeeven aangebrachte houten gooten met helling 1 : 10 wordt de grove batterij-pulp gevoerd eerst naar de classifiërs der cylindermolens. Deze classifiërs geven een overloop (overflow) van fijne pulp en een zeer grove onderstroom (underflow) 60-65% erts met 40-35% loog, die in de cylindermolens wordt fijngemalen. De overflow wordt middels een pijpleiding buiten den molen geleid naar den uitloop van den molen en vereenigt zich hier met den in den molen fijngemalen underflow. Beide, overflow en fijngemalen underflow, gaan dan samen naar de Spitzkasten.

Zoo'n classifiër is een conische trechter, 1200 mm ø boven bij 1500 mm hoogte, waarin boven centraal de grove batterij-pulp stroomt en beneden de zeer grove underflow door een uitwisselbare spruit (nozzle) uitstroomt in den hals van den cylindermolen. Rond den bovenrand is de 200 mm breede overflow goot aangebracht.

Om U een idee te geven van den spuitdiameter het volgende:

Bij 20 stampers, 8-mesh zeef en	
2 cylindermolens	16 mm ø
Bij 20 stampers, 8-mesh zeef en	
1 cylindermolen	20 „ ø
Bij 20 stampers, 6-mesh zeef en	
2 cylindermolens	18—19 „ ø
Bij 20 stampers, 4-mesh zeef en	
2 cylindermolens	21 „ ø

Er zijn 2 cylindermolens, elk 6 m lang bij 1,50 m diameter. Zoo'n molen is niets dan een horizontale cylinder met inloop door het halslager en uitloop uit den achterwand. De molen steunt, behalve op het halslager, op een loopring bij den uitloop. Inwendig is de molen bekleed met silexsteen en als

maallichamen dienen flintpebbles en uitgezochte harde ertsbrokken van vuistgrootte.

De Salida-molens waren niet in kamers onderverdeeld. Tegenwoordig ziet men deze onderverdeling in 2, 3 of 4 kamers meer en inplaats van een silexvoering een stalen pantsering. Als maallichamen gebruikt men dan grotere (60 mm) tot kleinere (30 mm) kogels in de verschillende kamers en cylpebs in de laatste kamer.

Het gebruik van Deensche flintpebbles was bij ons ongeveer $1\frac{1}{2}$ kg per ton erts, terwijl bovendien nog 20 blikken, circa 600 kg, ertsbrokken per ploeg van 8 uren werden toegevoegd.

De cylindermolens worden aangedreven door een rondsel van een transmissie op een tandkrans bij den inloop van den molen. Voor het aandrijven van elken molen is 100 pk noodig.

Het doel van deze tubemills is alles fijn te malen tot een fijnheid van de 150-mesh zeef. Dit gebeurt nooit in één keer en daarom moet de tubemill pulp eerst nog door een anderen classifier.

Spitzkasten. Voor elken molen diende voor laatstgenoemd doel een zelfgemaakte Spitzkast, bestaande uit 3 compartimenten, groot 1×1 m vierkant boven, bij een helling van circa 60° der wanden. De onderstroom dezer Spitzkasten wordt nu door $\frac{3}{4}$ " of kleinere spruiten zóó geregeld, dat de overloop de gewenschte fijnheid heeft. De onderstroom wordt teruggepompt naar de classifiers der tubemills, terwijl de fijne overflow vloeit naar de Dorr-verdickers.

Met dit terugpompen van de underflow hadden wij de grootste moeilijkheden. Het te pompen materiaal bevatte nog zeer scherp materiaal, waartegen de speciaal-stalen voering der centrifugaalpompen niet bestand bleek. Ik weet nog, dat één zich begaf na 80 bedrijfsuren en de tweede na 100 bedrijfsuren. Oneindige moeilijkheden hebben wij met deze pompen gehad, zoo zelfs dat Kriekhaus een 2-deelige airlift ontwierp en opstelde en de beide pompen geheel buiten bedrijf stelde. Zulke airlifts zijn voor dergelijk doel ideale dingen: geen kleppen, geen ventielen, geen bewegend deelen, jammer alleen dat zij zooveel lucht verlangen; het nuttige effect is nog geen 20%. Om de zware underflow pulp 12 meter te heffen werden 2 liften gebouwd, elk van 6 meter hefhoogte. Om 6 meter te kunnen heffen moest de valdiepte minstens 10 meter zijn. Het systeem bestond dus uit 2 valpijpen van 12" ϕ , elk van 10 tot 12 meter lengte en 2 stijgpipen 3" ϕ van 16 tot 18 meter hoogte. De eerste valpijp vereischte het maken van een put, de lange stijgpipen verlangden een groote bouwhoogte. De beide luchtventielen had Kriekhaus zeer vernuftig bedacht; alles kon in de eigen werkplaats gemaakt worden.

Dorr-verdickers. Deze nemen de overloop van de Spitzkasten. Het zijn groote ijzeren vaten, 10 m $\times$ 3,60 m hoogte, met overloopgoot langs den rand en een zeer langzaam draaiende vertikale as in het midden (1 omw. in 5 min). Aan deze as waren onderin 4 armen van kanaalijzer aangebracht, waaraan onder een bepaalden hoek korte stukken hoekijzer 1" waren vastgeklonken. De uitlaat be-

vond zich in het midden van den bodem van het vat; de bodem had een kleine helling naar dezen uitlaat.

Wat gebeurt er nu in zoo'n Dorr-verdikker? De overflow der Spitzkasten stroomt bovenaan centraal binnen vlak bij de ronddraaiende as. Het vat vult zich, kalk voor coaguleeren van de pulp wordt toegevoegd. Door de armen met hoekijzers wordt het gecoaguleerde slip naar den uitloop in het midden getransporteerd; boven dit gecoaguleerde slib staat dan helder loog, dat door gaten in den bovenrand via de overloopgoot direct vloeit naar den tank voor goudhoudende oplossing (pregnant solution) vóór de zinkkasten, om hierin met het loog van het Butters-filter geprecipiteerd te worden (hierover later). De overloop der verdickers (er zijn er twee) moet dus volmaakt helder zijn en dit wordt geregeld door toevoeging van kalkmelk. Vroeger werd deze heldere overloop teruggepompt naar de tanks vóór de batterij, later naar genoemde tank voor goudoplossingen, of als deze overloop zeer arm was naar den allerlaatsten tank voor geprecipiteerde oplossing (Tank für entgoldete Lösung) om vandaar gezamenlijk opgepompt te worden naar genoemde tanks vóór de batterij.

Bij deze heldere overloop wordt het onderaan uittredende slib verdikt tot 1 deel erts op 1,3 deelen loog, de meest geschikte dikte voor verdere behandeling.

Pachuca's, waarvan er 4 naast elkaar staan, nemen het verdikte erts op. Deze Pachuca-vaten zijn 13,50 m hoog met een doorsnede van 4,50 m, een standaardmaat (45' $\times$ 15'); de uitlaat is 90 cm beneden den bovenrand. Tot hier gemeten is de inhoud van elk zoo'n vat 166 m³, terwijl de totale inhoud 180 m³ is. Bij een verdikking van 1 : 2 kan elke Pachuca 70 ton fijngemalen erts bevatten; bij 1 : $1\frac{1}{2}$ is deze hoeveelheid 88 ton en bij 1 : 1 verdikking 120 ton. Neemt men een verdikking door de Dorr-verdickers van 1 : 1,3 aan (de meest geschikt gebleken verdikking voor ons bedrijf), dan kan dus elke Pachuca 100 ton fijngemalen erts bevatten, dus 4 Pachuca's 400 ton. Verstampen wij dus 130 ton per etmaal, dan heeft het erts in deze voor continue bedrijf geschakelde Pachuca's een behandelings-tijd van 400/130 of ruim 72 uren, welke tijd voldoende is gebleken.

Zooals gezegd, is het bedrijf in de Pachuca's continue, d.w.z. de verdikte pulp komt in I, vloeit van I naar II, van II naar III en van III naar IV. Hiertegenover staat het niet-continue systeem, waarbij eerst I gevuld wordt; is deze vol, dan II en zoo achter elkaar elk der Pachuca's voor zich. Aan elken Pachuca wordt, zoodra hij gevuld is, vers chyaan in brokken toegevoegd en de inhoud zoo lang geagiteerd, tot de maximum extractie bereikt is. Dit niet-continue systeem werd in Mangani toegepast; ook wij hebben het geprobeerd, doch zijn ten slotte weer teruggekeerd tot ons continue systeem.

Hoe komt de verdikte pulp van de Dorr-verdickers in de Pachuca's?

Ook dit geschiedde vroeger met centrifugaalpompen, die oneindig veel moeilijkheden gaven en ten slotte vervangen werden door een airlift in 2 heffingen.

De stijgbuis voor agitatie is een aan beide kanten open buis van 46 cm (18") ϕ . Deze buis is middels trekstangen centriscch opgehangen aan de wanden van het Pachuca-vat.

De in de Pachuca's behandelde pulp met een verdikking van 1 : 1,3 wordt geleid naar den z.g. kleinen Dorr-verdikker, om hierin verder verdikt te worden tot 1 : 1,0, liefst 1 : 0,9, de best gebleken verdikking voor verdere behandeling in het Butters-filter. Deze kleine verdikker is altijd te klein geweest; de overlopende vloeistof was nooit helder genoeg te krijgen om direct naar de zinkkasten geleid te worden. Wij hebben er later één zelf in beton bijgebouwd van zeer royale afmetingen; het roerwerk bestelden wij in Engeland.

De pulp is nu gekomen in den Butters-collector met een verdikking van 1 : 0,9 en hiermede eindigt eigenlijk de extractie der edelmetalen; bij verdere behandeling wordt niet meer geëxtraheerd, of althans zeer weinig.

Wat is nu eigenlijk met de edelmetalen in het erts gebeurd vanaf de batterij tot den Butters-collector?

Aan het erts van elken hangwagen van de steenbrekers naar de batterij-bin wordt toegevoegd een blikje loodoxyde of litharge, PbO , welk blikje glad afgestroken 180 g PbO bevat; dit wordt per etmaal ongeveer 50 kg of circa 300 g PbO per ton droog erts. In het circuleerende loog komen bijna altijd oplosbare alkalische sulfiden voor, die storend werken en door PbO neergeslagen worden. Deze alkalische sulfiden schijnen vooral voor zilver erg hinderlijk te zijn. Een paar maal hebben wij dit tot onze schade moeten ondervinden, toen wij erts rijk aan zilver verwerkten en onze voorraad loodzouten ten einde liep en wij door den oorlog niet zoo gauw opnieuw die zouten konden krijgen. Zoo b.v. gedurende de 3 eerste maanden van 1915, toen wij erts van ongeveer f 27 per ton 10,0 g Au met 247 g Ag verwerkten. Zonder PbO toevoeging was het residu, dat de kalie in ging, 0,6 g Au met 116 g Ag, gelijk f 5,60 per ton, derhalve extractie Au 94% en extractie Ag 53%. Toen wij na deze 3 maanden gelukkig weer PbO ontvingen, daalde bij hetzelfde f 27 erts het residu tot 0,4 g Au met 60 g Ag, derhalve extractie Au 96% en extractie Ag 75,5%.

Behalve het blikje met PbO wordt ook nog toegevoegd aan elken hangwagen een blikje met gebluschte kalk, welk blikje glad afgestroken 300 g bevat, hetgeen overeenkomt met ongeveer 500 g kalk per ton droog erts. Kalk voegt men toe om zuren in het erts te neutraliseeren, om de circuleerende oplossingen alkalisch te houden en om de pulp te coaguleeren en zoo snel mogelijk te doen bezinken voor de verschillende verdikkers, opdat de overloop zoo helder mogelijk zij en er geen slib meegaat naar de zinkkasten, waardoor deze verstopt zouden raken met al de nadeelige gevolgen daaraan verbonden.

Laten wij nu even aannemen, dat wij erts verstampen van 6,0 g Au met 216 g Ag, dus van f 18,54 per ton. Dit is het gemiddelde erts geweest van 1914-1925 (zie jaarverslag 1925).

Dit erts wordt in de batterij verstampd in loog uit den tank vóór de batterij (tank 2). Zooals U weet, bevat deze tank 2 de „entgoldete Lösung" van de zinkkasten en bevat dus bijna geen edele metalen, terwijl het gehalte vrije cyaan 0,07% bedraagt, en het kalkgehalte 90 tot 100 g CaO per ton is. In dit loog wordt nu ons erts van f 18,54 per ton verstampd tot batterij-pulp, die zooals U weet geleid wordt naar de classifiërs der tubemills middels houten goten, waarin monsternemers zijn aangebracht voor het z.g. dagelijksche batterijmonster. Eigenlijk is deze benaming niet juist, aangezien wij in loog stampen, doch veel edelmetaal zal er niet in die mortieren in oplossing gaan. Jammer dat wij niet precies weten hoeveel, omdat het onmogelijk is een dagelijksch gemiddeld monster te nemen van het erts, dat door voeders aan de mortieren toegevoegd wordt. In elk geval, veel zal het niet zijn en voor de dagelijksche controle van het bedrijf doet dit er ook niet aan toe.

De batterij-pulp stroomt dus naar de classifiërs, waar sterke KCy oplossing uit een vat onder den batterij-vloer er aan toegevoegd wordt, zóó dat de inhoud van 1 kist, gelijk 101,6 kg NaCy in 24 uren is toegevoegd; dit brengt het loog tot een sterkte van ongeveer 0,10% vrij Cy .

Deze pulp gaat nu door de tubemills en wat er naar de Spitzkasten gaat essaieert dan ongeveer 1,2 g Au met 180 g Ag per ton. U ziet hier een extractie van 80% van het goud en slechts 16 tot 17% van het zilver (totale extractie 50,8%).

Na de cylindermolens via de Spitzkasten en Dorr-verdikkers vindt nog eenige extractie plaats, doch niet veel (totaal 4%) en komt de pulp in Pachuca I met een gehalte van 1,0 g Au en 170 g Ag. En nu kunnen wij pas zien, wat die Pachuca's doen, want het verloop er in is voor deze pulp ongeveer als volgt:

	g Au	extractie Au in %	g Ag	extractie Ag in %	gld per ton	totale extractie in %
bij intrede in P 1	1,0	83,5	170	21,3	8,40	54,8
n P 1	0,8	86,5	100	53,2	5,28	72,5
, P 2	0,6	90,0	80	63,0	4,16	77,5
, P 3	0,5	91,7	65	70,0	3,40	81,5
n en uit P 4 ...	0,4	93,2	49	77,4	2,60	86,0

Ik wil nog even opmerken, dat in geval van rijke ertsen aan Pachuca I versch cyaannatrium in brokken wordt toegevoegd. Men gooit er de brokken eenvoudig in, gewoonlijk een 50 kg per etmaal.

Hebben wij te doen met rijk zilvererts en is de extractie niet zoo bijzonder mooi, dan wordt aan denzelfden Pachuca ook PbAc_2 of PbO toegevoegd, ongeveer 25 kg per etmaal. Veel is dit laatste niet voorgekomen.

Butters Filterinstallatie. Behalve den meergenoemden Butters-collector, een vat van 10 m ϕ bij 3 m hoogte met een snel ronddraaiend roerwerk er in ($n = 8/\text{min}$), omvat deze installatie:

1 Butters-filter voor 52 filterramen met vacuumpomp;

1 Surplusvat 8 m ϕ $\times$ 3 m hoog, eveneens met een snel ronddraaiend roerwerk ($n = 8/\text{min}$), met pomp, later airlift, om den inhoud terug te pompen naar den collector;

1 Vat voor goudoplossing, 5 m ϕ $\times$ 3 m hoog

1 Vat voor waschwater, 8 m ϕ $\times$ 3 m hoog

1 Vat voor drukwater voor het losmaken der koeken van de filters.

De ramen van de Butters-filtercellen zijn 3 m lang bij 1,50 m hoog; zij bestaan uit $\frac{3}{4}$ " gaspijpen, waar-tusschen een kokosmat precies past. Daar overheen wordt filterdoek strak gespannen en aan de boven- en zijkanten dichtgenaaid, welke naden dan met koolteer en pek nog extra gedicht worden. Het ge-heele raam wordt versterkt door 5 houten lijsten, die tevens de cellen in het filtervat op afstand hou-den. Na aftrek van het oppervlak, ingenomen door de houten lijsten en de met koolteer en pek behan-delde ramen, blijft voor het oppervlak, op beide zij-den per raam of cel 7,29 m² als nuttig filter-vlak over.

Van de 52 ramen (1 eenheid bestaat uit 26 ramen) zijn gewoonlijk eenige buiten gebruik, omdat zij lek zijn, of verstopt of om andere redenen. Geble-ken is, dat een dikte van $2\frac{1}{2}$ tot 3 cm der koeken de beste resultaten geeft. Met circa 50 filterramen en bij deze dikte der koeken filtreeren wij per charge ongeveer 15 ton slib. Bij een verwerking van 120 tot 130 ton erts per etmaal zijn dus 8 charges noodig. Elk filterraam filtreert 0,26 tot 0,28 ton slib. Gefiltreerd wordt bij gemiddeld 16" tot 18" vacuum.

De gang van het filtreeren is als volgt:

- 1e. Het filtervat wordt gevuld met slib (1 : 0,9) uit den collector, tot de ramen ondergedompeld zijn. Dit duurt ca. 10 min.
- 2e. Men zet de vacuumpomp in beweging en zuigt de vloeistof door de filters naar het vat voor goudoplossing. Door het ventiel in de pijpver-binding met den collector min of meer te ope-nen, zorgt men er voor, dat de ramen steeds ondergedompeld blijven. De vacuumpomp blijft doorzuigen tot de koeken $2\frac{1}{2}$ tot 3 cm dik geworden zijn. Dit duurt 60 tot 80 min.
- 3e. De vacuumpomp blijft nog altijd doorzuigen en nu laat men den inhoud van het filtervat vloeien in het lager opgestelde surplusvat met snel ronddraaiend roerwerk om te voorkomen, dat zware slib zich afzet en niet meer te be-handelen zou zijn. Uit dit surplusvat wordt het slib terug gepompt naar den collector. Het ledi-gen van het filtervat duurt ca. 7 min.
- 4e. De vacuumpomp zuigt nog steeds door en zoo-dra het filtervat leeg is, wordt het nu gevuld met waschwater uit het vat voor waschwater tot de ramen ondergedompeld zijn. Dit vullen met waschwater duurt ca. 8 min.
- 5e. De koeken worden nu gewasschen, doordat de pomp het water er door heen zuigt. Dit was-schen wordt voortgezet, tot de doorgezogen op-lossing arm genoeg is om te worden wegge-gooid, hetgeen natuurlijk door essaaieeren moet worden gecontroleerd. Gedurende dit was-schen moeten de filterramen natuurlijk steeds

ondergedompeld blijven. Bij normale koeken is 60 min wasschen voldoende.

- 6e. Nu stopt men de vacuumpomp en terwijl alle ramen nog ondergedompeld zijn in waschwa-ter, wordt in het inwendige der ramen druk-water uit het kleine vat voor drukwater toege-laten. De druk is voldoende om de koeken van de filters los te maken, hetgeen men merkt aan een heftige beweging aan het oppervlak van het waschwater. Is dit oppervlak rustig gewor-den, dan maakt men den uitlaat open en met veel lawaai vloeit het behandelde slib met res-tant waschwater door een gemetselden groot met helling 1 : 10 naar de rivier. Verbruik van waschwater is ongeveer 6 ton per charge.

Het geheele filterproces duurt 160 — 180 mi-nuten.

Het werk wordt verricht door een ontwikkelden mandoor, die lezen en schrijven kan, bijgestaan door een contractant voor het bedienen der ventielen.

De vacuumpomp wordt aangedreven door een transmissie-as van een 110 pk motor, die behalve genoemde pomp nog aandrijft:

- a. den compressor van $12\frac{1}{2}$ m³ capaciteit, le-verende druklucht van 2 at voor de agitatie der Pachuca's, voor de beide airlifts en voor het smelten van precipitaat;
- b. de roerwerken van de beide groote Dorr-ver-dickers en van den kleinen verdikker;
- c. de roerwerken van collector en surplusvat;
- d. de centrifugaal pomp voor het terugpompen van het slib van surplusvat naar collector.

Toen ook deze laatstgenoemde pomp vervangen werd door een airlift, hadden wij niet genoeg druk-lucht en stelden wij een tweeden compressor van 10 m³ capaciteit naast den eersten op. Deze tweede compressor kreeg eigen motor-aandrijving.

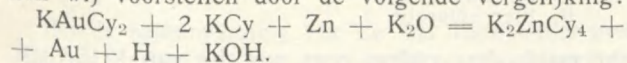
Wij hebben dus nu de goudoplossing in het daar-voor bestemde vat, waarin ook geleid worden de overloopen der verdickers. De inhoud van dit vat wordt nu geleid door de zinkkasten.

Zinkkasten. Oorspronkelijk werden gele-verd 6 ijzeren zinkkasten lang 4,50 m breed 92 cm, elk à 9 compartimenten; elk compartiment heeft weer een ruimte van 0,10 m³ met een vulling van ca. 52 kg zinkkrullen. Spoedig bleek, dat wij aan deze 6 kleine kasten niet genoeg hadden en bouwde K r i e k h a u s eenige grootere houten kasten bij, elk à 8 compartimenten à 0,23 m³ ruimte à ca. 128 kg zinkkrullenvulling. Deze kasten zijn te groot, zulke groote kan ik U niet aanbevelen. Ten slotte werden zij in den loop der jaren buiten gebruik ge-steld en vervangen door betonzinkkasten van een grootte tusschen beide eerstgenoemden in, ook weer met 8 compartimenten à 0,15 m³ vulling.

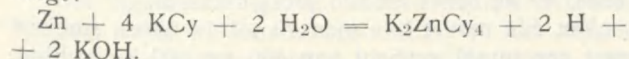
In al deze kasten wordt het bovenste comparti-ment gevuld met houtkrullen, om meegevoerd slib af te zetten. Dan volgen 2 „shorts” compartimenten; de overige zijn gevuld met zinkkrullen.

Tijdens het doorstroomen van het Au- en Ag-houdend cyaanloog door deze zinkkasten worden deze edele metalen door het zink neergeslagen, ter-

wijl dit zelf in oplossing gaat. Deze reactie kunnen wij voorstellen door de volgende vergelijking:



Ook wordt Zn door de overmaat loog opgelost als volgt:



Voor een deugdelijke werking der zinkkasten moet het alkali-gehalte van de uittredende vloeistof grooter zijn dan van de intredende, terwijl men in de compartimenten gasbellen moet zien opstijgen. De vorming van het z.g. witte precipitaat kan door toevoeging van versch cyaan worden vermeden. Wij voegden ca. 30 kg NaCy per dag toe aan den tank voor goudoplossing. Behalve dit zout werd ca. 5 kg PbAc₂ per dag aan dien zelfden tank toegevoegd; dit bevordert de precipitatie vooral van zilver, omdat het zink overdekt wordt met een bruin neerslag van lood, welke combinatie werkt als een element voor de opwekking van electriciteit (een galvanisch element).

De intredende vloeistof mag niet onder de 0,08% vrij Cy bevatten; dit wordt geregeld door de toevoeging van versch cyaan aan den goudoplossing-tank. Deze intredende vloeistof bevat gewoonlijk 2 g Au met 50 g Ag (f 5,20), terwijl het gehalte vrije Cy 0,09 — 0,10% bedraagt en het alkali-gehalte 85 g CaO per ton. Dezelfde cijfers voor de uittredende vloeistof zijn sporen Au, 5 g Ag (f 0,20), 0,60 — 0,07% vrij Cy en 90 — 100 g CaO per ton.

De zinkkasten worden dagelijks behoorlijk nagekeken en elken Woensdag „gedressed”, d.w.z. het zink wordt uit elk compartiment er uit genomen en op een zeef met loog gewasschen, de zeeven worden uitgehaald, met stalen borstels schoongemaakt en weer teruggeplaatst; daarna wordt het compartiment weer met de schoongewasschen zinkkrullen gevuld. Waar noodig, worden nieuwe zinkkrullen, gedoopt in PbAc₂, bijgegeven. Het spreekt vanzelf dat dit schoonwasschen gebeurt boven den zinkkast zelf om geen precipitaat te verliezen.

Elke 2 weken, gewoonlijk den 1sten en 16en van elke maand, wordt schoonmaak gehouden, bekend onder den naam:

Clean-up. Men sluit den toevoer van den te behandelen zinkkast af, wast de zinkkrullen met water of met loog uit den tank vóór de batterij (T 2) zorgvuldig in elk compartiment, haalt de zeef eruit, maakt dezen schoon met een stalen borstel, zoodat alle precipitaat en shorts zich op den bodem van het compartiment bevindt. Shorts zijn de korte stukjes zink, gevormd uit de zinkkrullen door oplossen in het circuleerende loog. Men trekt nu den houten prop in den bodem van het compartiment er uit en de inhoud vloeit door goten naar een clean-up tank 3 m ϕ $\times$ 1,50 m hoog (tank 14), waarop een 16-zeef geplaatst is om meegevoerde shorts op te vangen. Dit geschiedt zoo met elk compartiment.

Bij den clean-up begint men van den inloop. Zooals U weet, dient het eerste compartiment om meegevoerd slib op te vangen; het is gevuld met hout-

krullen; de twee volgende compartimenten zijn de z.g. shortscompartimenten. Deze hebben aan het volgende hun ontstaan te danken. Wij wisten eigenlijk niet goed raad met deze shorts en begonnen met de heele hoeveelheid te verdeelen over alle compartimenten, doch zonder succes. De circulatie werd zeer belemmerd en de precipitatie was zeer onbevredigend. Toen probeerden wij de shorts te behandelen met H₂SO₄ in een houten vat met een houten roerwerk. Hierdoor raakten wij wel onze shorts kwijt, doch het was een omslachtig en vies werk. Op grooten afstand kan men deze behandeling reeds ruiken; kwalijk riekende gassen worden n.l. bij het oplossen ontwikkeld. Dit zou alles nog te dragen zijn, als wij dan ook maar een behoorlijk shortsprecipitaat kregen, doch dit was ook niet eens het geval. Het precipitaat, dat wij verkregen, was met veel borax en andere extra vloeimiddelen (gestampt flesschenglas) zeer moeilijk te versmelten en de slakken tastten de Salamander retorten zeer aan.

Kriekhaus kwam toen op het denkbeeld de shorts eenvoudig te wasschen in een trommel 1 m lang bij 0,70 m ϕ , die rondraait in een houten bak gevuld met loog. Op 4 plaatsen onder 90° werd de cylinderwand weggenomen over de geheele lengte van den trommel en over 15 cm breedte, en werden op deze weggenomen gedeelten 4 zeeven met 60-zeef met houten lijsten bevestigd. De shorts worden nu net zoo lang gewasschen (ongeveer 1 uur) tot de aflopende vloeistof (naar den clean-up tank) geen precipitaat meer bevat.

De op deze manier verkregen shorts worden nu in blikken naar de zinkkasten gebracht en verdeeld over het 2e en 3e compartiment. In deze compartimenten bevinden zich 4 tot 5 zeeven, eenvoudig houten ramen 60 mm hoog, waaraan aan den onderkant een 16-zeef is vastgespijkerd. Deze ramen worden nu elk gevuld met shorts en dan op elkaar in het compartiment geplaatst. De circulatie in zoo'n compartiment is van zelf sprekend niet bijzonder; vandaar dat deze zeeven elken dag worden uitgehaald en omgewerkt.

Door den schoonmaak van alle zinkkasten is dus ten slotte alle precipitaat terecht gekomen in den kleinen clean-up tank met filterbodemp; een pomp zuigt de heldere vloeistof er door heen, zoodat na verloop van één nacht, gedurende welke de tank met een ijzeren deksel met hangslot is afgedekt, de zware massa op het filterdoek eenigszins dik is geworden en met blikken wordt overgebracht naar een droogbak, een platte bak van 4,40 m lengte bij 1,80 m breedte en 24 cm diepte rustende op een metselwerk van vuurvaste steenen, waarin kanalen zijn opengelaten door welke de verbrandingsgassen van een petroleumbrander met druklucht uit een kleine blaasmachine strijken. De zwarte brei wordt op dezen droogbak uitgespreid en onder omroeren zoolang verhit tot ze met 5 — 10% vocht droog genoeg is om in kleine cyaannatriumkisten met zinken voering bij 50 kg per kist verpakt en bewaard te worden in een grooten safe van gewapend beton tot den dag gekomen is, waarop al dit precipitaat gesmolten moet worden.

Smeltinstallatie. Gesmolten wordt in 2

Faber du Four Kipovens, die ik U zeer kan aanbevelen, evenals de beide branders voor vloeibare brandstof (solarolie), die bijgeleverd werden; het waren Hövelerbranders No. 2.

Als toeslag bij het smelten gebruikt men soda en borax; een goede toeslag voor precipitaat met 40 en meer % aan edele metalen is: op 50 kg precipitaat 15 kg soda en 15 — 20 kg borax. Dit alles wordt in een platten houten bak goed doorengemengd en aan elken retort (salamander-retorten van ca. 80 cm hoogte) toegevoegd. Dit deden wij zoo: Stel we hebben een precipitaat te versmelten met een gehalte van 40% aan edele metalen. Aangezien de bullion gietvormen 45 kg bullion kunnen bevatten, moeten wij dus ongeveer 110 kg precipitaat versmelten om één baar van 44 kg te kunnen gieten. Wij mengen dan 110 kg precipitaat met 33 kg soda en 40 kg borax in den houten bak goed door- en beginnen dit te smelten. De retort wordt vol gevuld, het deksel er opgezet en telkens bijge- vuld als de charge door het smelten wat gezakt is. Als ongeveer de helft van het mengsel gesmolten is, giet men slak af in een daarvoor bestemden slak- kenpot, er voor zorg dragende, dat geen bullion mee overgaat. Daarna wordt de helft van de charge ge- smolten en als dit gebeurd is, hangt men den bul- lionvorm voor den mond van den retort, rijdt er den slakkenpot onder en begint te gieten in den bullionvorm. Eerst giet men natuurlijk niets dan slakken, eerst later komt het bullion.

De slakken van dezen tweeden giet worden ver- zameld (van den eersten niet) en vermalen in een kleinen Krupp'schen kogelmolen, waarin grootere metaalbolletjes door de kogels worden uitgeplet en op zeeven blijven liggen. De fijngemalen slakken worden gewasschen op een zwak hellende tafel met driehoekige lijsten dwars op de stroominrichting; fijnere metaalbolletjes worden hierdoor vastgehou- den en terug gewonnen.

Hoe meerwaardiger precipitaat, hoe goedkooper smelten door minder toeslag, minder brandstof en minder retortenverbruik. Maakten wij in 1915-1916 precipitaat van 40 — 45% Au en Ag, door ver- beteringen en verscherpt toezicht, konden wij dit gehalte opvoeren tot 75% Au en Ag en dan is het smelten bijna een genoegen. Wij kregen gedurende 1925 baren met een gemiddelde fijnheid van 951 per mille (14 voor goud en 937 voor zilver, ver- houding 1 : 67).

De bullionbaren worden in daarvoor speciaal aan- gemaakte kistjes zorgvuldig verpakt voor de ver- dere verzending.

Voor ik van de ertsverwerking geheel afstap, wil ik U eenige van de belangrijkste verbruikscijfers geven, en wel van het jaar 1925.

Het verbruik aan chemicaliën per ton vermalen erts bedroeg:

cyaannatrium	0,95 kg	
loodzouten	0,20 „	
kalk	5,03 „	
zink	0,28 „	(= 1,50 kg per kg geproduceerd me- taal)

Om 100 kg van het hoogwaardig precipitaat (700 — 750⁰/₀₀) te versmelten waren noodig:

13 kg soda
16 kg borax
97 liter solarolie

(vergelijk deze cijfers eens met die van 1915-1916, toen voor 100 kg precipitaat noodig waren 30 kg soda, 40 kg borax en 125 liter solarolie).

Met één retort kan men 10 tot 14 baren smelten met een totaal gewicht van 480 tot 850 kg bullion. Gemiddelde fijnheid van het bullion over 1925 was 14⁰/₀₀ voor goud en 937⁰/₀₀ voor zilver, totale fijn- heid 951⁰/₀₀.

Het spijt schrijver dezès zeer niet te kunnen op- geven, hoeveel goud en zilver Salida geproduceerd heeft tot de sluiting in 1928.

Tot en met ultimo van het jaar 1925, dus over 11½ jaren, waren de cijfers:

tonnen erts		
behandeld	504 469	
gemiddeld per		
jaar	43 867	
gemiddeld per		
maand	3 655	
kg goud geprodu- ceerd	2 847,854	} ± f 8 000 000
kg zilver geprodu- ceerd	84 467,61	
gemiddelde jaar- productie	f 695 000,—	
gemiddelde maand- productie	f 58 000,—	
g goud per ton		
erts	5,6	
g zilver per ton		
erts	167,0	
g goud per ton		
in residu	0,4	
g zilver per ton		
in residu	49,0	

Hieruit berekend gehalte van het erts:

g goud per ton	6,0
g zilver per ton	216,0
waarde in guldens ...	18,54
% extractie goud	93,4
% extractie zilver	77,3

De hoogste productie werd gemaakt in 1917 en wel:

427,271 kg goud	} ± f 1 100 000
8 632,81 kg zilver	

uit erts van een berekend gehalte van:

10,0 g goud per ton
247,0 g zilver per ton
waarde in guldens:
f 26,38 per ton

Sinds dat jaar ziet men de jaarproducties gestadig achteruitgaan in verband met het armer worden van het erts, welke waarde van 1917 tot en met 1925 van f 26,38 tot f 13,50 per ton, dus tot op de helft terug- liep.

De verhouding van goud tot zilver in het erts was van 1914 t.m. 1917 gemiddeld 1 : 24; in 1925 was deze verhouding 1 : 75; gemiddeld van 1914 tot en met 1925 is zij 1 : 36.

De kosten op de mijn bedroegen 1920 nog f 18,53 per ton, waarvan voor bedrijfskosten f 17,94 en de rest voor eenmalige uitgaven. Door zuinig beheer en invoeren van verbeteringen werden deze via f 15,50 en f 12,50 teruggebracht tot f 11,50 per ton.

Electrische Centrale te Salida ketjil.

Bij de samenvloeiing van de Aer Kamoemoe met de Aer Salida was een zeer gunstige plaats om het kanaal te beginnen.

Hier lagen n.l. 3 groote steenen in het rivierbed, die het water voldoende opstuwden om het zonder meer in het kanaal te laten vloeien; de kosten voor den bouw van een dam werden ons daardoor bespaard.

Een voorloopige opname toonde ons, dat wij bij het krachtstation een verval zouden krijgen van 100 tot 110 m. Daar wij voor ons bedrijf 800 pk noodig hadden, moesten wij dus de beschikking hebben over 800 liter water per sec, en deze hoeveelheid hadden wij zeker, ook zonder dam.

Het kanaal is 2,6 km lang met een verval van 1 : 400. Het is een in de aarde ingegraven kanaal met doorsnede van 1,5 m², een trapezium met 2,10 m boven- en 0,90 m beneden breedte bij een hoogte van 1,00 m. De snelheid bedraagt rond 1 m/sec. Natuurlijk hadden wij kunnen volstaan met een doorsnede van 0,8 m², doch met het oog op eventuele uitbreiding werd het grootere profiel van 1,5 m² gekozen.

Op 2 plaatsen werden de beddingen van 2 beken met houten aquaducten overbruggd, en wel die van de Aer Sarik (75 m aquaduct en die van de Aer Bila-Bila (170 m aquaduct). Het kanaal in de aarde uitgegraven kostte f 4,— per meter, de aquaducten f 40,— per meter. Behalve beide genoemde groote aquaducten waren nog kleinere insnijdingen te overbruggen, totaal ongeveer 600 m aquaduct.

Het lijkt dwaas 600 m aquaduct te bouwen à f 40 per m, als men voor hetzelfde geld 6000 m gegraven kanaal kan krijgen à f 4,— per m. Omstandigheden dwongen ons er toe. Bij die insnijdingen was het talud zeer steil, hetgeen veel meer grondverzet beteekende en uitgaven mee zou brengen voor cement en explosief-stoffen. Ten slotte was tijd de beslissende factor.

De aquaducten werden gebouwd met dusdanig verval, dat later toch nog een kanaal gegraven kon worden; het verval dier aquaducten was derhalve grooter dan 1 : 400, waardoor met een doorsnede van 1 m² volstaan kon worden, hetgeen een groote besparing gaf.

Het kanaal incl. aquaducten heeft tot en met het waterslot, incl. sluizen f 36 000 gulden gekost. Zooals gezegd was het 2,6 km lang; dus bijna f 14 per meter.

In de pijpleiding, 350 m lang, met een gemiddelden diameter van 640 mm (700 mm boven, 580 beneden) had het water een gem. snelheid van 2,50 m/sec. Het waren autogeen gelaschte pijpen met sokverbindingen, op te vullen met loodwol. De dikte der pijpwan was boven 5 mm, beneden 8 mm. Er kwam een hoek van 100 tot 120° in de leiding voor. Alles compleet met een hoofdventiel 600 mm ϕ en 2 ventielen 400 mm ϕ voor de aansluiting aan de Peltonwielen, kostte deze pijpleiding f 10 500 geleverd te Padang, dus f 30 per meter; totaal bruto gewicht 45 ton.

In de centrale waren 2 Peltonwielen elk van 400 pk direct gekoppeld met 2 SSW generatoren 350 kVA, 5000 V, 40,5 A, 50 perioden, 750 omw. p. min.

Peltonwielen en generatoren kostten f 73 000; montage-kosten tot inbedrijfstelling f 6 000.

Kort en goed, de heele electrische installatie met 5000 V hoogspanningsleiding, transformatoren 5000/500 V in het onderstation, geplaatst in het gebouw der ertsverwerkingsinstallatie, benevens alle benodigde motoren, heeft bij elkaar gekost f 141 000 ⁴⁾.

Tot slot moet ik nog vermelden, dat mijn opvolger Ir. de Greve nog een aggregaat van 350 kVA bijplaatste.

Deze toevoeging werd noodzakelijk, toen besloten werd de openlegging van het 6e en 7e niveau met kracht ter hand te nemen (1925-1926). Helaas heeft men er niet lang van kunnen profiteren. In den loop van 1928 werd de mijn gesloten.

4) Ir. G. B. Hoogenraad: „Begroting der Salida Installatie". *Iste Alg. Ned.-Ind. Ing. Congres*, Batavia 1920.

De tunnelcapteering der Malangsche waterleiding

door

dr. ir. L. J. C. VAN ES en dr. ir. J. M. W. NASH,

hoofd, resp. ingenieur der Geologisch-Technische Onderzoekingen, Opsporingsdienst v/d Mijnbouw.

I. Ontwerp.

De stadsgemeente Malang betreft het drinkwater uit de beide broncapteeringen Karangan (1916) en Soemblersari (1929), welke op de Z. Ardjoenohelling op 13 tot 14 km ten Noordwesten der stad gelegen zijn (zie fig. 1).

Waar de capaciteit van de capteering Soemblersari 63 l/sec en die van de capteering Karangan 40 l/sec

bedraagt, is dit wel maximum hoeveelheid drinkwater, die door Malang aan deze beide bronnen onttrokken kan worden. Reeds in de naaste toekomst staat deze sterk groeiende bergstad voor een watertekort. Buitendien is het water van de capteering Soemblersari van minder deugdelijke kwaliteit gebleken (bacteriologische infectie), terwijl een gedeelte van het bronwater gedurende de maanden December en Januari een blauw-witte troebeling kan vertoonen,

van breccies, tuffen en kleien overdekt, waarvan een 1 tot 2,80 m dikke laag uit een dichte ondoorlaatbare klei bestaat. De lavastroom werd in eene boring met de diamantboormachine bij de kp. Binangoen bevonden 26,20 m dik te zijn. De onderste 3 m, bestaande uit poreuze lavablokken, dienen als de bij de beweging vooruitgeschoven slakkenkorst te worden opgevat, die door den stroom van nog gloeiend vloeibare lava werd overdekt. De holruimten, die tusschen de gesteenteblokken overgebleven zijn en de groote porositeit der blokken zelf, vormen de oorzaken, dat deze onderste laag de voornaamste waterdoorlatende horizont werd. De daaroverheen gestroomde langzaam-gestolde dichte lava bevat weliswaar talrijke krimpspleten, deze loopen als regel echter slechts over korten afstand door en kunnen daarom alleen plaatselijk als doorgang voor het water dienen. Ook de bovenste slakkenkorst van den lavastroom — in de omgeving van Binangoen ter dikte van 3,40 m — is poreus, maar bevindt zich over het algemeen boven den grondwaterspiegel en kan dus slechts bij uitzondering water bevatten. De lavastroom als geheel genomen overdekt een oud landoppervlak (dal), waarvan de bovenste horizont uit ondoorlatende, verweerde tuffen en kleien bestaat.

Het Rewoet-Binangoenbronnencomplex bevindt zich in het laagste randgedeelte van den lavastroom en vormt in dit gebied den eenigen uitweg, waarlangs de grondwaterstroom de oppervlakte kan bereiken. Bergopwaarts — bij Doenggo en Poenten, waar de dikte van den lavastroom veel grooter is — ontspringen naar de zijde van het Brantasdal uit het hogere gedeelte van dezenzelfden lavastroom verschillende andere bronnen (zie fig. 1). Langs de andere randgedeelten van den lavastroom kan het water niet uittreden door de zeer geringe doorlatendheid van de overdekkende tuffen, kleien en het lixivium.

Gedurende ongeveer 2 jaren werden aan het bronnencomplex zowel hydrologische als chemische en bacteriologische waarnemingen verricht.

De door den Dienst der Volksgezondheid uitgevoerde bacteriologische onderzoeken wezen uit, dat het water der beide Binangoenbronnen voortdurend en dat der overige bronnen periodiek geïnfecteerd was. De geologische gesteldheid in aanmerking nemende, kan men als vrijwel zeker veronderstellen, dat deze infectie in de onmiddellijke nabijheid der betreffende bronpunten plaats vond. De aan de Gemeente aanbevolen en door haar uitgevoerde hydrologische observaties omvatten:

- a. dagelijksche metingen der verschillende bronnen beekdebieten;
- b. dagelijksche metingen omtrent de temperatuur van het bronwater en die der lucht;
- c. dagelijksche regenwaarnemingen van vijf op den lavastroom verspreid-liggende regenstations (zie fig. 1). Met uitzondering van het regenstation Binangoen liggen de andere vier in het infiltratiegebied;
- d. vanaf begin 1932 dagelijksche waarnemingen betreffende den stand van den grondwaterspiegel in zeven ongeveer twintig m diepe tot in

den vasten lavastroom uitgegraven proefputten (zie fig. 2).

Door deze verschillende metingen werden de hydrologische verhoudingen in den watervoerenden lavastroom vrij nauwkeurig bekend. Van groote betekenis was daarbij ook het resultaat van den in Juli 1933 uitgevoerde boring met de diamantboormachine bij de kp. Binangoen, waarbij uit allerlei feiten bleek, dat de voornaamste waterdoorlatende horizont (onderste slakkenkorst van den lavastroom) zich op ongeveer 40 m beneden den beganen grond bevindt.

Reeds in 1931 was op grond van den uitslag van hydrogeologische, chemische en bacteriologische onderzoeken voorgesteld, het water van het uitgestrekte bronnencomplex door middel van een tunnel te capteeren. Deze tunnelcapteering had ten doel het water der verspreid-liggende Rewoet-Binangoenbronnen te concentreren door den voedenden hoofdgrondwaterstroom op een bovenstrooms van de bronnen gelegen punt op te vangen.

De Gemeente Malang kon zich in eerste instantie met dit vele voordeelen biedende capteeringsplan vereenigen (1931), en ging onmiddellijk over tot het afdiepen der zeven aanbevolen proefputten.

In Maart 1932 echter zag het College van B. en W. zich om finantieele redenen genoodzaakt de verdere voor het tunnelplan nog noodig geachte onderzoeken voorloopig te staken en meende men wegens dreigend watergebrek tot de capteering van enkele bronnen van dit complex te moeten overgaan. Voor deze „noodcapteering” werden de Tjindi-Kemadobronnen het geschiktst geacht. Om het infectiegevaar bij deze beide bronnen zooveel mogelijk te elimineeren werd geadviseerd de bronpunten over een afstand van circa 6 tot 8 m achterwaarts te verplaatsen. Om verder aan de door de Gemeente gestelde eisch van minstens 75 l/sec met meer zekerheid te kunnen voldoen werd tevens een niveauverlaging van het bronpunt van 1,5 tot 2 m noodzakelijk geacht. De van Februari tot Juni 1932 verrichte werkzaamheden hadden tot resultaat, dat het water der samengevoegde bronnen Tjindi en Kemadoe (bron-meer Tjindi-Kemadoe op fig. 2) een kwaliteitsverbetering onderging en dat het debiet van 34 l/sec tot 200 l/sec en meer werd opgevoerd, zonder dat de omliggende bronnen toen of later eenigen merkbaren achteruitgang vertoonden, zooals door de meer dan een jaar na de uitgraving nog voortgezette observaties volstrekt werd bevestigd. De totale capaciteit van het Rewoet-Binangoenbronnencomplex (inclusief Broekan) in den Oostmoesson werd hierdoor op ongeveer 350 l/sec gebracht. Door deze meerdere waterhoeveelheid werden de irrigatieverhoudingen in het betreffende stroomgebied dus belangrijk verbeterd!

Ondanks het ruime debiet van de Tjindi-Kemadobronvijver, mocht bij de geprojecteerde noodcapteering op niet meer dan 100 l/sec worden gerekend. Een van de redenen was de porositeit van den uit lava bestaanden fundeeringsbodem, waardoor onderloopschheid vrijwel zeker zou optreden. De ge-

wonnen advies van den D. V. G. en den Provincialen Waterstaat van Oost-Java — toestemming tot den aanleg van de tunnelcapteering had verleend, werd door den Gemeenteraad op 29 November 1933 tot onmiddellijke uitvoering van dit plan besloten.

De Provinciale Waterstaat zag daarbij af van het imperatieve karakter van hare compensatie-eischen en stond toe, dat deze slechts voorwaardelijk gehandhaafd bleven.

De uitvoering van het tunnelproject geschiedt door de Gemeente Malang finantieel in eigen beheer, voor de technische leiding der werkzaamheden is de medewerking van het Bureau der Geologisch-Technische Onderzoekingen van den Opsporingsdienst verkregen.

De begroting van het tunnelproject, waarin ook begrepen zijn de aan den Lande (Opsporingsdienst) verschuldigde kosten voor de technische leiding, alsmede de afkoopsommen van inlandsche bezitsrechten op enkele terreinen, sluit met een totaal bedrag van f 65 000,—.

Buiten de reeds eerder genoemde voordeelen bleek bij de tunnelcapteering ten aanzien van den aanleg van de voor Tjindi-Kemadoc geprojecteerde afvoerleiding eene bezuiniging van f 14 000,— mogelijk. Het in hygiënisch en hydrologisch opzicht zooveel betere tunnelplan zal dus niet méér behoeven te kosten dan wanneer de Tjindi-Kemadoc-capteering zou zijn uitgevoerd.

Voor de uitvoering worden 10 maanden, waarvan 8 voor het drijven van den tunnel, vereischt. Men dient daarbij te bedenken, dat de tunnel over de volle lengte in zeer harden en vasten andesiet van den lavastroom moet worden uitgevoerd, zoodat voortdurend met springmiddelen zal moeten worden gewerkt.

De nagenoeg horizontaal (helling 1 : 50) gedreven tunnel, die onder de kampong Binangoen door loopt, zal de ietwat sterker hellende lavastroom van dak tot vloer doorsnijden en de basislaag op een 350 m van het mondgat gelegen punt aantreffen. De noodige zekerheid daarvoor is door de meergenoemde boring met de diamantboormachine verkregen. Om hygiënische redenen zal over 250 m lengte een waterdichten betonmantel van 0,20 — 0,30 m dikte worden aangebracht, eindigende in een betondam, waarin zich afsluitbare buizen bevinden. Deze afsluiting maakt het buitendien mogelijk het water achter den dam tot het huidige 12 — 18 m hooger gelegen grondwaterpeil op te stuwen, hetgeen van belang is om te groote wateruitvloeiing in den regentijd te voorkomen en in perioden van groote waterbehoefte over eene reserve te kunnen beschikken.

De laatste 100 m van den tunnel blijven onbekleed en vormen de eigenlijke capteering. Voor het verkrijgen van eene goede ventilatie zal het gebetonneerde gedeelte van den tunnel in de nabijheid van den dam door een eveneens gebetonneerde luchtschacht met de buitenlucht worden verbonden.

II. Uitvoering.

a) Vervoer.

Een van de eerste werkzaamheden was het in orde brengen van den toegangsweg. Batoe is door een

uitstekenden Provincialen asfaltweg met Malang verbonden. Van Batoe naar Binangoen leidt een grootendeels verhardened Regentschapsweg, het laatste deel moest eerst verbeterd worden door op de rijsporen verharding aan te brengen. Bovendien moesten twee kleine bruggen voor het doen passeeren van 4-tonsvrachtauto's versterkt worden en was het noodig enkele hoeken af te ronden.

De weg eindigt bij een aangelegde keerplaats, die tevens het beginpunt is van eene remhelling. Deze is 70 m lang bij 22 m hoogteverschil. Met behulp van een 1-tonslieër en $\frac{1}{2}$ " kabel kunnen de wagens langs de helling worden afgelaten en opgehaald. Beneden in het dal is de railbaan van de remhelling met het smalspoor verbonden, dat in den tunnel en naar de goedangs en werkplaatsen leidt. Het railmateriaal en de noodige wagens werden door de Sf. Krebet in bruikleen afgestaan.

Op de keerplaats en in de machineloods werden ijzeren driepootsbokken, voorzien van schroefstukken van 3 ton, opgesteld om zware machines van vrachtauto's naar décauvillewag en van deze laatste op de reeds gereedgemaakte betonblokken over te brengen.

In den tunnel zal het vervoer van de losgeschoten steen naar de steenstort en van de buiten gereedgemaakte beton naar den tunnel met behulp van door sleepers geduwde wagens geschieden. Wegens de helling van den tunnel (1 : 50) moeten deze wagens van remmen zijn voorzien.

b) E m p l a c e m e n t.

Binnen den voor voorbereiding noodig geachten tijd van 1 maand moesten allerlei werkzaamheden verricht worden, die volstrekt noodzakelijk waren, alvorens men met den eigenlijken tunnel kon beginnen. Een werk, dat veel spoed vereischte, was de aanleg van een ondergrondse dynamietbewaarpplaats, die den vorm heeft van een korten tunnel op eenigen afstand bovenstrooms van den eigenlijken capteeringstunnel. In deze bergplaats kunnen 45 kisten, dus ongeveer 1 ton, springgelatine plaats vinden, waarbij voor goede ventilatie en afsluiting gezorgd moest worden. Zoolang deze bewaarplaats niet gereed was, mocht niet van springgelatine gebruik worden gemaakt. Het voor deze werkzaamheden gebedigde springmiddel was daarom Romaniet, die met gewone lont ontstoken werd.

Dalafwaarts werd op eenigen afstand van de bewoonde huizen en de werkplaatsen een benzine- en petroleumgoedang gebouwd, terwijl een lampenvulhuisje aan den rivieroever de beste plaats vond. De machineloods werd zoo dicht mogelijk bij den tunnelmond gebouwd achter een veilige kunstmatige dam van opgeworpen materiaal om schade door springende steenen te vermijden. In deze buurt volgden dan de smidse, materialengedang en tijdelijke woningen.

c) K r a c h t.

De overweging, dat de tunnel over de volle lengte in harden andesiet zal moeten worden uitgevoerd, is oorzaak, dat voor het boren der schoten van pneumatische boorhamers gebruik wordt gemaakt. Uitsluitend handenarbeid zou den tijd, waarbinnen de tunnel gereed zal kunnen zijn, met minstens één jaar verlengen, waardoor de kosten van toezicht en

leiding onevenredig hoog zouden worden. Voor het drijven van den luchtcompressor is bedrijfskracht noodig.

Aan het gebruik van electriciteit, welke door een 5 km lange hoogspanningsleiding (6000 V) van Batoe zou kunnen worden aangevoerd, bleken bezwaren verbonden te zijn, hoewel wegens de groote bedrijfszekerheid aan dezen vorm van energie gaarne de voorkeur zou zijn gegeven. De kosten van aanleg der hoogspanningsleiding en de toepasselijke tarieven gaven een bedrag aan, dat aanmerkelijk hoger ligt dan de kosten van aanschaffing van een dieselmotor en het verbruik aan solar- en smeerolie. Buitendien was het gebruik van krachtstroom binnen de speruren niet toegestaan of zou daarvoor een onevenredig hoog tarief moeten worden toegepast, zoodat één ploeg van den tunnelarbeid zou komen te vervallen, wat den totalen duur der werkzaamheden met twee maanden zou verlengen. Ten slotte werd dan nog de aanlegduur van de leiding op 6 weken geschat, hetgeen meer is dan voor de opstelling van een dieselmotor noodig is.

Bij de keuze van een dieselmotor werd, behalve wat de prijs betreft, rekening gehouden met het gewicht, dat met het oog op de kosten van vervoer en montage zoo gering mogelijk moest zijn. De keuze viel op een viercilinder-viertact-Listermotor van 1000 toeren/minuut en een vermogen van 38 pk, welke zonder accessoriën slechts een gewicht van 1050 kg heeft en buitendien uiterst gemakkelijk (zonder druklucht) in bedrijf gesteld kan worden. Deze motor drijft een Ingersoll-Rand-compressor $8'' \times 8''$ van $3,5 \text{ m}^3/\text{minuut}$ aangezogen lucht bij 350 toeren/minuut ($\pm 28 \text{ pk}$) aan.

Dieselmotor en compressor zijn zonder tusschen-drijfwerk door een riem van $8''$ direct verbonden, hetgeen mogelijk is, omdat de inlaatkleppen van den compressor door druklucht uit de luchttank (6 m^3 inhoud) in geopenden stand kunnen worden gehouden.

Deze zelfde inrichting dient ook om bij gering luchtverbruik de compressor buiten werking te stellen, zoodra de druk in de luchttank $5\frac{1}{2}$ at overschrijdt.

Daar de arbeidsregeling aan het front van den tunnel 4 boortijden van $4\frac{1}{2}$ uur, met tusschen liggende stoptijden voor schieten en opruimen van $1\frac{1}{2}$ uur, per etmaal vereischt, bedraagt het aantal bedrijfsuren van den dieselmotor slechts 18 per dag.

Voor koeling van dieselmotor en compressor werd een waterleiding van $4''$ diameter ter lengte van 320 m vanuit een der Rewoetbronnen aangelegd. Bij een verval van 1 : 50 is $6,5 \text{ l/sec.}$ koelwater beschikbaar. De $3''$ persluchtleiding is van gewone gaspijpen met flensverbindingen om de montage te vergemakkelijken en een goede afdichting te verkrijgen.

d) Ventilatie.

Aan de ventilatie moet den eisch gesteld worden, dat de in den tunnel verblijvende personen, vooral de frontarbeiders, die zwaar werk verrichten, behoorlijk van verse lucht worden voorzien, te meer waar zich uit het tunnelwater eenig koolzuur kan ontwikkelen, zooals bij het uitdiepen van de proefputten

reeds werd ondervonden. In totaal kunnen zich gelijktijdig 4 boorders, 4 sleepers, 1 timmerman, 4 metselaars en 1 à 2 toeziende krachten of 14 à 15 personen in den tunnel ophouden, hetgeen bij een luchtbehoefte van 2 m^3 per man ongeveer 30 m^3 lucht per minuut vereischt. Deze luchtvoorziening geschiedt door een blazenden slakkenhuisventilator ($0,7 \text{ pk}$ bij 1500 toeren), welke door den dieselmotor wordt aangedreven. De ventilatieleiding bestaat uit een buis van dun gegalvaniseerd ijzer van 28 cm diameter, welke boven in den tunnel wordt opgehangen.

In de stopuren van den dieselmotor, wordt de ventilatie overgenomen door een exhaustor ($1,3 \text{ pk}$ bij 1200 toeren), die door een National-petroleummotor van $2\frac{1}{2} \text{ pk}$ gedreven wordt. Dit omkeeren van de ventilatierichting heeft het groote voordeel, dat de dynamietdampen na het schieten niet langzaam door den geheelen tunnel trekken en de daarin bezige metselaars het werk beletten. Het zuigend vermogen van den ventilator en de afstand van de ventilatiebuis tot het front zijn zoodanig, dat binnen 10 minuten na het schieten alle gassen afgevoerd zijn.

Bij het omkeeren der ventilatierichting worden de kleppen in de buizen, leidende van en naar den ventilator en den exhaustor automatisch door luchtdrukverschillen geopend of gesloten, zoodat hiervoor geen bediening noodig is. Het aantal bedrijfsuren van den petroleummotor is slechts 6 per dag.

e) Verlichting.

De verlichting van werkplaatsen, terrein en enkele woningen geschiedt met behulp van electriciteit opgewekt in een dynamo van 1 kW bij 32—40 V spanning, welke door den dieselmotor wordt gedreven. In de stopuren wordt het bedrijf overgenomen door een Alamo-benzinemotor-dynamo-aggregaat van precies hetzelfde vermogen. Het aantal bedrijfsuren van dit aggregaat bedraagt slechts 3 per etmaal, omdat overdag geen stroom noodig is. Voor reserve bij netstoringen zijn eenige Petromax-lampen aanwezig.

In den tunnel geschiedt de verlichting door Wolffmijnlampen, niet omdat voor brandbare gassen gevreesd wordt, maar omdat deze robuuste, gemakkelijk hanteerbare lampen goedkoop te krijgen waren en zeer zuinig in bedrijf zijn. Voor verlichting van het front zijn zij onvoldoende, zoodat zij daar met enkele carbidlampen versterkt worden. Zoo noodig kan een deel van den tunnel electrisch worden verlicht, waar geen bezwaar tegen is, omdat bij de lage spanning desnoods met blanke leidingen kan worden volstaan.

f) Smidse.

Bij het machinale boorbedrijf vormt de smidse wel een uiterst belangrijk onderdeel. Bij hard gesteente, zooals hier het geval is, kunnen de boren niet langer dan enkele dm's mee en moeten dan opnieuw aangescherpt worden. Verondersteld mocht worden, dat het aantal aanscherpingen van boren 200 tot 400 per dag kan bedragen. Machinaal smeden wordt dan van toepassing. Dit heeft buitendien groote voordeelen door de zekerheid, dat de vereischte diameter der boren automatisch bereikt wordt.

Voor dit werk werd de Demag N. B. S. I. boorschermachine gekozen, die van een stuikinrichting is voorzien voor het verrichten van enkele eenvoudige reparaties aan de insteekeinden der boren. De

werking geschiedt met druklucht, waarvan het verbruik 1,5 m³ per minuut is.

Het verhitten der boren geschiedt in een permanent smidsvuur, dat door een aftakking van de ventilatieleiding aangeblazen wordt. Bij stilstand van den dieselmotor kan een handventilator de noodige

lucht leveren. Buitendien zijn enkele veldsmidsvuren aanwezig.

In de smidse worden ook de ventilatiebuizen vervaardigd, terwijl alle reparaties aan boorhamers, gereedschappen enz. hier geschieden.

(Wordt vervolgd).

Aanteekeningen over eenige bivalven uit het Neogeen van Java

(mit „Beschreibung einiger neuer Bivalven aus dem Neogen von Krawang, Java“)

door

Dr. C. H. OOSTINGH,

palaeontoloog bij den Mijnbouw.

De hier behandelde fossielen behooren tot de geslachten *Metis* en *Cardilia*. *Metis* werd in 1856 door H. en A. Adams (The genera of recent Mollusca) ingevoerd als een subgenus van *Tellina* met als eenige representant *Tellina meyeri* Philippi. V. Bertin, die in 1878 een revisie gaf van de Telliniden ¹⁾, beschouwt *Metis* als een afzonderlijk genus, waartoe hij 16 recente soorten brengt. Laten wij één van deze soorten buiten beschouwing, daar ze beter tot een andere groep gerekend kan worden, dan blijven er op zijn minst nog 4 over, die in Nederlandsch-Indië, of althans in de naaste omgeving leven. Onder deze is *Metis edentula* (Spengler) een algemeen voorkomende soort.

In tegenstelling hiermee is er van het fossiele voorkomen van het geslacht *Metis* slechts weinig bekend. O. Boettger beschreef uit het Mioceen van Hiliberodjoe op Nias een soort, die hij *Tellina (Metis) Niasensis* noemde ²⁾. Verder vinden wij deze groep als fossiel vermeld uit Burma door Noetling. Van *Metis niasensis* onderscheiden de fossielen van Burma zich op het eerste oog reeds door de veel meer gewelfde kleppen. Noetling beschreef ze onder den naam *Tellina (Metis) grimesi* ³⁾, en geeft het voorkomen in niet minder dan 7 van zijn „zones” aan, n.l. in 2 van zijn zones uit Boven-Burma, en in 5 uit Beneden-Burma. Nu zijn in den laatsten tijd tegen de opvattingen van Noetling herhaaldelijk bedenkingen geuit, zoowel wat de stratigrafie, als wat de palaeontologie betreft. Volgens E. Vredenburg, die de stratigrafie van Noetling revideerde ⁴⁾, behooren de 7 bovenbedoelde zones tot de Singu-étage van Boven-Burma, tot de „Kama clay” (of Kama-horizon) van Beneden-Burma, en tot overgangslagen tusschen beiden. Terwijl de Singu-étage nog bij benadering tot het Boven-Oligoceen (Chattien) wordt gerekend, wordt de Kama-horizon als een equivalent van de Rembanglagen van Java beschouwd, en daarom bij benadering als Aquitanien (Oudste Mioceen) aangemerkt.

Deze parallelisaties maken niet den indruk bijzonder goed gefundeerd te zijn, en ook een latere publicatie van Vredenburg ⁵⁾ geeft nog vrijheid aan de opvatting, dat het geheele hier bedoelde complex tot het Mioceen zou zijn te rekenen. Te betreuren is, dat *Metis grimesi* niet tot de fossielen behoort, die door Vredenburg aan een revisie zijn onderworpen. De drie door Noetling afgebeelde exemplaren komen namelijk zoo weinig overeen, dat ze zeer goed tot 2 of 3 verschillende soorten zouden kunnen behooren; ze zijn overigens ook uit drie verschillende zones afkomstig. Nu heeft de auteur zelf geen holotype voor zijn soort gefixeerd, terwijl, voorzoover mij bekend, dit ook later niet door een anderen auteur geschied is, waarom het aanbeveling verdient dit alsnog te doen. Om verschillende redenen lijkt het mij gewenscht het door Noetling in fig. 5 afgebeelde exemplaar, afkomstig uit den Kama-horizon, als holotype uit te kiezen.

Door Haanstra en Spiker ⁶⁾ werd uit het Mioceen van Palembang (tusschen de rivieren Ajer Abab en A. Penokal) een fossiele *Metis* beschreven, die zoo weinig van Noetling's exemplaren verschilt, dat zij deze slechts als var. *elongata* van *Tellina grimesi* Noetl. (= *Metis grimesi*) hebben afgescheiden. Opgemerkt zij, dat van Noetling's figuren alleen fig. 5 in vele opzichten met de Palembangsche fossielen overeenkomt, terwijl fig. 4 en 6 daar vrij sterk van verschillen. Vooral omdat de vorm van Palembang nu eenmaal reeds tot *M. grimesi* is gerekend, verdient het aanbeveling Noetling's fig. 5 als holotype van de soort te beschouwen. Daar de term „variëteit” een weinig vaststaande beteekenis heeft en de vorm van Palembang niet in gezelschap van de typische *Metis grimesi* schijnt voor te komen, lijkt het mij beter hem voorloopig als subspecies op te vatten en als *Metis grimesi elongata* aan te duiden.

Niet zonder belang is, dat de vorm van Palembang ook op Java voorkomt. Voor het eerst trof ik deze daar aan in een collectie fossiele mollusken uit het Bodjongmanikterrein in Midden-Bantam, die door

1) „Révision des Tellinidés du Muséum d'histoire naturelle” Nouv. Archives du Muséum d'hist. nat. (Paris), 2e série, I.

2) „Die Tertiärformation von Sumatra”, II, 1883 (Palaeontographica, Suppl. III), pl. IX, fig. 6—8.

3) „Fauna of the miocene beds of Burma”, 1901, p. 216, pl. XIV, fig. 4—6.

4) „Results of a revision of some portions of Dr. Noetling's second monograph of the tertiary fauna of Burma.” Rec. Geol. Surv. India, LI, p. 224-302, 1921.

5) „Analysis of the Singu fauna”. Rec. Geol. Surv. India, LIII, p. 331-342, 1922.

6) K. Akad. v. Wetenschappen Amsterdam, Proceed. XXXV, 1932, p. 1323, fig. 36, 37.

Ing. Ziegler en ir. Koolhoven werd bijeengebracht, en wel in de zoogenaamde Midden-Bodjongmaniklagen ⁷⁾. *Metis grimesi elongata* komt daar voor op blad 13 C (Rangkasbitoeng), Lok. 389, en Lok. 616, Tjipeulah (onze fig. 3). Van belang voor de stratigrafische positie van deze afzettingen is, dat er verschillende karakteristieke soorten uit de Njalindoeng- en Tjilangnagen in voorkomen, zooals *Turritella bantamensis talahabensis* Mart., *Vicarya callosa* Jenkins, *Rostellaria verbeeki* Mart., *Cypraea caput-viperæ* Mart., *Paphia neglecta* (Mart.) (= *Tapes neglecta*), en *Cultellus dilatatus* Mart. Mede in verband met de overige aangetroffen soorten, kan de ouderdom van de Midden-Bodjongmaniklagen daarom niet veel van dien van de Njalindoeng- of van de Tjilangnagen verschillen.

In verband met het bovenstaande is het interessant, dat *M. grimesi elongata* ook in Njalindoeng voorkomt (collectie Bandoeng), terwijl een er op gelijkend, maar onvoldoende bewaard exemplaar van een *Metis* van Tjilang aanwezig is, zoodat het voorkomen in de Tjilangnagen althans zeer waarschijnlijk is.

Resumeerende mogen wij verwachten, dat *Metis grimesi elongata* een belangrijk gidsfossiel zal blijken te zijn.

Ten slotte zij hier vermeld, dat ik van Dr. Kehler een aantal volledig bewaarde exemplaren van een *Metis* uit de omgeving van Soebang mocht ontvangen, die, hoewel in vele opzichten met *M. grimesi elongata* overeenkomend, toch hiermede duidelijke verschillen vertoonen, terwijl zij onderling zeer weinig variëren. Zij zullen hieronder als *M. kehleri* worden beschreven. De stratigrafische positie van hun vindplaats is mij onvoldoende bekend; vermoedelijk behooren zij tot een hooger niveau dan *grimesi elongata*.

Bij de bewerking van een kleine molluskenfauna van blad Poerwakarta, verzameld door Dr. Ludwig, vond ik twee, blijkbaar nieuwe soorten van *Cardilia*, die eveneens hieronder worden beschreven. Tot nu toe werd dit geslacht slechts één maal fossiel in Nederl.-Indië aangetroffen, en wel door O. Boettger in het Neogeen van Ahoer (Sg. Sinamar) in de Padangsche Bovenlanden, echter in een voor een soortbeschrijving te slecht bewaard exemplaar ⁸⁾.

Beschreibung einiger neuer Bivalven aus dem Neogen von Krawang, Java.

Fam. Tellinidae.

Metis kehleri n. sp. Fig. 4—6.

Der *Metis grimesi elongata* (Haanstra et Spiker) sehr ähnlich, jedoch davon durch folgende Merkmale verschieden: Gesamtform länger im Verhältnis zur Höhe; Vorderer Dorsalrand weniger steil abfallend, namentlich an der Grenze des Vorderrandes, wo er ein wenig konkav ist; Vorderrand kürzer, daher

der Ventralrand weniger schräg verlaufend. Der hintere Schalenabschnitt auffallend verschieden dadurch, dass auch der hintere Dorsalrand weniger steil abfällt, und namentlich durch den längeren Hinterrand, der fast ebenso lang ist wie der hintere Dorsalrand. Der konkave Abschnitt hinter der Tellinenfalte der rechten Klappe ist dadurch breiter; besonders augenfällig ist dieser Breitenunterschied auch bei dem hintersten Schalenabschnitt der linken Klappe (hinter der Kante, die hier die Depression begleitet). Die Tellinenfalte der rechten Klappe, die bei *M. grimesi elongata* fast gerade verläuft, ist hier etwas mehr gekrümmt.

Holotyp (Fig. 4) vom Tjileuleuj, südlich von Soebang (Pliozän?), leg. Dr. Kehler: Höhe $28\frac{1}{2}$, Länge 37, Wölbung 18 mm, Winkel zwischen vorderem und hinterem Dorsalrand 126° .

Im ganzen liegen 5 Exemplare von der selben Fundstelle vor. Das grösste, weniger gut bewahrte misst: Höhe $45\frac{1}{2}$, Länge $56\frac{1}{2}$, Wölbung $29\frac{1}{2}$.

Das Verhältnis Höhe: Länge: Wölbung ist bei
M. kehleri, Holotyp: 1,58 : 2,06 : 1
M. kehleri, grösst. Exemplar: 1,54 : 1,92 : 1
M. grimesi elongata aus dem Bodjongmanikterrain (Fig. 3): 1,73 : 2,08 : 1

Fam. Mactridae.

Cardilia krawangensis n. sp. ⁹⁾. Fig. 1a, b.

Schale gleichklappig, viel höher als lang, ziemlich aufgeblasen, in der Vorderansicht herzförmig, hinten etwas klaffend, dünnchalig. Dorsalrand gerundet, vorne und hinten leicht eckig begrenzt und in den breit gerundeten Vorder- bzw. Hinterrand übergehend. Der Vorderrand geht ohne Unterbrechung in den Ventralrand über, der in seinem hinteren Teil etwas konkav ist. Grösste Schalenwölbung über und etwas hinter der Mitte. Von den Wirbeln bis zum leicht konkaven hinteren Ventralrand verläuft eine breite, aber äusserst schwache Depression. Konzentrische Skulptur aus runzeligen Anwachsstreifen, in der Depression kaum sichtbar, hinter derselben dagegen viel stärker ausgeprägt als in der vorderen Schalenhälfte. Radialskulptur in der Depression und etwas weiter nach vorne aus relativ breiten Furchen, die etwa ebenso breite Rippen begrenzen. Bei guter Erhaltung zeigen sich die Rippchen und Interstizien schräg quergestreift, und zwar die Rippen schief nach hinten und unten, die Zwischenräume schief nach vorne und unten, so dass die Streifung im ganzen zickzackartig verläuft. Diese Zickzacklinien korrespondieren mit der Zähnelung, die der sonst glatte Schalenrand in diesem Abschnitt zeigt. Am Schalenrand stehen die Rippen der beiden Klappen alternierend. Hinter der Depression setzt sich die Radialskulptur fort; die Rippen werden jedoch von den hier gleich starken konzentrischen Furchen in die Quere gezogene Knötchen zerlegt. In diesem Abschnitt, der dem Hinterrand entspricht, sind die Ränder der Klappen leicht klaffend. Genau in der Schalenmitte und etwas weiter nach vorne ist

⁷⁾ Voor de stratigrafie zij verwezen naar: Koolhoven en Hetzel, „Eenige aantekeningen over de stratigrafie en de tektoniek van het Oost-Indische Tertiair“ (*De Mijnningieur*, 1932), p. 184.

⁸⁾ „Tertiärformation v. Sumatra“, I, p. 63, pl. V, fig. 9.

⁹⁾ *Cardilia* nov. spec. nr. 1. Toelichting Blad 30 (Poerwakarta), p. 16.

die Radialskulptur etwa doppelt so fein als in der Depression, sie besteht aus nur u.d.L. wahrnehmbaren feinen Fäden mit breiteren Zwischenräumen. An der Grenze der gröberen und der feinen Skulptur stossen die Rippen und die feinen Fäden unter einem sehr spitzen Winkel ventralwärts zusammen. Dieser Winkel ist nahe dem Ventralrande so klein, dass es kaum auffällt, dass die Skulptur hier nicht genau radial verläuft, nahe den Wirbeln wird er aber allmählich grösser. Nach vorne hin verwischt sich die Radialskulptur nach und nach, so dass sie dem vorderen Schalentheil vollkommen fehlt. Wirbel stark vorstehend und eingerollt, prosogyr, in ziemlicher Entfernung von einander bleibend. Lunula nicht ausgebildet. Area breit lanzettförmig, etwas eingesenkt, von dem angrenzenden Schalenabschnitt durch das Fehlen der gekörnelten Radialrippchen unterschieden, nur mit konzentrischen Runzeln; sie ist auf der linken Klappe breiter als auf der rechten. Von einer schwachen Kante wird noch ein sehr kleiner innerer Areateil abgegrenzt. Hinter den Wirbeln die kleinen, aber deutlich ausgeprägten Nymphen für das äussere Ligament. Schlosselemente nur in den abgebrochenen Wirbeln beobachtet: rechts ein einfacher Kardinalzahn vor dem löffelförmigen Träger des inneren Ligaments, links ein Zahn mit divergierenden Aesten vor dem Ligamentträger.

Holotyp von Blatt 30 (Poerwakarta), Lok. 1998, Tjikao, Tjidadapschichten (Jungmiozän), leg. Dr. O. Ludwig: Höhe $11\frac{1}{2}$, Breite $7\frac{1}{2}$, Wölbung $10\frac{1}{2}$ mm.

Obige Beschreibung nach dem Holotyp, ergänzt durch 2 weitere Exemplare von der selben Fundstelle.

Die rezente *Cardilia martini* Deshayes (Reeve,

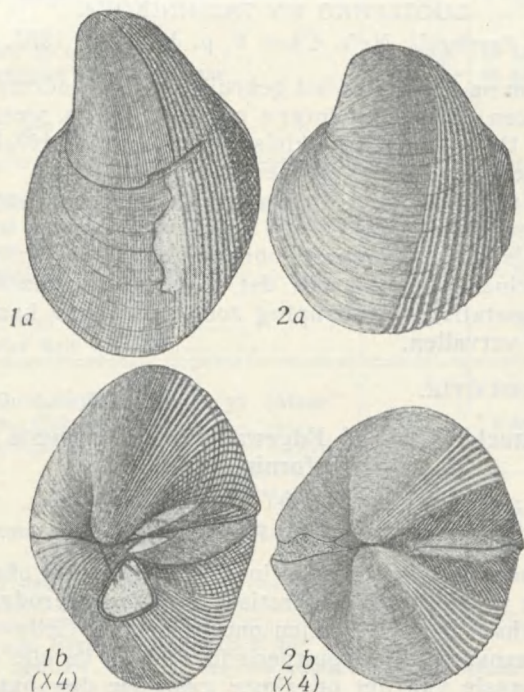


Fig. 1 a, b. *Cardilia krawangensis* n. sp., Holotyp von links und von der Umbonalseite, $\times 4$.

Fig. 2 a, b. *Cardilia ludwigi* n. sp., Holotyp von links und von der Umbonalseite, $\times 4$.

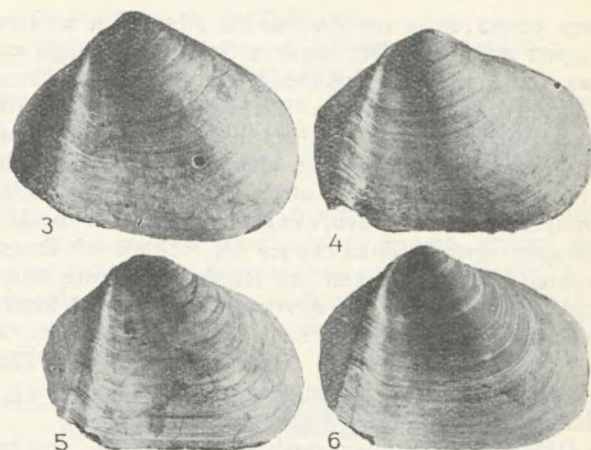


Fig. 3. *Metis grimesi elongata* (Haanstra et Spiker), vom Tjipeujah (Bodjongmanikterrain), Nat. Gr.

Fig. 4—6. *Metis kehleri* n. sp., vom Tjileuleuj bei Soebang, Fig. 4 der Holotyp, Nat. Gr.

Conch. Ic., XIX, Fig. 3) aus der Strasse von Malakka ist ähnlich, jedoch dadurch ohne weiteres verschieden, dass sie bei den Wirbeln viel weniger verschmälert ist.

Cardilia ludwigi n. sp.¹⁰⁾. Fig. 2a, b.

Gleichklappig, dünnschalig, wenig höher als lang, fast kugelig, in der Vorderansicht breit herzförmig, hinten leicht klaffend. Grösste Wölbung über der Schalenmitte, gegen den Schalenrand hin im allgemeinen nach allen Seiten gleichmässig abfallend. Dorsalrand fast geradlinig, hinten deutlich eckig begrenzt. Vorderer Dorsalrand nahe dem Vorderrande abfallend und hier schwach konkav, durch eine undeutliche Ecke von dem regelmässig gerundeten Vorderrand abgegrenzt, der ohne Unterbrechung in den Ventralrand übergeht. Vorderrand und Ventralrand bilden ungefähr einen Halbkreis. Hinterrand vertikal, sehr schwach konkav, beiderseits eckig begrenzt, die Ecke mit dem Ventralrand jedoch stumpfer als die mit dem Dorsalrand. Konzentrische Skulptur aus runzeligen Anwachsstreifen, die auf dem hintersten Schalenabschnitt durch scharfe konzentrische, u.d.L. fein granulierten Leisten mit doppelt so breiten Zwischenräumen ersetzt werden. Dieser Schalentheil entspricht dem Hinterrand und ist wie dieser schwach konkav. Vor diesem Abschnitt befindet sich, etwas hinter der Schalenmitte endigend, ein Schalentheil mit relativ breiten Radialfurchen, von denen Rippen begrenzt werden, die etwas schmaler sind als die Interstizien. Die Rippen erscheinen u.d.L. sehr fein schräg quergefurcht (und zwar schief nach hinten und unten), während die Zwischenräume etwas gröber und völlig konzentrisch gestreift sind. Am Ventralrand, der hier gezähnt ist (sonst glatt), alternieren die Rippen der beiden Klappen. Vor dem radialgerippten Abschnitt findet sich in der Schalenmitte eine Radialskulptur aus feinen Fäden, die ventralwärts unter einem sehr spitzen Winkel mit den Rippen zusammenstossen, und zwar bleibt dieser Winkel von den Wirbeln bis zum Ventralrande ungefähr gleich. Zu bemerken ist, dass die hinter der Mitte gelegene Grenze zwischen den beiden Skulpturen so verläuft,

10) *Cardilia* nov. spec. nr. 2. Toelichting Blad 30 (Poerwakarta), p. 16.

dass ventralwärts nach vorne zu allmählich weitere Rippen anfangen. Der vordere Schalenteil zeigt, etwas vor der Mitte beginnend, nur eine leicht runzelige Anwachsstreifung. Wirbel vorstehend, stark eingerollt, prosogyr, sich berührend. Keine Lunula. Area schmal lanzettförmig, eingesenkt, vom benachbarten Schalenteil durch etwas feinere konzentrische Skulptur unterschieden, ungleich über die beiden Klappen verteilt (links breiter als rechts), mit ihrem rechten Teil den linken am Rande ein wenig überdeckend. Nymphen für das äussere Ligament hinter den Wirbeln, klein, doch stark vorstehend.

Holotyp von Blatt 30 (Poerwakarta), Lok. 1998, Tjikao, Tjidadapschichten, leg. Dr. O. Ludwig: Höhe 9,5, Breite 7,8, Wölbung 8,7 mm.

Obige Beschreibung nach dem Holotyp, ergänzt durch weitere Exemplare von der selben Fundstelle. Infolge der harten Schalenfüllung missglückte eine Präparation des Schlosses.

UIT OLJETIJDSCRIFTEN door ing. W. Tiraspolsky.

BOORBEDRIJF.

Conroe cratered well bought by Humble. Will drill angle hole.

Oil Weekly 7 (7) p. 17, 30 Oct. 1933.

De Humble Cy. heeft de contractueele verplichting aangegaan om den wild spuitenden krater van de boring Alexander I te Conroe te bedwingen.

Rondom de 1556 m diepe put was, als gevolg van een achterloopsche bekleeding, een 60 m breede krater ontstaan. De put heeft tot dusver reeds 13 000 m³ olie geproduceerd en levert thans 1000 m³ per etmaal. Men stelt zich voor, door middel van een op een afstand van 330 m van den krater in schuinsche richting geplaatst boorgat, de wild spuitende put dicht boven de olielaag te ontmoeten en dan dood te pompen.

Control of high pressure drilling wells in the Gulf Coast.

HUBBARD.

Oil Weekly 7 (8) p. 16, 6 Nov. 1933.

In het Gulf Coast gebied komt de druk in de olielagen meestal nagenoeg met den hydrostatischen druk overeen, zoodat een normale kleispoeling voldoende zwaar is om het boorgat onder controle te houden, mits de noodige voorzorgsmaatregelen genomen zijn.

Allereerst moet men bij het trekken van het gereedschap er voor zorgen, dat het geregeld wordt bijgevuld. Het is n.l. gebleken, dat de acht in een bepaald olieveld voorgekomen uitbarstingen alle gedurende het ophalen van de boorstangen plaats hadden.

Voorts zijn alle putten van twee „blow out preventers” voorzien: een Hosmer en in de kelder een hydraulisch aangedreven „ram preventer”. Enkele maatschappijen laten dagelijks een alarmoefening

houden, waarbij door een goede werkverdeling de geheele operatie in 1½ minuut kan plaats vinden.

Laboratoriumproeven betrekking hebbende op de bestrijding van spoelverliezen in caverneuze formaties.

LOOTZENKO EN TAICHNIKOVA.

Azerbaidj. Neft. Chos. 9, p. 35. Sept. 1933.

Reeds in 1932 werd in de U. S. A. een mengsel van cement en bentoniet gebezigd om ondergrondse holten in de omgeving van het boorgat te cementeeren. Reine cementbrij is n.l. voor dat doel niet visceus genoeg.

In het laboratorium van de Azneft werden proeven genomen met een mengsel van cement en gewone kleispoeling met een s.g. van 1,2.

Een reeks proeven werd verricht met resp. 5, 10 en 15% droge klei t.o.v. het droge cement. De cementbrij bevatte 50% water. Om het binden, dat gewoonlijk eerst na 7—9 uur aanving, te versnellen, werd bij enkele proeven 2—4% CaCl₂ toegevoegd.

Bij de gebruikte boorgatmodellen kon de vloeistof langs holten van gevarieerden vorm naar buiten wegvloeien.

Het mengsel werd met tusschenpoozen van drie uur door de openingen heen gepompt. Telkenmale bleef een verharde korst achter, waardoor de opening geleidelijk vernauwd werd. Na hoogstens vijf operaties waren bij alle proeven de uitstrotingskanalen dichtgecementeerd.

Het mengen van spoeling met cement bij het cementeeren van boorgaten zonder bodemplug.

LOOTZENKO EN TAICHNIKOVA.

Azerbaidj. Neft. Chos. 9, p. 39. Sept. 1933.

Om na te gaan of het gebruik van een bodemplug bij een perkinscementatie noodzakelijk is, werd in een 1½ m hooge met kleispoeling gevulde 10" buis cement ingepompt door een 6" buis.

Het bleek dat zich tusschen de cementbrij en de kleispoeling een zône van 1 m bevond, waarin beide vloeistoffen gemengd voorkwamen. De schrijvers concludeerden daaruit, dat men bij een perkinscementatie de bodemplug zonder bezwaar kan laten vervallen.

PRODUCTIE.

Characteristics of Edgewater encroachments in California fields.

WILHELM, DAVIS AND CLARK.

Oil Weekly 7 (4) p. 13, 9 Oct. 1933.

De schrijvers meenen in de Californische olievelden verschillende theoretisch mogelijke productiemechanismen te kunnen onderscheiden. Gedurende de aanvankelijke spuitperiode, waarbij de olie door expansie van het opgeloste gas naar den put toe wordt gedreven, treedt een belangrijke daling van den druk op, die vaak tot een complete uitputting van den produceerenden put leidt. Geleidelijk, in den loop van maanden en soms ook eerst na jaren, be-

gint het water uit de anticlinaalflanken op te dringen, waardoor de druk in de lagen vaak weer met eenige tientallen atmosfeeren stijgt.

Het verwateren van de afzonderlijke produceerende putten wordt vaak vooraf gegaan door een belangrijke stijging van de olieproductie: de laatste golf van door het water voortgedreven reeds ontgaste olie.

Door verkitting van de poriën, door vermindering van den watertoevoer aan de ontsluitingen der produceerende lagen of wanneer de productie uit een lensvormig afgesloten reservoir afkomstig is, kan de druk in de lagen zoover dalen, dat de olie nog slechts onder invloed van de zwaartekracht naar den put toe kan vloeien.

In deze gevallen verwachten de schrijvers een gunstig resultaat van een kunstmatige waterdoorstrooming („water drive”).

Onbevredigende olieproductie van Azneft.

Azerbaidj. Neft. 8, p. 1. Aug. 1933.

Van het boorprogramma in het eerste halfjaar van 1933 is slechts bereikt:

68,3% van de vorderingen,
65,2% van de gereed gekomen boringen,
69,9% van de boorsnelheid.

Het productieprogramma voor Juli is slechts voor 80,9% uitgevoerd. Het tekort bedraagt 130 000 ton. Voor de eerste 8 dagen van Augustus ontbreken 25 000 ton olie.

De middelen, welke aangegeven worden om tot een verhoogde olieproductie te komen, wijzen op een onvoldoende organisatie, een manco aan geschoolde werkkrachten, gebreken in de technische voorzieningen en een volstrekt onbevredigende voedselvoorziening.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Mededeelingen van het Hoofd van het verkoopkantoor van 's Lands Mijnbouwproducten.

INTERNATIONALE TINRESTRICTIE.

De tinmarkt gaf weinig verandering te zien, de prijzen liepen een oogenblik op tot iets over £ 230 maar zakten daarna terug tot £ 227.

Overzicht Aandeel Nederlandsch Indië in de Internationale Tinrestrictie over Maart 1931 t/m November 1933.

	Banka		Billiton		Singkep		Ned.-Indië	
	Productie Eng. tons	Uitvoer Eng. tons	Productie Eng. tons	Uitvoer Eng. tons	Productie Eng. tons	Uitvoer Eng. tons	Productie Eng. tons	Uitvoer Eng. tons
1e Quotumjaar (Maart '31 t.m. Febr. '32)								
Totaal van af Maart '31 t.m. Febr. '32	16 528,5	15 894,8	8 454,5	8 430,7	1 098,4	919,7	26 081,4	25 245,2
Geëxporteerd in Maart '32 restant 1e quotumjaar	—	526,5	—	—	—	—	—	526,5
Totaal 1e quotumjaar	16 528,5	16 421,3	8 454,5	8 430,7	1 098,4	919,7	26 081,4	25 771,7
Toegestaan 1e quotumjaar	16 421,—	16 421,—	8 419,—	8 419,—	916,—	916,—	25 756,—	25 756,—
Meer dan quotum	107,5	0,3	35,5	11,7	182,4	3,7	325,4	15,7
Minder dan quotum	—	—	—	—	—	—	—	—
2e Quotumjaar (Maart '32 t.m. Febr. '33)								
Totaal 2e quotumjaar	9 737,8	9 285,5	5 015,7	4 718,1	546,2	514,5	15 299,7	14 518,1
Toegestaan 2e quotumjaar	9 788,—	9 242,—	5 017,—	4 739,—	546,—	518,—	15 351,—	14 499,—
Meer dan quotum	—	43,5	—	—	0,2	—	—	19,1
Minder dan quotum	50,2	—	1,3	20,9	—	3,5	51,3	—
3e Quotumjaar Maart '33 (Maart t.m. Oct. 1933)	5 435,5	5 859,3	2 800,6	3 100,4	307,6	335,8	8 543,7	9 295,5
November 1933.....	649,1	750,4	353,4	341,9	37,9	9,3	1 040,4	1 101,6
Quotum Maart t.m. November 1933	6 084,6	6 609,7	3 154,—	3 442,3	345,5	345,1	9 584,1	10 397,1
	6 129,—	6 673,—	3 141,—	3 421,—	342,—	374,—	9 612,—	10 468,—
Meer dan quotum	—	—	13,—	21,3	3,5	—	—	—
Minder dan quotum	44,4	63,3	—	—	—	28,9	27,9	70,9

Het z.g. Byrne-schema liep af per 1 Juli 1933.

Het quotum van uitvoer en productie, toegewezen aan Ned.-Indië is vanaf 1 Juli 1932 per jaar 12 823 tons of per maand rond 1 068 tons

De verdeeling hiervan per maand is als volgt:

Banka	681	tons
Billiton	349	„
Singkep	38	„
		1 068 tons

De vernieuwing der restrictie was m.i. reeds verdisconteerd in de marktprijzen en het behoeft daarom geen verwondering te baren dat zij thans zoo hardnekkig tusschen £ 228 — £ 226 blijven zweven.

Niettegenstaande de consumptie in Amerika tegenviel, gingen de zichtbare voorraden + carry-over in de Straits stock nog met + 2100 tons achteruit gedurende November. Echter zal die teruggang der consumptie in Amerika ook wel de hoofdoorzaak zijn geweest, dat het Internationaal Tinrestrictie Comité, hetwelk op 7 December j.l. te Parijs vergaderde, niet verder durfde gaan met haar aanbeveling tot quotaverhoging dan tot 40% der herziene 1929 basisproductie. Hierbij komt dan nog 4% voor verrekening van de nader gemaakte becijferingen in verband met de tinwaarde der uit verschillende landen uitgevoerde erts en de nadere berekeningen van de basisproducties.

De producties der bij de restrictie aangesloten landen worden met 1 Januari 1934 als volgt ingezet:

Bolivia	19 072 Eng. tons
Malakka	30 853 „ „
Ned.-Indië	16 590 „ „
Nigeria	4 387 „ „
Totaal	70 902 Eng. tons

Productiecijfers van Aardolie in kg tonnen.

	1933		1932	
	Nov.	t.m. Nov.	Nov.	t.m. Nov.
Java en Madoera	39 786,6	442 787,6	42 349,4	470 475,9
Noord-Sumatra	65 148,3	678 798,1	47 139,2	492 082,4
Palembang	161 448,5	1 807 734,4	147 690,1	1 562 024,8
Djambi	22 329,9	224 562,3	19 444,3	217 383,2
Oost-Borneo	96 844,2	1 130 654,6	97 829,-	1 099 203,6
Tarakan	57 274,7	708 215,-	56 745,2	771 948,1
Boenjoë	888,6	11 179,3	1 462,9	5 005,8
Ceram	*) 3 000,-	35 474,-	3 400,1	38 094,3
Ned.-Indië	446 720,8	5 039 405,3	416 060,2	4 656 218,1

*) Geschat.

Productiecijfers van Steenkolen in kg tonnen.

	1933		1932	
	Nov.	t.m. Nov.	Nov.	t.m. Nov.
Gouvernementsmijnen	48 654,-	586 538,-	41 866,-	574 465,-
Steenkolen Mij. „Parapattan”	17 340,-	222 709,7	16 019,5	206 272,1
Oost Borneo Maatschappij	7 808,-	85 525,-	9 252,-	118 992,-
Mijnbouw- & Handel Mij. „Menochan”	nihil	889,-	591,-	5 088,-

Mijnbouw Maatschappij „Redjang-Lebong”.

Gedurende de maand November werden:

8 040 tons erts vermalen van	5,72 dwts. goud per ton.
gemiddeld	37,— „ zilver „ „
1 730 „ sands en	
6 340 „ slimes behandeld.	

Geëxtraheerd werden:

door amal.	ca. —	ozs. goud en ca. —	ozs. zilver
uit de sands	521 „ „ „	2 135 „ „	
„ „ slimes	1 598 „ „ „	10 429 „ „	
totaal	ca. 2 119 ozs. goud en ca. 12 564 ozs. zilver		

ter gezamenlijke waarde van ± f 115 000,—

Bovenstaande taxatie is gebaseerd op een zilverprijs van f 0,60 per ons.

De bedrijfskosten over November j.l. bedroegen ± f 71 000,— terwijl voor prospecteeren werd uitgegeven ± f 7 000,—

De in het loopende jaar gerealiseerde producties leverden een surplus op van ± f 26 000,— boven de vroeger gepubliceerde taxaties.

De ertsreserven werden geraamd op den 1sten dezer te hebben bedragen circa 32 000 tons, met een gemiddeld gehalte van 5,9 dwts. goud per ton.

Mijnbouw Maatschappij „Simau”.

Gedurende de maand November 1933 werden:

7 452 tons erts vermalen van	10,4 dwts. goud per ton.
gemiddeld	154,— „ zilver „ „
2 765 „ sands	
4 464 „ slimes en	
249 „ concentraten behandeld.	

Geëxtraheerd werden:

uit de sands	ca. 479 ozs. goud en ca. 8 989 ozs. zilver
„ „ slimes	1 088 „ „ „ 23 829 „ „
„ „ concentr.	2 154 „ „ „ 19 129 „ „

Totaal ca. 3 721 ozs. goud en ca. 51 947 ozs. zilver

ter gezamenlijke waarde van ± f 219 000,—

Bovenstaande taxatie is gebaseerd op een zilverprijs van f 0,60 per ons.

De bedrijfskosten over November j.l. bedroegen ± f 135 000,— terwijl voor montage werd uitgegeven ... „ „ 1 000,— en voor prospecteeren der nieuwe ver-

gunningen „ „ 2 000,— De in het loopende jaar gerealiseerde producties leverden een surplus op van ± f 65 000,— boven de vroeger gepubliceerde taxaties.

De ertsreserven werden geraamd op den 1sten December j.l. te hebben bedragen circa 302 264 tons, met een gemiddeld gehalte van 10,21 dwts. goud per ton.

PERSONALIA.

J. H. Volten, wegens volbrachten diensttijd, m.i.v. ultimo November 1933, eervol uit 's Lands dienst ontslagen met recht op pensioen.

Ir. H. J. van Lohuizen, ter beschikking gesteld van den Directeur van Gouvernementsbedrijven, ten einde met werkzaamheden bij den Dienst van den Mijnbouw te worden belast.

Ir. J. Reijzer, benoemd tot hoofd van den Opsporingsdienst.

Ir. W. A. J. Aernout, benoemd tot hoofd van den Dienst der Mijnverordeningen, met bepaling dat hij nevens zijne nieuwe functie belast blijft met de leiding der Mijninspectie.

Ir. M. E. Akkersdijk, overgeplaatst van het bedrijf der Bangkatinwinning naar den Dienst der Mijnverordeningen te Bandoeng.

Ir. D. W. Weber, overgeplaatst van het bedrijf der Bangkatinwinning naar dat der Oembilinsteenkolenmijnen.

Ir. E. Hogerwaard, toegekend den persoonlijke titel van civiel ingenieur 1e klasse.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

V. VERKEERSWEZEN.

INHOUD: Verschillende vormen van railtractie, door ir. G. F. Berg.

Verschillende vormen van Railtractie.

Voordracht, den 21en November 1933 gehouden voor den Kring Bandoeng van het Kon. Instituut van Ingenieurs
door

Ir. G. F. BERG

Hoofdingenieur der Staatsspoor- en Tramwegen.

Naast een algemeene bespreking van stoom-, electrische en Dieselelectrische tractie worden in het bijzonder de technische en economische voordeelen der Dieselelectrische tractie belicht. Aan de hand van een uitgewerkt voorbeeld wordt aangetoond, dat Dieselelectrische tractie belangrijk zuiniger moet zijn dan stoomtractie, zelfs als de condities voor stoomtractie wegens lage kolenprijzen als zeer gunstig moeten worden aangemerkt. Verder wordt aangetoond, dat Dieselelectrische tractie tot een zeer grooten vervoersomvang technisch gelijkwaardig is aan de zuivere electrische tractie.

Het doel dezer voordracht is U een indruk te geven van de beteekenis der tractievormen, welke thans op de rail worden toegepast en waarbij stoom-, electrische of Dieselmotoren op de trekvoertuigen de drijfkracht leveren.

Om echter deze tractievormen onderling te vergelijken en elk voor zich naar waarde te schatten, moet men wel eenig begrip hebben van de tractie zelve, d.w.z. men moet weten, waarop de tractie berust en welke eischen men stellen kan of moet. Eenige beschouwingen hierover laat ik daarom aan het eigenlijke onderwerp voorafgaan.

Inleiding.

De tractie berust op het uitoefenen van trekkracht door middel van gedreven wielen. Bij railtractie hangt de maximaal uit te oefenen trekkracht — als de drijfkracht beschikbaar is — voornamelijk af van den druk tusschen wiel en rail, welke druk dus een noodzakelijke voorwaarde is. Voor railtractie kan men daarom de maximaal bereikbare trekkracht uitdrukken in den asdruk P .

Men stelt $T = a P$. De coëfficiënt a is daarbij voor een bepaalden toestand van wiel en rail een constante. Voor den normalen toestand — droge rails — kan men voor a een waarde aannemen van $\frac{1}{4}$.

Het uitoefenen van trekkracht alleen heeft echter weinig beteekenis. Men kan de zwaarste trein in beweging brengen met handkracht, maar slechts uiterst langzaam. Om snelheid te ontwikkelen, moet vermogen beschikbaar zijn. Het door het trekvoertuig uit te oefenen vermogen wordt bepaald zoowel door de trekkracht als door de snelheid. Het vermogen volgt uit de betrekking: $N = T \times V : 270$, waarin N het vermogen is in pk, T de trekkracht in kg en V de snelheid in km per uur.

Nu is het vermogen voor een trekvoertuig maatgevend in dien zin, dat het realiseeren van de mo-

gelijke trekkracht voor een bepaald vermogen uitsluitend een kwestie is van de technische constructie van het trekvoertuig. Men moet slechts het aantal assen drijven, dat noodig is om de mogelijke trekkracht op te nemen.

Tractie-eischen.

Als krachtwerktuig onderscheidt zich een trekvoertuig doordat het onder volle belasting moet aanloopen. Het krachtwerktuig, dat de wielen drijft, moet dus ook stilstaande trekkracht kunnen leveren.

Verder dient men te onderscheiden: de trekkracht, welke moet worden uitgeoefend onder stationnaire condities, dus voor het bewegen van een trein van bepaald gewicht met een bepaalde snelheid op een bepaalde helling, en de trekkracht, welke moet worden uitgeoefend gedurende het aanzetten van denzelfden trein.

De benodigde trekkracht onder stationnaire condities is bepaald en het uit te oefenen vermogen dus ook. De benodigde trekkracht gedurende het aanzetten hangt echter af van de versnelling, welke men wenscht. Snel aanzetten vordert echter zeer veel hoogere trekkrachten dan de trekkrachten, waarmede men volstaan kan na het bereiken der stationnaire conditie. Een trekvoertuig moet dus bij lagere snelheden grootere trekkrachten kunnen uitoefenen dan de trekkracht, welke volgt uit het normale vermogen bij de normale snelheid.

Het uitoefenen van hoogere trekkrachten bij lage snelheden is echter niet alleen voor het aanzetten van belang. Een spoorweg is zelden zoo aangelegd, dat de condities voor het rijden over de geheele lengte constant zijn. Een trekvoertuig wordt ontworpen voor het uitoefenen van een bepaald vermogen bij een bepaalde snelheid op een bepaalde helling.

In het algemeen zullen in den spoorweg ook zwaardere hellingen voorkomen, waarop het trekvoertuig

met het normale treingewicht de normale snelheid niet zal kunnen bereiken. De snelheidsafname zal echter minder zijn, naarmate bij afnemende snelheid een grootere trekkracht beschikbaar komt.

Gaan wij uit van het normale vermogen bij de normale snelheid, dan is de grondvoorwaarde van tractie, dat de beschikbare trekkracht bij afnemende snelheid moet toenemen, waaruit volgt, dat het vermogen minder snel moet afnemen dan de snelheid.

Een krachtwerktuig is dan ook alleen geschikt voor het drijven der wielassen van een trekvoertuig, als het een tractie-karakteristiek heeft.

Een krachtwerktuig, dat geen tractie-karakteristiek heeft, kan men daarom wel voor tractie toepassen, aangezien men slechts vermogen noodig heeft. Alleen kan men een dergelijk krachtwerktuig niet koppelen aan wielassen. Men moet het vermogen van zulk een krachtwerktuig zoodanig omvormen, dat men het beschikbaar krijgt voor een krachtwerktuig, dat wel een tractie-karakteristiek bezit.

Bruikbaarheid der beschikbare krachtwerktuigen op grond van hun karakteristiek en nuttig effect.

De beschikbare krachtwerktuigen moet men voor hunne toepassing als drijfkracht op trekvoertuigen dus toetsen aan hunne karakteristiek.

Nu is een krachtwerktuig een dood voorwerp. De arbeid wordt geleverd door een werkstof, welke men door het werktuig laat stroomen. De mechanische arbeid, die in het krachtwerktuig uit de werkstof vrijkomt, is te voren in den een of anderen aequivalenten vorm aan die werkstof toegevoerd. De werkstof fungeert dus alleen als een transportmiddel of drager van arbeid of arbeidsvermogen. Daar de arbeid voortkomt uit de werkstof, zal het vermogen van een krachtwerktuig afhankelijk zijn van de hoeveelheid werkstof, die in de tijdseenheid door het werktuig passeert, of, zooals men eenigszins onjuist zegt, door het werktuig wordt verbruikt. Er is echter hierbij nog een conditie, die men in aanmerking nemen moet, namelijk, in hoeverre binnen het krachtwerktuig aan de werkstof ook inderdaad de gelegenheid geboden wordt arbeid af te geven. Deze conditie geldt in het bijzonder voor dragers van arbeidsvermogen als gassen of dampen. Om hieruit zooveel mogelijk arbeid te halen, moet men ze laten expandeeren. Daaraan zijn echter grenzen gesteld door de vaste en beperkte afmetingen van het krachtwerktuig, in het bijzonder van die deelen, welke de werkstof geleiden.

Wij zullen nu achtereenvolgens beschouwen de karakteristiek van de Dieselmotor, stoommachine en electromotor.

De Dieselmotor is een zuigerwerktuig. De werkstof levert daarbij arbeid door het verdringen van een zuiger. Door een drijfslag-krukmechanisme wordt de heen en weer gaande beweging van den zuiger omgezet in de roteerende van de as. De werkstof, die den arbeid levert, wordt in den motor binnen den cilinder geproduceerd. Het gevolg daarvan is, dat men den motor door een hulpkracht in gang moet brengen. De motor neemt lucht op, die in den cilinder snel wordt gecomprimeerd en daar-

door sterk verhit. Dit comprimeeren vordert arbeid, die beschikbaar is van andere cilinders, want men past bij een Dieselmotor altijd een — in vergelijking met een normale stoommachine — groot aantal cilinders toe, normaal zes of acht. Na de compressie wordt in de hoogverhitte lucht de brandstofolie ingespoten, die onmiddellijk verbrandt. De werkstof is het gasmengsel onder hoogen druk, dat door de verbranding der olie ontstaat. De hooge druk is uitsluitend het gevolg van de bij de verbranding der olie ontwikkelde warmte. De toename van de opgesloten hoeveelheid gas tengevolge der verbranding bedraagt slechts 3% en heeft geen invloed op de drukvorming. De Dieselmotor is daarom een zuivere warmtemotor en geen chemische motor, omdat de chemische omzetting, die men verbranding noemt, niet tot de drukvorming bijdraagt, zooals bijvoorbeeld wel het geval is bij de chemische omzetting van springstoffen. Een kanon is daarom wel een chemisch werktuig. De in den cilinder achter den zuiger opgesloten gasmassa ondergaat als geheel door de verbranding ook maar weinig verandering wegens het naar gewicht en volume bijkans stationnaire stikstofgehalte van ca. 80%. De werkstof is daarom hoofdzakelijk stikstof. De geproduceerde werkstof verdringt, al expandeerd, den zuiger, die daarbij arbeid afgeeft.

De arbeidslevering van een zuiger geschiedt dus niet continue. Afwisselend geeft de zuiger arbeid af en neemt hij arbeid op. Daar echter de afgegeven arbeid grooter is dan de opgenomen arbeid, omdat de expansie der werkstof onder hoogerem druk verloopt dan de compressie der lucht, wordt een overschot aan arbeid geleverd. De hiaten in de arbeidslevering worden, zooals reeds werd opgemerkt, bij elken zuiger overbrugd door de andere zuigers.

De werkstof wordt bij den Dieselmotor niet continue geproduceerd en verbruikt, maar in per zuigerslag afgemeten hoeveelheden. In een bepaalden cilinder kan men per slag slechts een bepaalde hoeveelheid werkstof produceeren en daaraan slechts een bepaalde hoeveelheid arbeid onttrekken. Hieruit volgt, dat het vermogen van den Dieselmotor recht evenredig is met het toerental. De karakteristiek van een Dieselmotor is daarom, zooals *fig. 1* laat zien, een rechte lijn. Het beschikbare vermogen van een Dieselmotor neemt evenredig toe en af met het toerental. De Dieselmotor heeft geen tractie-karakteristiek en is daarom niet geschikt voor vaste en onveranderlijke koppeling met de wielassen van een trekvoertuig.

De verbranding van 1 kg Dieselolie levert ca. 10 000 calorieën. Uit den arbeid in kgm, welke per kg verbruikte olie op den zuiger geleverd wordt, volgt het thermisch nuttig effect van den Dieselmotor. Dit bedraagt ca. 43%. Van de verliezen komen ca. 33% ten laste van de noodzakelijke koeling van den cilinder en ca. 24% ten laste van de onvoldoende expansie van de werkstof. De expansieverhouding is door de vaste afmetingen van den cilinder gelimiteerd tot de compressieverhouding. Het rendement van den Dieselmotor is onafhan-

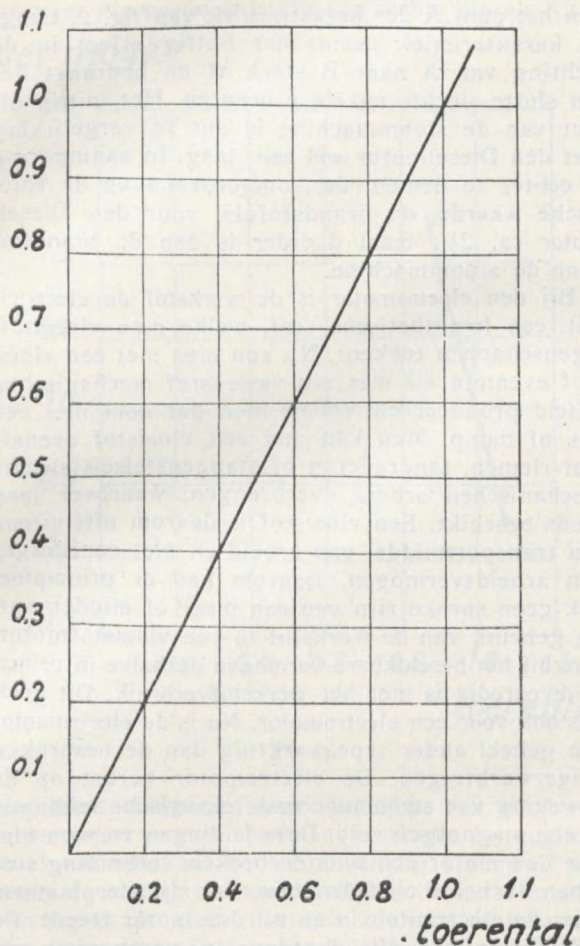
vermogen

Fig. 1.

kelijk van het toerental. Het halve vermogen wordt bij het halve toerental geleverd met hetzelfde rendement als het volle vermogen bij het volle toerental. Dit is een, juist voor het gebruik van den motor als drijfkracht op een trekvoertuig, zeer gunstige conditie, zooals later zal blijken.

De stoommachine wordt voor tractie uitsluitend als zuigerwerktuig toegepast. Wij zullen daarom alleen de karakteristiek van de zuigermachine beschouwen. De werkstof, namelijk de stoom, wordt geproduceerd in een stoomketel. De werkstof wordt kant en klaar voor gebruik aan de machine toegevoerd. Men kan daarom de machine in beweging brengen eenvoudig door het openstellen van den stoomtoevoer; de machine gaat dan uit zich zelf loopen.

De stoomproductie in den ketel geschiedt principieel onafhankelijk van de machine. De stoomketel kan in de tijdseenheid een bepaalde hoeveelheid stoom produceeren. Voor de machine is dus onafhankelijk van het toerental een constante hoeveelheid stoom per tijdseenheid beschikbaar. Nu zal men, om zooveel mogelijk arbeid uit den stoom te halen, expansie moeten toepassen. Men maakt den cilinder dus zoo groot, dat bij het normale toerental een behoorlijk expansie-verhouding be-

staat. Aangezien de beschikbare hoeveelheid stoom constant is, zal bij afnemend toerental meer stoom per zuigerslag beschikbaar zijn, waaruit volgt, dat de expansieverhouding afneemt en men dus met afnemend toerental uit eenzelfde hoeveelheid stoom minder arbeid krijgt. Daarom neemt bij een stoommachine het vermogen snel af met het toerental, zooals de karakteristiek van fig. 2 aangeeft tusschen de punten A en B. Over dit gedeelte is theoretisch het verloop logarithmisch en tot het bij het punt B behorende toerental bezit de stoommachine een tractie-karakteristiek. Het punt B is bepaald door het toerental, waarbij de per slag beschikbare hoeveelheid stoom den cilinder geheel vult, zoodat er geen expansie meer optreden kan. Beneden het toerental van het punt B zijn de hoeveelheid stoom, die de machine per slag opneemt en de arbeid, die de stoom per slag levert, constant, zoodat het vermogen evenredig is met het toerental. Beneden het punt B verloopt de karakteristiek van fig. 2 daarom recht. Het rechte gedeelte valt samen met de raaklijn in B aan het kromme gedeelte AB. Aangezien het rechte gedeelte kort is, wordt de karakteristiek als geheel daardoor weinig beïnvloed, zoodat de stoommachine inderdaad een tractie-karakteristiek bezit.

Het thermisch nuttig effect van de stoommachine

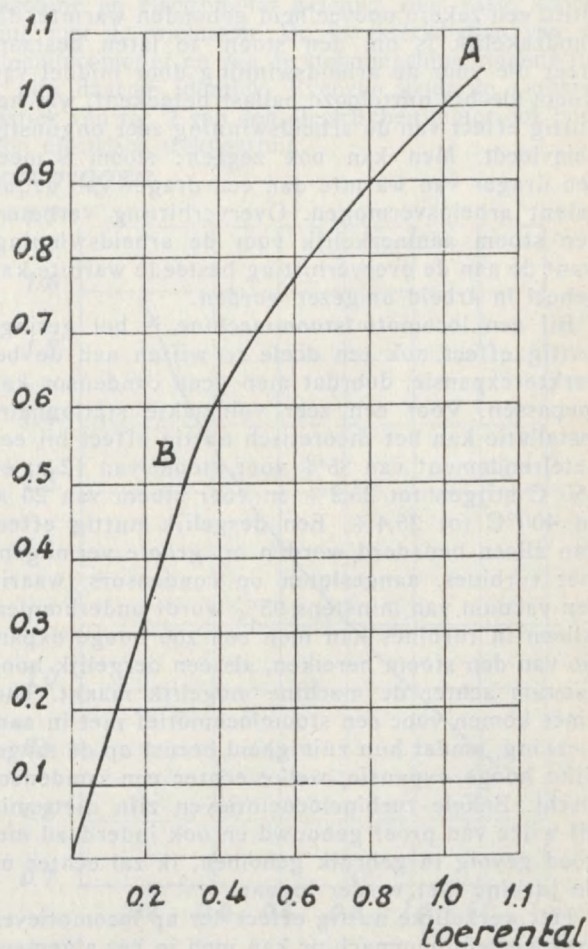
vermogen

Fig. 2.

neemt toe met de stoomdruk en oververhitting, omdat men meer arbeid uit den stoom kan halen, naarmate men meer warmte toevoert. Het mogelijke theoretische thermische nuttig effect, dat praktisch niet verwezenlijkt kan worden, bedraagt onder de condities, die gelden voor een stoomlocomotief, 11% voor stoom van 12 at druk, oververhit tot 350°, en 13% voor stoom van 20 at druk, oververhit tot 400°. De laatstgenoemde druk wordt thans nog slechts bij uitzondering op locomotieven toegepast, de normale grens is tegenwoordig nog 15 at. Het nuttig effect blijkt dus in vergelijking met den Dieselmotor, waarbij het werkelijk nuttig effect 43% bedraagt, zeer gering te zijn, wat te wijten is aan twee principieele oorzaken. De eerste oorzaak is de vorming van de werkstof buiten de machine in een afzonderlijken stoomketel. Hieraan zijn de onvermijdelijke ketelverliezen verbonden. In het bijzonder moet men zich bij een stoomlocomotief tevreden stellen met een beperkt ketelrendement van ca. 65%, omdat men uit den aard der zaak ten aanzien van afmetingen en gewicht van den ketel zeer gebonden is. De tweede oorzaak ligt in het karakter van de werkstof. De stoom kan alleen uit water gevormd worden. De omzetting van water in stoom eischt veel warmte, welke, om het populair uit te drukken, aan den stoom gebonden is en een voorwaarde is voor het bestaan van den stoom. In stoom huist dus altijd een zekere hoeveelheid gebonden warmte, die noodzakelijk is om den stoom te laten bestaan, maar die voor de arbeidswinning door middel van stoom slechts nuttelooze ballast beteekent, wat het nuttig effect van de arbeidswinning zeer ongunstig beïnvloedt. Men kan ook zeggen: stoom is meer een drager van warmte dan een drager van equivalent arbeidsvermogen. Oververhitting verbetert den stoom aanmerkelijk voor de arbeidswinning, want de aan de oververhitting besteede warmte kan geheel in arbeid omgezet worden.

Bij een locomotiefstoommachine is het geringe nuttig effect ook ten deele te wijten aan de beperkte expansie, doordat men geen condensor kan toepassen. Voor een zeer volmaakte stationnaire installatie kan het theoretisch nuttig effect bij een ketelrendement van 85% voor stoom van 12 at en 350°C stijgen tot 23,2% en voor stoom van 20 at en 400°C tot 25,4%. Een dergelijk nuttig effect kan alleen benaderd worden bij groote vermogens met turbines, aangesloten op condensoren, waarin een vacuum van minstens 95% wordt onderhouden. Alleen in turbines kan men een zoo hooge expansie van den stoom bereiken, als een dergelijk hoog vacuum achter de machine mogelijk maakt. Turbines komen voor een stoomlocomotief niet in aanmerking, omdat hun zuinigheid berust op de mogelijke hooge expansie, welke echter een condensor eischt. Enkele turbinelocomotieven zijn niettemin bij wijze van proef gebouwd en ook inderdaad met goed gevolg in gebruik genomen. Ik zal echter op de turbine niet verder ingaan.

Het werkelijke nuttig effect der op locomotieven toegepaste stoommachine kan men in het algemeen op hoogstens 9% stellen, welke waarde dan ook

weer alleen geldt voor de uitoefening van het vermogen onder condities, als bestaan in de nabijheid van het punt A der karakteristiek van fig. 2. Langs de karakteristiek neemt het nuttig effect in de richting van A naar B sterk af en bedraagt het ten slotte slechts enkele procenten. Het nuttig effect van de stoommachine is dus in vergelijking met den Dieselmotor wel zeer laag. In aanmerking is echter te nemen, dat, omgerekend op de calorische waarde, de brandstofolie voor den Dieselmotor ca. 2½ maal duurder is dan de brandstof voor de stoommachine.

Bij den electromotor is de werkstof de electriciteit, een hypothetische stof, welke men vloeistof-eigenschappen toekent. Nu kan men met een vloeistof evenmin als met een vaste stof mechanischen arbeid produceeren, zooals men dat doet met een gas of damp. Men kan met een vloeistof evenals met riemen, tandraden of stangenstelsels slechts mechanischen arbeid overbrengen, waarover men reeds beschikt. Een vloeistof is daarom uitsluitend een transportmiddel van arbeid en niet een drager van arbeidsvermogen. Daarom kan er principieel ook geen sprake zijn van een meer of minder nuttig gebruik van de werkstof in een vloeistofmotor, waarbij het beschikbare vermogen derhalve in principe evenredig is met het werkstofverbruik. Dit geldt dus ook voor een electromotor. Nu is de electromotor een geheel ander type werktuig dan de besproken zuigerwerktuigen. De electromotor berust op de beweging van stroomvoerende electricische leidingen in een magnetisch veld. Deze leidingen vormen binnen den motor een ononderbroken verbinding tusschen de beide eindklemmen, dat zijn de plaatsen, waar de electriciteit in en uit den motor treedt. De stilstaande motor is daardoor in wezen niets anders dan een stuk leiding; het motorkarakter vormt zich eerst met de draaiing en ontwikkelt zich sterker, naarmate de draaiing toeneemt, d.w.z. naarmate de motor sneller draait.

Bij het doorstromen van den stilstaanden motor ondervindt de electriciteit dus geen andere belemmering dan een gewone leiding biedt. De hoeveelheid electriciteit, welke per tijdseenheid door den stilstaanden motor stroomt, is dus feitelijk ongelimiteerd. Deze conditie kan men praktisch niet toelaten en daarom zal men door inrichtingen buiten den motor den electriciteitsstroom beperken, maar dit doet thans niet ter zake. Als de motor draait, is de hoeveelheid electriciteit, welke de motor per tijdseenheid opneemt, in overeenstemming met het uitoefende vermogen. Bij de draaiing treedt dus in den motor een invloed op, welke de doorstroming der electriciteit begrenst. Die invloed is de zoogenaamde tegen-electromotorische kracht, welke in de geleiders gaat werken en zijn oorzaak vindt in de beweging dier geleiders in het magnetisch veld. De tegen-electromotorische kracht neemt bij onveranderd magnetisch veld recht evenredig toe en af met het toerental, zoodat de door den motor opgenomen hoeveelheid electriciteit omgekeerd evenredig met het toerental varieert. Aangezien de opgenomen hoeveelheid electriciteit een rechtstreekse maatstaf is voor het vermogen, zal ook het vermogen omgekeerd evenredig met het toerental va-

rieeren. Bij afnemend toerental zal dus het vermogen evenredig toenemen. De karakteristiek van den beschreven electromotor is dus een rechte lijn als *fig. 3*

vermogen

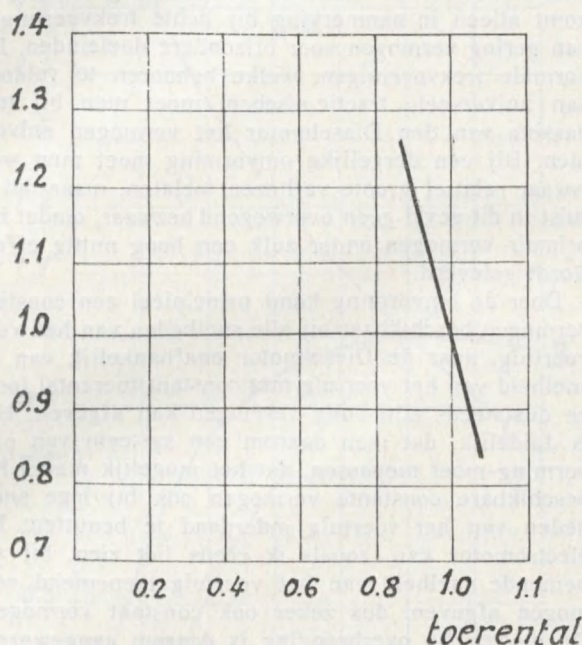


Fig. 3.

weergeeft. Aangezien men natuurlijk den motor dimensioneert voor een normaal vermogen bij een normaal toerental, zal het vermogen bij afnemend toerental zeer sterk toenemen, volgens de karakteristiek van *fig. 3* zóó sterk, dat men het voor de belasting van de machines in de centrale zelfs bezwaarlijk acht. De sterke toename van het vermogen bij afnemend toerental kan men echter afdempen door het magnetisch veld ook toenemend te versterken. De karakteristiek van *fig. 3* heeft betrekking op den shuntmotor, waarbij de bekrachtiging van het magnetisch veld geschiedt onafhankelijk van den stroom, die het vermogen levert. Bij den seriemotor laat men echter het magnetisch veld ook bekrachtigen door den stroom, die het vermogen levert. Het resultaat daarvan is, dat de afname der tegen-electromotorische kracht tengevolge van de afname van het toerental ten deele gecompenseerd wordt door een versterking van het magnetisch veld. De tegen-electromotorische kracht neemt dus bij den seriemotor bij afnemend toerental minder snel af, dan bij den shuntmotor met het gevolg, dat de hoeveelheid doorstroomende electriciteit en daarmee het vermogen bij den seriemotor minder snel toeneemt dan bij den shuntmotor. De seriemotor heeft daarom een karakteristiek als *fig. 4* weergeeft. Van het normale toerental uit neemt het vermogen bij afnemend toerental aanvankelijk langzaam en daarna sneller toe. De seriemotor bezit inderdaad een ideale tractie-karakteristiek. De shuntmotor is daarentegen een motor voor constant toerental, d.w.z. men moet een shuntmotor niet zoo zwaar belasten, dat het toerental aanmerkelijk afneemt.

Nu neemt volgens de karakteristiek van *fig. 4* het vermogen van den seriemotor bij afnemend toerental

onbepaald toe. Het is echter praktisch ondenkbaar, dat men een bepaalden motor maar onbepaald belasten zou. Op die wijze zou het mogelijk zijn uit den kleinsten motor de grootste vermogens te halen, wat natuurlijk niet juist kan zijn. In werkelijkheid bestaat er een begrenzing door de verliezen, die in den vorm van warmte in elke electricische geleiding optreden en dus ook in de geleidingen binnen den motor. Laat men abnormale hoeveelheden electriciteit door een leiding gaan, dan wordt de warmteontwikkeling zoo groot, dat ze ontoelaatbaar is. Men moet dus bij het gebruik van een electromotor rekening houden met de verwarming, maar niettemin kan men van den motor gedurende korten tijd relatief zeer groote vermogens vergen.

Van een nuttig effect van een electromotor kan men eigenlijk niet spreken. Het nuttig effect der arbeidswinning moet men zoeken in de centrale. Het nuttig effect van een electromotor heeft men zelf in de hand door de afmetingen, doch men is daarbij natuurlijk aan bepaalde economische verhoudingen gebonden. Normaal bedraagt het nuttig effect 90% voor het gewone vermogen. Het neemt dan af bij toenemend vermogen.

Karakteristiek van het trekvoertuig op grond van de aangewende drijfkracht.

Zoals uit het voorgaande blijkt, zijn de stoommachine en electromotor geschikt voor vaste koppeling met de wielassen. De karakteristieken van de stoomlocomotief en van de stoommachine volgens *fig. 2* zijn daarom identiek. Evenzoo geldt de karakteristiek van *fig. 4* van den electricchen motor ook voor een electricch trekvoertuig.

vermogen

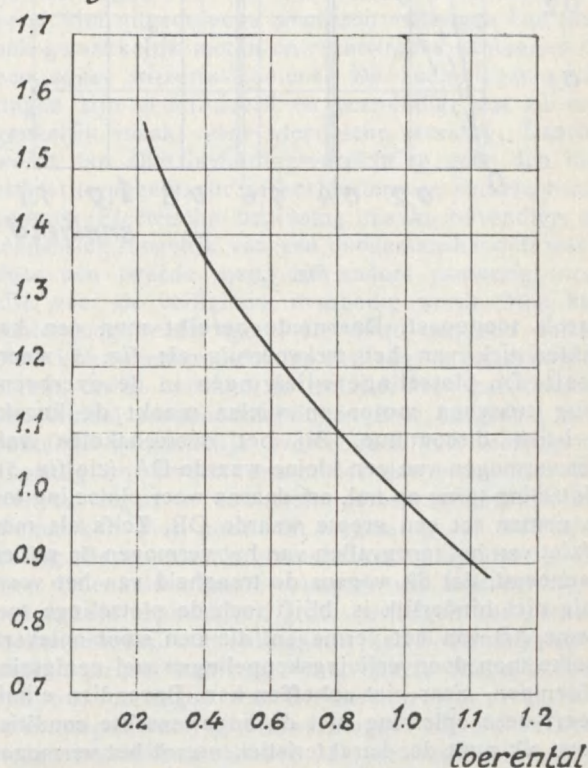


Fig. 4.

Bij gebruik van den Dieselmotor moet men echter bijzondere middelen aanwenden om het trekvoertuig een tractie-karakteristiek te geven. Een middel is het toepassen van eenige stellingen tandraderen met toenemende overbrenging, die men achtereenvolgens inkoppelt bij afnemende snelheid van het voertuig. Deze methode wordt ook bij

vermogen

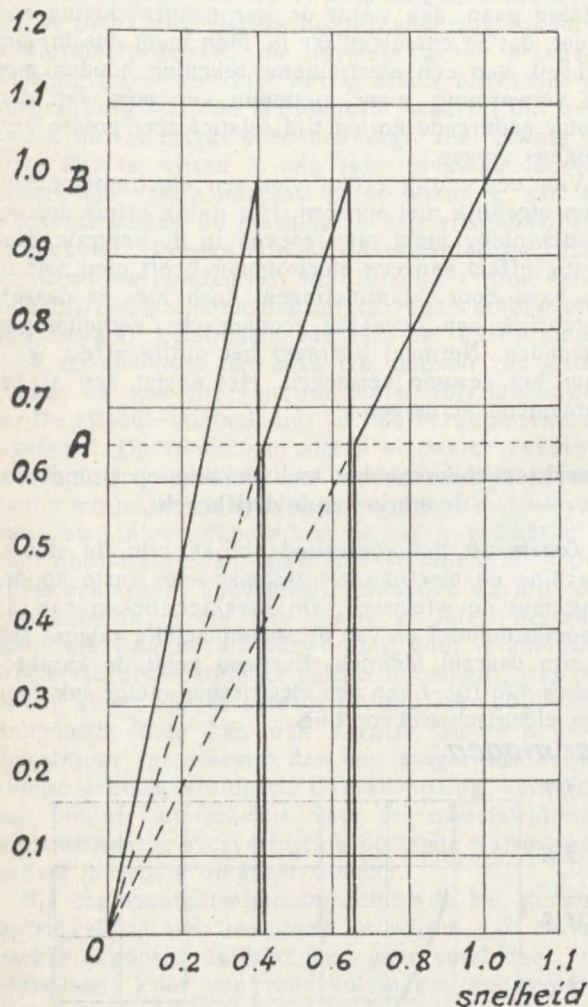


Fig. 5.

auto's toegepast. Daarmede bereikt men een karakteristiek van het trekvoertuig als fig. 5 weer geeft. De plotselinge wijzigingen in de overbrenging tusschen motor en wielas maakt de karakteristiek discontinue. Bij het overschakelen valt het vermogen van een kleine waarde OA, (zie fig. 5), plotseling terug op nul, om daarna weer plotseling toe te nemen tot een groote waarde OB. Zelfs als men afziet van het terugvallen van het vermogen op nul en aanneemt, dat dit wegens de traagheid van het voertuig niet hinderlijk is, blijft toch de plotselinge toename AB van het vermogen, die een stoot oplevert, welke men door wrijvingskoppelingen wel eenigszins afdempen, maar niet opheffen kan. Bovendien elimineert deze oplossing niet de ongewenschte conditie: voor elk punt der karakteristiek neemt het vermogen sterk af met de snelheid, waardoor het trekvoertuig

bij het volle motorvermogen zeer sterk zal reageeren op hellingen. Om dit bezwaar te ontgaan moet men een motor toepassen met een belangrijk reservevermogen, wat niet economisch is. De beschouwde oplossing is daarom zoowel technisch als economisch gebrekkig en komt alleen in aanmerking bij lichte trekvoertuigen van gering vermogen voor bijzondere doeleinden. Bij normale trekvoertuigen, welke behooren te voldoen aan universeele tractie-eischen, moet men bij toepassing van den Dieselmotor het vermogen omvormen. Bij een dergelijke omvorming moet men weliswaar relatief groote verliezen toelaten, maar dat is juist in dit geval geen overwegend bezwaar, omdat het primair vermogen onder zulk een hoog nuttig effect wordt geleverd.

Door de omvorming komt principieel een constant vermogen beschikbaar bij alle snelheden van het trekvoertuig, daar de Dieselmotor onafhankelijk van de snelheid van het voertuig met constant toerental loopt en dus steeds zijn volle vermogen kan afgeven. Het is duidelijk, dat men daarom een systeem van omvorming moet toepassen, dat het mogelijk maakt het beschikbare constante vermogen ook bij lage snelheden van het voertuig inderdaad te benutten. De electromotor kan, zooals ik reeds liet zien, bij afnemende snelheid van het voertuig toenemend vermogen afgeven, dus zeker ook constant vermogen. De elektrische overbrenging is daarom aangewezen, waardoor men tevens alle voordeelen van het electrisch drijven der wielassen verkrijgt, die ik later nog zal noemen. Bij de elektrische omvorming bouwt

vermogen

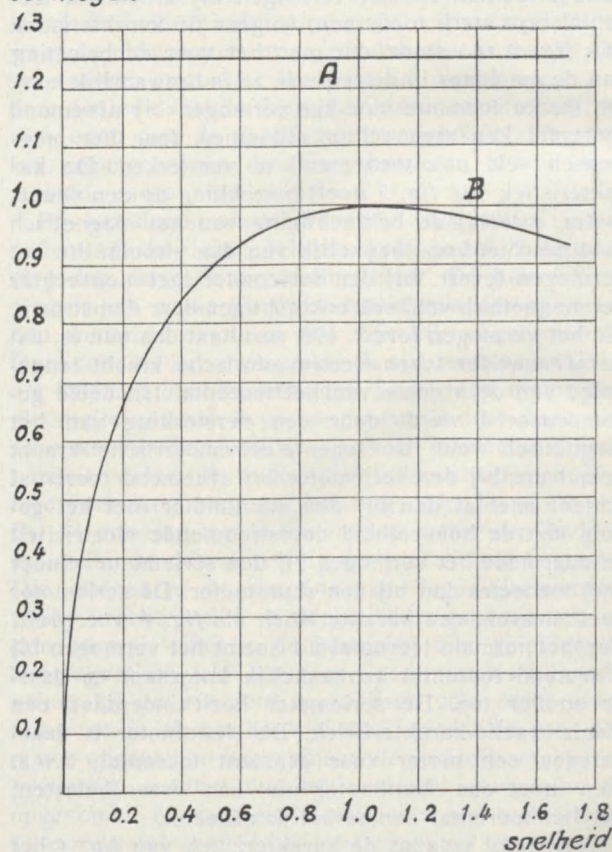


Fig. 6.

vermogen

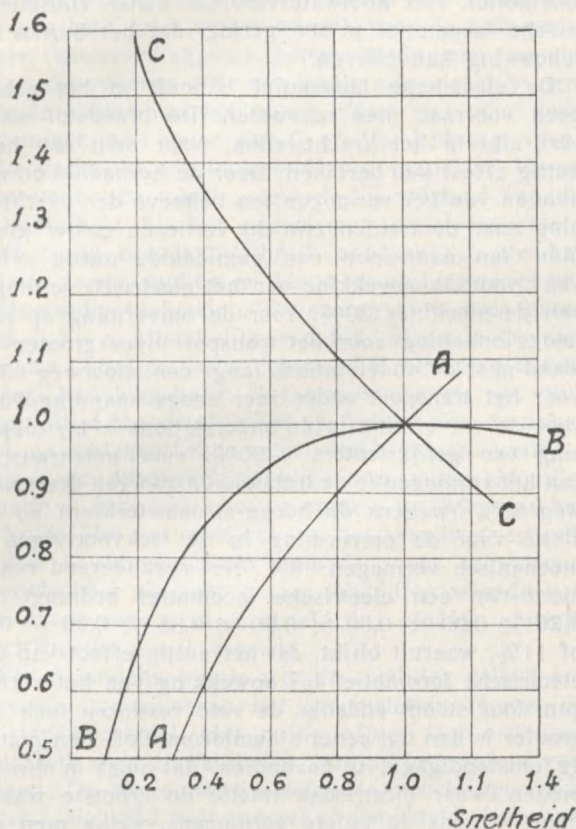


Fig. 7.

men den Dieselmotor met een generator samen tot een Dieselelectrisch aggregaat, dat den electrischen stroom levert voor de motoren, die de wielassen drijven. De Dieselmotor loopt evenals een stationnaire machine onder de controle van een reguleur op constant aantal toeren. De machinist regelt het vermogen naar behoefte alleen met de bekrachtiging van het magnetisch veld van den generator. De Dieselmotor levert automatisch het gevraagde vermogen. Men maakt bovendien den reguleur door bediening verstelbaar voor meerdere toerentallen, waardoor, zooals ik reeds opmerkte, een evenredig verminderd vermogen bij verminderd toerental onder het volle rendement verkregen wordt.

De principe-karakteristiek van een Dieselelectrisch voertuig is dus een lijn van constant vermogen, dat is de lijn A in fig. 6. Men moet echter praktisch rekening houden met de verliezen, die aanvankelijk gering zijn, doch geleidelijk toenemen, waardoor de werkelijke karakteristiek verloopt zooals de lijn B in fig. 6 aangeeft.

Fig. 7 geeft nog eens een onderlinge vergelijking op gelijke schaal van de karakteristieken van een stoom-, electrisch en Dieselelectrisch trekvoertuig. AA is de karakteristiek voor stoom-, BB voor Dieselelectrische en CC voor electrische tractie. Daaruit blijkt, dat stoomtractie de slechtste karakteristiek heeft, electrische tractie de beste en dat die der Dieselelectrische tractie het midden houdt tusschen beide.

Principieel verschil tusschen stoomtractie enerzijds en electrische, resp. Dieselelectrische tractie anderzijds.

Nu ik in het voorgaande de technische eigenschappen der drie tractievormen heb belicht, kan ik overgaan tot een algemeene bespreking.

Er bestaat een kenmerkend verschil tusschen stoomtractie enerzijds en electrische, resp. Dieselelectrische tractie anderzijds.

Bij stoomtractie berust de opwekking van het vermogen op het trekvoertuig in handen van het bedienend personeel. De stoker moet geregeld het vuur voorzien en het water in den ketel op peil houden; de machinist, die verantwoordelijk is, moet op het werk van zijn stoker letten. De taak van het personeel is niet altijd gemakkelijk en eenvoudig. Slechte kolen of slecht ketelwater kunnen groote moeilijkheden opleveren. Veel routine en een goede bekendheid met de lijn worden vereischt om te zorgen, dat het vermogen in overeenstemming met de behoefte beschikbaar is. Bij voortdurende zware belasting vervuult het vuur door de slakken der kolen betrekkelijk spoedig, wat het vermogen ongunstig beïnvloedt. Door de vele secundaire factoren, die daarop van invloed zijn, is het vermogen eener stoomlocomotief niet scherp bepaald. Oliestoken of het mechanisch verstoken van kool in poedervorm verbetert de condities eenigszins en verlicht de fysieke taak van den stoker, maar het opwekken van het vermogen blijft de zorg van het personeel vergen.

Daartegenover staat bij electrische en Dieselelectrische tractie het vermogen op het trekvoertuig steeds volkomen ter beschikking. Het personeel heeft het vermogen slechts te commandeeren. Bovendien is het vermogen van een trekvoertuig nauwkeurig bekend. Het uitgeoefende electrisch vermogen kan men ook gemakkelijk meten en rechtstreeks aantonen op een enkel wijzerinstrument. De bedieningsverrichtingen zijn gedefinieerd en eenvoudig, wat ze toegankelijk maakt voor electrische werking. Daarbij wordt dan elke bedieningsverrichting voor den machinist teruggebracht tot het sluiten van een electrisch contact. Electrische bediening maakt bovendien de toepassing mogelijk van een doodemanshandel, waardoor een tweede man, die anders aanwezig moet zijn voor de veiligheid, overbodig wordt. Men kan echter nog verder gaan. De dikte van een enkele electrische commandoleiding bedraagt in totaal slechts 6 mm, d.w.z. inclusief de isolatie. Men kan daarom een bundel commandoleidingen door buigzame koppelkabels gemakkelijk overbrengen van voertuig op voertuig en bereikt daarmee, dat men meerdere trekvoertuigen in een trein gemeenschappelijk bedienen kan. Men noemt dit toepassing van treinschakeling. De waarde der treinschakeling ligt daarin, dat men uit enkele normale eenheden van trekvoertuigen een enkele eenheid van groot vermogen kan samenstellen zonder uitbreiding van het bedieningspersoneel. Daardoor komt men met enkele eenheidstypen van trekvoertuigen toe. Bij stoomtractie moet men daarentegen voor groote vermogens bijzondere eenheden beschikbaar hebben, die als regel niet altijd ten volle benut kunnen worden. Bij treinschakeling

moeten alle voertuigen, waarover de bediening zich uitstrekt, uitgerust zijn met een doorgaanden bundel commandoleidingen. Elke leiding in dezen bundel verzorgt een bepaalde bedieningsverrichting, welke op alle in de treinschakeling opgenomen trekvoertuigen gelijktijdig wordt uitgevoerd, aangezien de voortplanting van het electrisch commando binnen een treinlengte geen tijd vordert. Een voorwaarde voor de treinschakeling is natuurlijk, dat de trekvoertuigen ingericht zijn op de samenwerking. Het aantal bedieningsverrichtingen moet voor alle trekvoertuigen gelijk zijn en de overeenkomstige bedieningsverrichtingen moeten op alle trekvoertuigen ook gelijke gevolgen opleveren. De eerste eisch is een gelijk snelheidsbereik voor alle in treinschakeling gekoppelde trekvoertuigen. Men kan niet een trekvoertuig voor een maximale snelheid van 60 km per uur koppelen met een trekvoertuig voor een maximale snelheid van 80 km per uur, aangezien een aan beide gekoppelde voertuigen opgelegde gemeenschappelijke snelheid voor het eerste voertuig relatief te hoog en voor het tweede voertuig relatief te laag zou zijn voor een goede verdeling van het totale vermogen over beide voertuigen. Op grond van de karakteristiek van den seriemotor zou het eerste, relatief te snel loopende voertuig, relatief te weinig vermogen afgeven en het tweede, relatief te langzaam loopende voertuig, relatief te veel vermogen afgeven. Het tweede voertuig zou daardoor overbelast worden ten koste van het eerste. Een tweede eisch is, dat trekvoertuigen in treinschakeling gelijk aanzetten. Als dus een trekvoertuig van 550 pk ingericht is voor opvoeren van het vermogen in 8 trappen van resp. 60, 60, 80, 100, 80, 60, 60 en 50 pk, zal een trekvoertuig van 330 pk ingericht moeten zijn voor het opvoeren van het vermogen in 8 trappen van resp. 36, 36, 48, 60, 48, 36, 36 en 30 pk, als men treinschakeling met het voertuig van 550 pk wensch.

Nuttig effect van de tractie-eenheid op zich zelf beschouwd.

Het nuttig effect van een stoomlocomotief bedraagt voor het normale vermogen ca. 9%, namelijk de waarde, die reeds voor de stoommachine werd genoemd. Voor kolen, die 7000 cal per kg leveren, bedraagt dan het verbruik juist 1 pk per pkh. Bij een ketelrendement van 65% levert 1 kg kolen 4550 cal in den ketel. Hiermede wordt gevormd 6 kg stoom van 14 at en 350° C. Een stoomlocomotief van 1000 pk verbruikt dus voor het uitoefenen van dat vermogen per uur 1000 kg kolen en 6000 kg water, totaal 7000 kg voorraad.

De Dieselmotor verbruikt onder overeenkomstige condities, als hierboven aangenomen werd voor de stoomlocomotief, 180 g brandstofolie per pkh, gemeten aan de as van den Dieselmotor. Stelt men het rendement der electrische omvorming van het vermogen onder de aangenomen condities op 80%, dan bedraagt het brandstofolieverbruik eener Dieselelectrische locomotief 225 g brandstofolie per pkh. Voor het uitoefenen van een vermogen van 1000 pk bedraagt het brandstofverbruik per uur dus 225 kg, dat

is slechts het $\frac{1}{32}$ deel van het verbruik eener stoomlocomotief. Het koelwaterverbruik eener Dieselelectrische locomotief is zoo gering, dat het buiten beschouwing kan blijven.

De electrische locomotief behoeft in het geheel geen voorraad mee te voeren. De brandstof wordt verbruikt in het krachtstation, waar men een hoog nuttig effect kan bereiken. Door de herhaalde omvormingen van het vermogen ten behoeve der overbrenging naar de treinen zijn de verliezen echter groot. Men kan aannemen een gemiddelde nuttig effect van : voor de opwekking van het electrisch vermogen aan de machines 20%, voor de omvorming op zeer hooge spanning voor het transport over grooten afstand naar de onderstations langs den spoorweg 90%, voor het transport onder zeer hooge spanning 90%, voor de omvorming in de onderstations — bij toepassing van gelijkrichters — 90%, voor het transport van het vermogen in de tractieleidingen van den spoorweg 85% (wegens de hooge stroomsterkten) en ten slotte voor de omvorming in de trekvoertuigen in mechanisch vermogen 90%. Het resulterend rendement van een electrische locomotief bedraagt dan $0,20 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,85 \times 0,90 = 0,11$ of 11%, waaruit blijkt, dat het nuttig effect van een electrische locomotief bij opwekking van het vermogen door stoom ondanks de vele verliezen toch nog grooter is dan dat eener stoomlocomotief. Een gunstige omstandigheid is bovendien, dat juist in die gebieden, waar electrische tractie de grootste waarde heeft wegens de groote vermogens, welke men aan de treinen kan toevoeren, namelijk in het gebergte, ook altijd waterkracht beschikbaar is.

Het hooge voorraadsverbruik vormt één der redenen, waarom stoom als drijfkracht voor motorrijtuigen weinig toepassing vindt en ook geen vooruitzichten biedt. Men verlangt van motorrijtuigen een groote beweeglijkheid en onafhankelijkheid. Een behoefte om herhaaldelijk de voorraden aan te vullen is daarmede in strijd, terwijl het meevoeren van abnormaal groote voorraden natuurlijk geen oplossing beteekent. Een tweede reden is de stoomkarakteristiek, die nog onvoldoende wordt geacht. Men verlangt van motorrijtuigen meer nog dan van locomotiefreinen een hooge gemiddelde snelheid, waartoe de snelheid op hellingen zoo weinig mogelijk moet afnemen. De snelheidsafval bij de stoomkarakteristiek is voor motorrijtuigen nog te groot.

Nuttig effect van het tractiebedrijf als geheel beschouwd.

Het nuttig effect van 9% van een stoomlocomotief geldt voor de uitoefening van het volle vermogen, dat ontwikkeld wordt bij de normale snelheid, waarvoor de locomotief gebouwd is. Uit de karakteristiek van fig. 2 blijkt, dat met hetzelfde stoomverbruik bij de halve normale snelheid het 0,7e deel van het volle vermogen wordt uitgeoefend, waardoor het nuttig effect voor het uitgeoefende vermogen zakt tot 6,3%. Met de snelheid neemt dus het nuttig effect af. Het gemiddeld nuttig effect voor het uitgeoefende vermogen zal voor een stoomlocomotief daarom nog minder dan 9% bedragen en het verschil zal grooter zijn,

naarmate de locomotief minder op de normale snelheid gebruikt wordt. Verder is er op een locomotief nog een belangrijk stoomverbruik voor de hulpwerktuigen (ketelvoedingpomp, pomp van de rem), die om praktische redenen zeer eenvoudig zijn ingericht, ten nadeele echter van het nuttig effect, dat voor deze werktuigen niet meer dan 2 of 3% bedraagt. Tenslotte verbruikt een locomotief nog brandstof, als er geen vermogen wordt geleverd. Bij stilstand van de locomotief of bij het rijden met afgesloten stoom blijft eenig brandstofverbruik noodzakelijk om het vuur in goede conditie en daarmee de locomotief bedrijfsvaardig te houden. Bovendien moet men geregeld — d.w.z. afhankelijk van het uitgeoefende vermogen na ettelijke uren dienst — het vuur vernieuwen wegens het slakgehalte. Het vernieuwen van het vuur levert altijd brandstofverlies op. Verder zijn de transport- en opslagverliezen voor kolen bij stoomtractie — wegens de noodzakelijkerwijze zeer verspreide distributie — ook zeer hoog, namelijk tot 5% van het verbruik. Het nuttig effect van het brandstofverbruik is door al de genoemde invloeden voor een stoomtractiebedrijf als geheel zeer laag. Een waarde van 3% vindt men — bijvoorbeeld bij studies omtrent electrificaties — wel vermeld.

Bij elektrische tractie zijn de condities geheel anders. De machines in het krachtstation lopen op constant toerental. Het nuttig effect dier machines is daarom weinig afhankelijk van het uitgeoefend vermogen. De stationnaire elektrische inrichtingen zijn gedimensioneerd voor een zeker gemiddeld vermogen, waardoor het nuttig effect dier inrichtingen als betrekkelijk constant mag worden aangemerkt. Voor de elektrische locomotief werd aangenomen een rendement van 90% bij de normale snelheid. De aangenomen verliezen ad 10% zijn slechts ten deele elektrische verliezen, aangezien er ook wrijvingsverliezen zijn. Alleen de elektrische verliezen nemen toe bij afnemen de snelheid wegens het toenemend vermogen. Op grond van de karakteristiek van *fig. 4* zal de snelheidsafval voor een elektrische locomotief — in vergelijking met een stoomlocomotief — klein zijn, zoodat het nuttig effect daardoor niet belangrijk beïnvloed wordt. Het hulpvermogen op een elektrische locomotief wordt geleverd met hetzelfde nuttig effect als het hoofdvermogen. Het nuttig effect van een elektrisch trekvoertuig wordt daarom weinig door de omstandigheden beïnvloed. Het gemiddeld nuttig effect voor een elektrisch tractiebedrijf als geheel zal betrekkelijk hoog zijn en weinig lager dan de voor een elektrische locomotief afgeleide waarde van 11%. De transport- en opslagverliezen zijn voor kolen bij het geconcentreerd verbruik in enkele groote goed ingerichte krachtstations betrekkelijk gering. Een gunstige conditie is bovendien nog, dat men in de centrale krachtstations met een hoog nuttig effect slechte, goedkope brandstof kan gebruiken door toepassing van zeer groote roosters onder de vuren, terwijl de brandstof voor een stoomlocomotief aan zekere eischen van kwaliteit moet voldoen. Het beschikbaar hebben van slechte, niet voor locomotiefbedrijf geschikte brandstof was bijvoorbeeld het motief voor de electrificatie der spoorwegen in Midden-Duitsland en Silezië. Verder is electrificatie het eenige mid-

del om in den vorm van waterkracht beschikbaar vermogen ook inderdaad te benutten.

Voor Dieselelectrische tractie als geheel gelden, wat het gemiddeld nuttig effect betreft, dezelfde condities als voor elektrische tractie. Een voordeel is bovendien, dat men het primair vermogen opwekt met een hoog nuttig effect. Hiervan kan men geen algemeen gebruik maken bij elektrische tractie, omdat Dieselmotoren voor de vermogens, welke in de groote centrale krachtstations worden opgewekt, nog niet gebouwd kunnen worden en dus niet in aanmerking komen, tenzij uitsluitend voor assistentie gedurende de zoogenaamde spitsuren. Bij Dieselelectrische trekvoertuigen bestaat ook de gunstige conditie, dat het hulpvermogen onder hetzelfde nuttig effect geleverd wordt als het hoofdvermogen en dat het brandstofverbruik ophoudt, als er geen vermogen geleverd wordt. Men kan namelijk den Dieselmotor, door den generator als motor op een elektrische batterij te schakelen, zoo snel aanslaan, dat het praktisch geen tijd vordert. In enkele seconden kan de stilstaande Dieselmotor lopen en het volle vermogen leveren. Men kan daarom den Dieselmotor ook gedurende zeer korte tijden afzetten, als geen vermogen benodigd is, bijvoorbeeld voor het normaal stoppen op een station. Als de machinist bij de nadering van een station, waar hij zal stoppen, de elektrische motoren afschakelt, zet hij ook den Dieselmotor af en bij het ontvangen van het vertreksein zet hij den Dieselmotor weer aan. Volgens deze methode wordt tot het uiterste op de brandstof bespaard. De methode van snel aanslaan eischt wel een batterij van groote capaciteit, welke echter voor andere doeleinden ten volle tot zijn recht komt. Deze batterij moet het hulpvermogen leveren, als de Dieselmotor stilstaat en ook den hulpstroom voor de elektrische bediening. Van het ruime hulpvermogen, waarover men op een Dieselelectrische locomotief beschikt, kan men door middel van doorgaande treinleidingen ook gemakkelijk de rijtuigen van den trein voorzien, waardoor men dynamo's en batterijen op de rijtuigen bespaart.

Een brandstofverbruik van 225 g brandstofolie per pkh voor een Dieselelectrische locomotief beteekent een nuttig effect van 28%. Het gemiddelde voor Dieselelectrische tractie als geheel zal niet veel lager zijn. Stellen wij een gemiddeld nuttig effect van 5% voor stoomtractie tegenover een gemiddelde van 25% voor Dieselelectrische tractie, dan zal bij een drievoudigen prijs van de brandstof de besparing op de brandstofkosten voor Dieselelectrische tractie ten opzichte van stoomtractie 40% bedragen.

Regeling van het vermogen bij Dieselelectrische tractie.

Zooals reeds werd opgemerkt, geschiedt de regeling van het elektrisch vermogen bij Dieselelectrische trekvoertuigen uitsluitend door middel van de generator-spanning. De machinist regelt slechts de bekrachtiging van den generator. De regeling geschiedt dus geheel indirect, waardoor de regelingsorganen zeer licht zijn. De regeling van het elektrisch vermogen door de spanning moet men als volgt inzien. Blijkens de karakteristiek van *fig. 4* zullen de tractie-

motoren zonder regeling bij afnemende snelheid van het voertuig meer vermogen willen afgeven. Door verlaging der spanning belet men de motoren meer stroom op te nemen dan overeenkomt met behoud van het constante vermogen.

Voordeelen van het electrisch drijven der wielassen.

Ik heb reeds eenige keeren gesproken over de voordeelen van het electrisch drijven der wielassen. Deze voordeelen zal ik thans aantonen. De electromotor is een zuiver roteerend werktuig. Het electrisch drijven der wielassen vordert dus uitsluitend zuiver roteerende elementen, die volkomen uitgebalanceerd zijn of kunnen worden. De beweging dier deelen verandert dus niet de ligging van het zwaartepunt van de geheele locomotief, zoodat de bewegende deelen geen storing brengen in de beweging van de locomotief als geheel. Verder is de drijfkracht, welke een electromotor levert, gedurende een omwenteling volkomen constant. De trekkracht, welke een gedreven wielas levert, is dus gedurende een omwenteling van de wielas constant, wat beteekent, dat men den druk op de wielas ten volle benutten kan. Een electromotor heeft den vorm van een blok. Constructief kan men een electromotor in het onderstel van een locomotief of ander trekvoertuig gemakkelijk overal aanbrengen. Bovendien is het electrisch vermogen zeer deelbaar. Men kan even solide motoren van klein als van groot vermogen bouwen. Daarom kan men het vermogen bij het electrisch drijven der wielassen over zooveel motoren verdeelen, als men in een bepaald geval om constructieve of andere redenen wenschelijk acht. In vele gevallen maakt men van deze gunstige conditie gebruik om elke wielas afzonderlijk te drijven met een eigen motor. Tenslotte kan men het electrisch vermogen transporteren in zeer buigzame kabels, zoodat men geheel vrij is in de keuze der gedreven wielassen. Men behoeft zich niet te beperken tot zoogenaamde vaste assen, maar men kan evengoed assen in draai- of truckstellen drijven.

Het electrisch drijven der wielassen vervult dus ideale condities. Stelt men daartegenover de condities bij stoom, dan blijken die zeer ongunstig te zijn.

Nadeelen van het rechtstreeks drijven der wielassen bij toepassing van stoom als drijfkracht.

Het vermogen is bij stoom constructief weinig deelbaar. Bij de stoomlocomotief heeft zich daardoor van oudsher een methode ontwikkeld om de drijfkracht rechtstreeks op een geheele groep wielassen te laten werken. De vaste koppeling tusschen stoommachine en wielas gaat bij de stoomlocomotief zóó ver, dat men de krukken rechtstreeks op een wielas aanbrengt. Om krukken in de as te vermijden preferereert men buitenliggende cilinders. Met twee cilinders — aan elke zijde één — drijft men het benodigde aantal wielassen zooveel mogelijk in één groep. De beweging van as tot as wordt daarbij overgebracht door koppelstangen. Het horizontaal heen en

weer gaan der beide drijf- en zuigerstangen veroorzaakt een wisselende verplaatsing van het zwaartepunt der geheele locomotief in horizontale richting, wat storend op de beweging der locomotief werkt, zoodat compensatie noodig is. Die verkrijgt men door het aanbrengen van uitmiddelpuntige massa's in de gedreven wielen. Deze massa's geven in horizontale richting inderdaad de gewenschte compensatie, doch veroorzaken een nieuwe werking in verticale richting, waarvan het resultaat is een periodieke variatie van den asdruk, in tempo met het toerental der gedreven wielen en naar sterkte evenredig met het kwadraat van de locomotiefsnelheid. De gemiddelde asdruk onder het rijden wordt door deze werking natuurlijk niet beïnvloed en moet gelijk zijn aan den asdruk bij stilstand. Het resultaat is dus, dat onder het rijden de druk van een gedreven as op de rails afwisselend grooter en kleiner is dan de druk bij stilstand. Een stoomlocomotief veroorzaakt rijdend een tot 15% hogere belasting der rails dan stilstaand. Hieruit volgt, dat de asdruk bij een stoomlocomotief voor eenzelfde belasting van de rail lager moet zijn dan bij een electrische of Dieselelectrische locomotief, wat ook weer de bereikbare maximale waarde van de trekkracht ongunstig beïnvloedt. Maar er is meer. De trekkracht, welke een zuiger levert aan den wielomtrek, varieert per omwenteling twee maal tusschen nul en een maximale waarde. Daarom moet men ook minstens twee cilinders toepassen met krukken onderling onder een rechten hoek. De ééne zuiger levert dan zijn maximale trekkracht als de andere zuiger geen trekkracht leveren kan. Een constante trekkracht kan men met zuigermachines echter niet bereiken, doch alleen benaderen door een groot aantal cilinders. Met twee cilinders zal de maximale trekkracht gedurende een wielomwenteling voor een gemiddelde waarde van 100% vier keer varieeren tusschen een minimum waarde van 65% en een maximum waarde van 130%. Hieruit volgt, dat men een asdruk niet ten volle kan benutten.

De gedwongen groepeerings der gedreven wielassen maakt, dat men bij een stoomlocomotief beperkt is in keuze en aantal van gedreven wielassen. Het gevolg hiervan is, dat men wegens beperking van het gedreven aantal wielassen bij een stoomlocomotief om een bepaalde trekkracht te realiseeren, dikwijls een hooger asdruk moet toepassen dan bij een electrische of Dieselelectrische locomotief.

Men kan opmerken, dat de Dieselmotor ook een zuigerwerktuig is. Bij den Dieselmotor kan men echter het aantal cilinders zoo groot kiezen, dat onderlinge compensatie der zwaartepuntbewegingen der heen en weer gaande deelen binnen den motor bereikt wordt, zoodat het zwaartepunt van den motor als geheel zich niet verplaatst en de motor als geheel geen storenden invloed uitoefent.

De ontwikkeling der Dieselelectrische tractie.

Uit het voorgaande blijkt wel, dat de stoomlocomotief naar het huidige inzicht gebrekkig aan hooge tractie-eischen voldoet. Dat de stoomlocomotief zich niettemin handhaaft en altijd nog in stijgende lijn ontwikkelt, moet men daaraan toeschrijven, dat de

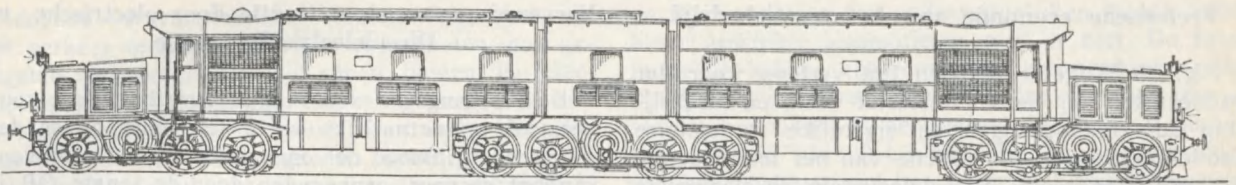


Fig. 8.

Sulzer

ontwikkeling van de Dieselelectrische tractie zich nog in het aanvangsstadium bevindt. Voor tractie moet men de beschikking hebben over snelloopende Dieselmotoren.

In 1923 was men nog tevreden met een locomotiefmotor, die 350 omwentelingen per minuut maakte en 33 kg woog per pk vermogen aan de as. Thans zijn locomotiefmotoren, die 700 omwentelingen per minuut maken en 15 kg wegen per pk vermogen aan de as, volkomen normaal. Voor rijtuigmotoren gaat men bij hetzelfde toerental tot een gewicht van 10 kg per pk door de toepassing van lichte materialen. Voor vermogens tot 500 pk, toereikend voor groote motorrijtuigen, bouwt men thans motoren, die 1400 omwentelingen per minuut maken en niet meer wegen dan 4,7 kg per pk vermogen, uitgeoefend aan de as. Dit zijn geen verkapte automobielmotoren, maar spoorwegmotoren, die berekend zijn op een ruimen levensduur. Alleen zijn dergelijke lichte motoren door hun volkomen constructie zeer duur. Volgens den fabrikant kunnen deze motoren gedurende 3000 uren zonder eenig inwendig onderhoud lopen. Dat zijn geheel andere condities, dan men bij stoomtractie gewend is. Men kan naar mijn meening dan ook slechts verwachten, dat de Dieselelectrische tractie ter vervanging van stoomtractie zeer snel tot ontwikkeling zal komen. Welke mogelijkheden men op locomotiefgebied nu al realiseerbaar acht, laten fig. 8 en 9 zien. Fig. 8 ¹⁾ toont schematisch een ontwerp van Sulzer voor een Dieselelectrische goederentreinlocomotief van 3000 pk Dieselmotorvermogen. Deze locomotief weegt 195 ton en heeft 10 assen, die alle gedreven worden. De goede beweeglijkheid van de locomotief voor het lopen door bogen blijkt wel uit de vele scharnierpunten in het gestel. De brandstofvoorraad bedraagt 7,5 ton en is toereikend voor de uitoefening van het volle vermogen gedurende 14 uren. Fig. 9 ¹⁾ toont schematisch een sneltrein-

locomotief van 4000 pk Dieselmotorvermogen. Deze locomotief weegt 230 ton en heeft 14 assen, waarvan slechts vier gedreven worden, wat voldoende is voor het opnemen van het volle vermogen bij de hooge snelheid van 120 km per uur, waarvoor deze locomotief bestemd is. Intusschen is het zeer goed mogelijk nog enkele assen van hulpvermogen te voorzien, waardoor ze dienstbaar kunnen worden gemaakt voor het snel aanzetten of het in beweging brengen van den trein onder exceptioneele condities, bij voorbeeld na het stoppen voor een onveilig sein op een helling. Dit hulpvermogen zou dan bij een zekere snelheid afgeschakeld moeten worden, terwijl de hulpmotoren gekoppeld blijven met de wielassen, wat geen bezwaar is, omdat ze uitsluitend roteeren. De goede beweeglijkheid der locomotief voor het lopen door bogen blijkt weer duidelijk uit de vele scharnierpunten in het gestel. De brandstofvoorraad bedraagt 7,5 ton en is toereikend voor de uitoefening van het volle vermogen gedurende ruim 10 uren. De groote lengte van beide locomotieven, namelijk 32 m, vormt geen bezwaar, omdat de locomotieven aan beide einden bediend kunnen worden en draaien dus overbodig is. Lengten van 32 m komen overigens bij moderne stoomlocomotieven van groot vermogen ook voor. De beide ontwerpen zijn naar Zwitserschen trant gebaseerd op de zware tractie-eischen, die de hoofdadrs van het internationaal verkeer in het gebergte stellen. Men vervoert in Zwitserland tegenwoordig treinen van 650 ton rijtuiggewicht en 200 ton locomotiefgewicht met een snelheid van 65 km per uur op hellingen van 27⁰/₀₀ (27 m stijging per km), wat een vermogen vordert van 7000 pk. Dergelijke vermogens, zoodanig geconcentreerd, zijn alleen bij electrische tractie te verwezenlijken. Voor normale omstandigheden gaan de ontwerpen van fig. 8 en 9 reeds ver boven de behoefte uit, terwijl, zooals ik reeds eerder opmerkte, exceptioneele vermogens ook bij Dieselelectrische tractie altijd met dubbele tractie onder enkelvoudige bediening beschikbaar zijn.

¹⁾ Overgenomen uit *Sulzer Technical Review*, special number 1 B, 1933.

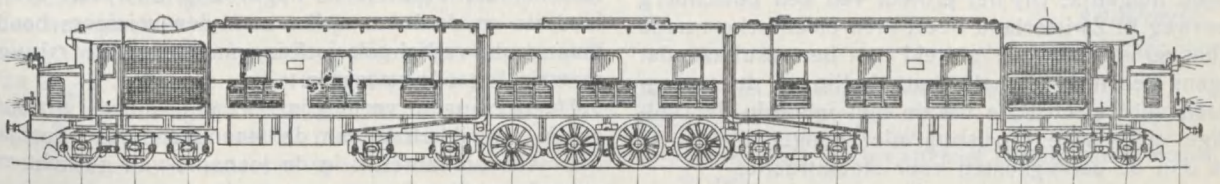


Fig. 9.

Sulzer

Technische economie van het tractiebedrijf.

Fig. 10 ²⁾ geeft grafisch het verloop weer der tractiekosten per ton-km inclusief rente en afschrijving der trekvoertuigen en eigenlijke stationnaire tractie-inrichtingen als functie van het totale aantal ton-km's voor stoom-, Dieselelectrische en elektrische tractie. De figuur geeft alleen weer het typisch verloop en is dus niet op schaal geteekend. De absolute verhoudingen moeten voor elk bijzonder geval bepaald worden. De figuur heeft betrekking op een bepaalde lijn of bepaald net. De lijn 1 geldt voor complete stoomtractie, de lijn 2 voor complete Dieselelectrische tractie en de lijn 3 voor complete elektrische tractie. Dat bij een gering vervoer, namelijk tot het aantal ton-km's OA, Dieselelectrische tractie duurder uitkomt dan stoomtractie, is te wijten aan de hoge aanschaffingskosten van Dieselelectrische trekvoertuigen. Een Dieselelectrische locomotief kost thans nog $2\frac{1}{2}$ à 3 keer zoo duur als een stoomlocomotief van gelijk vermogen. Wanneer men echter

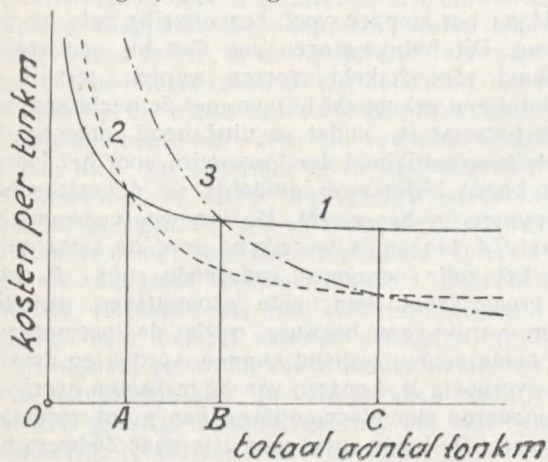


Fig. 10.

zekere eischen stelt aan de inrichtingen, noodzakelijk voor de brandstof- en watervoorziening bij stoomtractie, lijkt het mij twijfelachtig, dat de lijnen 1 en 2 elkaar inderdaad nog snijden. Ik denk hierbij aan moderne voorzieningsinrichtingen, speciaal voor het voedingwater, dat gereinigd en chemisch gezuiverd dient te zijn. Elektrische tractie krijgt wegens de omvangrijke stationnaire tractie-inrichtingen voor de stroomvoorziening eerst beteekenis bij een bepaald omvang van het vervoer. Eerst bij een groot aantal ton-km's OB wordt elektrische tractie voordeliger dan stoomtractie en bij een nog groot aantal ton-km's OC ook voordeliger dan Dieselelectrische tractie.

Voor nieuwen aanleg zijn geheel andere verhoudingen mogelijk. Bij het project van den Lötschberg spoorweg in Zwitserland heeft men elektrische tractie tegenover stoomtractie gesteld met het resultaat, dat wegens de sterkere toelaatbare hellingen de aanlegkosten voor elektrische tractie met inbegrip der volledige elektrische uitrusting niet hoger bleken te zijn dan de aanlegkosten voor stoomtractie.

Vervanging van stoomtractie door elektrische en Dieselelectrische tractie.

De overgang van stoom- op elektrische tractie komt normaal op natuurlijke wijze tot stand onder den dwingenden invloed der omstandigheden. De omvang van het vervoer, aangegeven door de lengte OB in fig. 10, valt wel ongeveer samen met de technische verzadiging van de beschouwde lijn voor stoomtractie, hetzij wegens het groot aantal treinen, wat men noemt treindichtheid of treinfrequentie, dan wel wegens de noodzakelijke vermogens. Het heeft dan feitelijk ook geen beteekenis de lijn 1 nog buiten het snijpunt met de lijn 3 voort te zetten. De technische conditie, dat men met stoomtractie het vervoer niet meer op rationeele wijze beheerscht, is duidelijk te onderkennen. De doorslag tot electrificatie geven dan bijkomstige overwegingen, waarvan ik er reeds enkele noemde, zooals het beschikbaar zijn van waterkracht of van kolen, die niet rechtstreeks bruikbaar zijn voor locomotieven, verder de gelegenheid het electrisch vermogen te betrekken van groote electriciteitsbedrijven, het wegnemen van de rookplaat, etc.

Een dergelijke dwingende conditie als voor elektrische tractie bestaat niet voor den overgang op Dieselelectrische tractie. Uit fig. 10 blijkt wel, dat Dieselelectrische tractie altijd voordeliger is dan stoomtractie, maar dit motiveert niet voor een bestaand en goed ingericht stoombedrijf de vervanging op groote schaal van stoomlocomotieven, welke nog aan de eischen des tijds voldoen, door Dieselelectrische locomotieven. De aanschaffing van Dieselelectrische locomotieven komt alleen in overweging bij noodzakelijke uitbreiding van het locomotiefpark of noodzakelijke vervanging van verouderde stoomlocomotieven.

Zeer zuinig zijn Dieselelectrische locomotieven echter voor rangeerdienst, als ze dan ook speciaal voor dien dienst gebouwd zijn. Een normale stoomlocomotief kan niet zoodanig gebouwd worden, dat ze voor rangeerdienst economisch is. Ook bij toepassing van de kleinste mogelijke wielen is het volle snelheidsbereik nog zoo groot, dat de normale rangeersnelheid te klein uitvalt voor het bereiken van een redelijk nuttig effect. Een oplossing is alleen mogelijk door toepassing van een overbrenging tusschen stoommachine en wielas. Bij de Dieselelectrische rangeerlocomotief kan men, juist door de toepassing van electromotoren met overbrenging, het snelheidsbereik zoo klein maken, als men wil en dus voor elk doel zoo gunstig mogelijk kiezen.

De steeds toenemende eischen van het lange-afstandsverkeer hebben de ontwikkeling van de stoomlocomotief in de laatste jaren geheel beheerscht. De snelheid werd steeds opgevoerd; de ruime accommodatie en de luxe, welke men den reizigers bood, maar ook veiligheidseischen, maakten het rijtuigmaterieel steeds zwaarder.

De verlangde vermogens werden steeds grooter en de ontwikkeling van de stoomlocomotief bestaat dan ook voornamelijk in de toename van gewicht en vermogen.

Bij het korte-afstandsverkeer treden echter andere eischen op den voorgrond. Waar een geregelde en

²⁾ Overgenomen uit *Sulzer Technical Review*, special number 1 B, 1933.

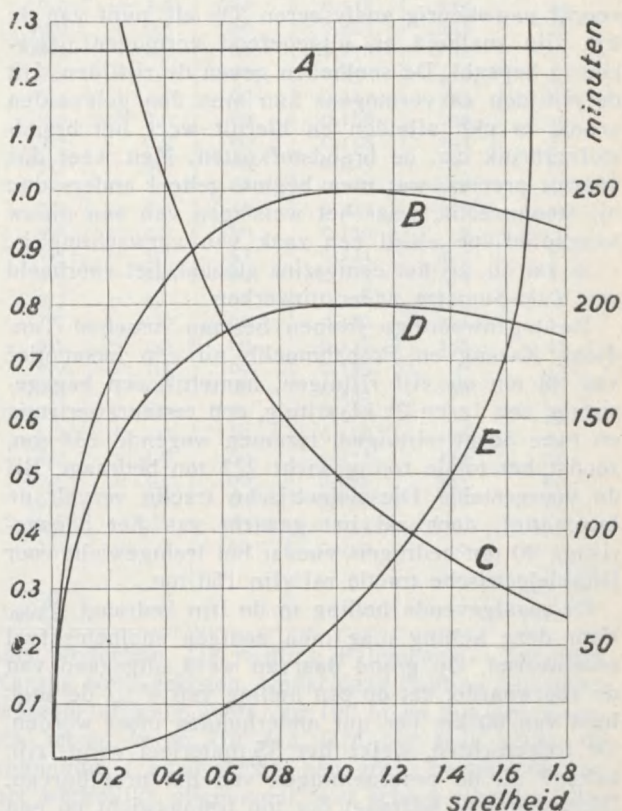
voldoende verkeersbehoefte bestaat, dient men, om het verkeer te behouden en te ontwikkelen, ook regelde verkeersgelegenheid aan te bieden. Bij elektrische tractie voldoet men hieraan gemakkelijk met motortreinen, bij stoomtractie komt men, afgezien van bijkomstige omstandigheden, spoedig tot condities, die alles behalve rationeel zijn. De moderne locomotieven, waarover men beschikt, zijn krachtens de bovengeschetste ontwikkeling van de stoomlocomotief te zwaar voor lichte treinen en oude locomotieven voldoen niet aan de tractie-eischen. Een oplossing te zoeken voor stoomtractie heeft thans geen zin, waar de Dieselelectrische tractie een betere oplossing biedt met motortreinen, welke praktisch volkomen gelijkwaardig zijn aan elektrische motortreinen. In dit geval kan men dus spreken van een dwingende conditie voor den overgang op Dieselelectrische tractie in den vorm van motortreinen. Het is dan ook duidelijk, dat in het huidige stadium de Dieselelectrische tractie zich voornamelijk in de richting van motorrijtuigen ontwikkelt.

De verkeersbehoefte hier te lande is naar mijne meening niet zoo regelmatig en overzichtelijk, dat men zich kan binden aan Dieselelectrische motorpersonenrijtuigen, welke voor het spoorwegbedrijf als geheel geen universeele beteekenis hebben. Hier te lande moet men, zooals de ontwikkeling thans te overzien valt, zich naar mijne meening richten op kleine Dieselelectrische tractie-eenheden voor het vervoer van lichte treinen, samengesteld uit normaal rijtuigmaterieel. Dergelijke tractie-eenheden behouden een universeel karakter, men kan ze overal gebruiken en als ze ingericht worden voor treinschakeling op een uniformen grondslag, ook koppelen tot groote tractie-eenheden voor het lange-afstandsverkeer. Een zeer praktische vorm van een tractie-eenheid voor lichte treinen is een Dieselelectrisch bagagerijtuig. De toepassing daarvan ziet men in Zwitserland. Een Dieselelectrisch bagagerijtuig van 300—500 pk Dieselmotorvermogen is wegens de goede karakteristiek een uitnemende tractie-eenheid. Ik kan U dat aantonen voor den Zuid-Sumatra Spoorweg, waar zich zeer omljnde condities voor de invoering van dergelijke tractie-eenheden voordoen. Daaraan wil ik nog eenige beschouwingen wijden.

Mogelijke toepassing van Dieselelectrische motorrijtuigen op den Zuid-Sumatra Spoorweg.

De maximale snelheid op den Zuid Sumatra Spoorweg bedraagt thans 45 km per uur. Ten behoeve der verbinding Tandjong Karang — Palembang wordt opvoering der maximale snelheid tot 60 km gewenscht geacht, althans voor de beide treinen, die dagelijks in beide richtingen deze verbinding onderhouden. Met het geschikt maken der baan voor een snelheid van 60 km per uur zijn echter nog uitgaven gemoeid van $2\frac{1}{2}$ à 3 ton. De verbetering van de baan is noodzakelijk niet wegens de rijtuigen, maar wegens de stoomlocomotieven, welke men thans benut. Deze locomotieven zijn indertijd speciaal ten behoeve van den eendaagschen dienst tusschen Tandjong Karang en Palembang van het Java-bedrijf naar Zuid-Sumatra overgebracht. De locomotieven zijn feitelijk te groot

en te zwaar voor den onderwerpelijken dienst, maar beter geschikte locomotieven zijn er niet. De locomotieven hebben een maximaal vermogen van ruim 900 pk bij een snelheid van 85 km per uur, terwijl slechts benoodigd is een vermogen van 300 pk bij een snelheid van 60 km per uur. De bewuste locomotieven hebben met hun tender 10 assen, waarvan de asdrukken bedragen: voor de locomotief resp. 6 700, 6 700, 10 000, 10 000, 10 000 en 9 200 kg, voor den tender resp. 9 050, 9 050, 8 600 en 8 600 kg, terwijl de asdrukken bij het rijtuigmaterieel onder 7 000 kg blijven. De stoomlocomotief van 900 pk kan men vervangen door een Dieselelectrische tractie-eenheid van 400 pk, welke, uitgevoerd als motorbagagerijtuig op twee truckstellen van 3 assen, niet meer behoeft te wegen dan ca. 40 000 kg, zoodat de asdruk gelijk wordt aan die van het normale rijtuigmaterieel. Voor een dergelijken trein zou dus op de bestaande baan een snelheid van 60 km per uur toelaatbaar zijn, terwijl bovendien de Dieselelectrische tractie de aantrekkelijkheid dezer verbinding voor de reizigers aanmerkelijk zou verhoogen. Hier doet zich dus een geval voor, dat het uitsluitend op grond van technische voordeelen en zonder eenige overweging betreffende vervoerscondities gemotiveerd kan zijn Dieselelectrische tractie-eenheden aan te schaffen voor het geld, dat men anders aan de baanverbetering



Ontleend aan Sulzer.

- A=Effectief Dieselmotorvermogen.
- B=Tractie-vermogen aan de rail.
- C=Trekkracht aan de rail.
- D=Nuttig effect van het effectief Dieselmotorvermogen aan de rail.
- E=Tijdsduur voor belasting der electrische overbrenging in minuten.

Fig. 11.

zal besteden. Een gunstige omstandigheid is nog, dat de thans gebruikte stoomlocomotieven niet overtollig worden. Deze locomotieven kan men zeer goed gebruiken op Java, waar het aantal locomotieven met tenders voor de sneldiensten thans zeer krap is.

Gegevens omtrent de rijtuigen en in het bijzonder den prijs, waarvan natuurlijk alles afhangt, zijn nog niet bekend. Ik verwacht echter, dat juist voor bagagerijtuigen wegens de eenvoudige inrichtingen de prijs hoogstens f 60 000 zal zijn, zoodat vier rijtuigen aangeschaft zouden kunnen worden, wat voldoende is. Er zijn thans voor dien dienst vijf stoomlocomotieven.

De grafische voorstelling van fig. 11 bevat alle gegevens voor een Dieselelectrische tractie-eenheid, gebaseerd op normale eischen. De lijn A geeft het bij elke snelheid beschikbare constante Dieselmotorvermogen, de lijn B is de karakteristiek, de lijn C geeft aan de bij elke snelheid beschikbare trekkracht, de lijn D geeft aan het rendement bij elke snelheid van de omvorming van het Dieselmotorvermogen en de lijn E geeft voor elke snelheid aan den tijd, gedurende welke men het volle Dieselmotorvermogen kan benutten met het oog op de verwarming van tractiegenerator en motoren.

Aan de hand van fig. 11 en het lengte-alignement van de lijn kan men het rijden van een Dieselelectrische tractie-eenheid met een bepaald treingewicht vooraf nauwkeurig analyseeren. Op elk punt van de lijn zijn snelheid en uitgeoefend vermogen nauwkeurig bepaald. De snelheden geven de rijtijden. Uit de rijtijden en vermogens kan men den geleverden arbeid in pkh afleiden en hieruit weer het brandstofverbruik c.q. de brandstofkosten. Men weet dus vooruit precies, wat men begint, geheel anders dan bij stoomtractie, waar het welslagen van een nieuw locomotieftype altijd een zaak van verwachting is.

Ik zal nu, zij het eenigszins globaal, het voorbeeld van Zuid-Sumatra nader uitwerken.

De tegenwoordige treinen bestaan tusschen Tandjong Karang en Prabahmoelih uit een locomotief van 88 ton en vijf rijtuigen, namelijk een bagagerijtuig, een 1e en 2e kl. rijtuig, een restauratierijtuig en twee 3e kl. rijtuigen, tezamen wegende 134 ton, zoodat het totale treingewicht 222 ton bedraagt. Bij de voorgestelde Dieselelectrische tractie vervalt de locomotief, doch zal het gewicht van het bagagerijtuig 40 ton bedragen, zoodat het treingewicht voor Dieselelectrische tractie zal zijn 150 ton.

De maatgevende helling in de lijn bedraagt 6⁰/₀₀. Voor deze helling mag men eenigen snelheidsafval accepteren. Op grond daarvan werd uitgegaan van de voorwaarde, dat op een helling van 4⁰/₀₀ de snelheid van 60 km per uur onderhouden moet worden. De trekkrachten, welke het SS-materieel vergt, zijn bekend uit de proefnemingen van het proefbureau. Die trekkracht bedraagt per ton treingewicht op een horizontale lijn bij zeer geringe snelheid 2,4 kg en bij een snelheid van 60 km per uur 4,2 kg. Uit deze waarden volgt de betrekking,

$$W = 2,4 + \frac{V^2}{2000} \text{ kg}$$

als men de benodigde trekkracht W per ton treingewicht afhankelijk stelt van het kwadraat van de snelheid V . De toename, resp. afname op de helling

bedraagt onafhankelijk van de snelheid evenveel kg als de stijging, resp. daling in m per km.

Op de helling van 4⁰/₀₀ bedraagt derhalve de vereischte trekkracht per ton treingewicht voor het onderhouden van de snelheid van 60 km per uur $4,2 + 4 = 8,2$ kg, dus de totaal benodigde trekkracht voor 150 ton treingewicht $150 \times 8,2 = 1230$ kg. Het vermogen aan de gedreven wielen moet derhalve bedragen $\frac{1230 \times 60}{270} = 275$ pk.

Bij een rendement van 80% voor het maximale vermogen moet het effectief vermogen van den Dieselmotor bedragen: $\frac{10}{8} \times 275 = 345$ pk. Rekent men

nog op 30 pk voor het hulpvermogen, dan moet het effectief vermogen van den Dieselmotor dus zijn $345 + 30 = 375$ pk. Hiermede is het trekvoertuig nu volkomen bepaald.

Aan de hand van fig. 11 ³⁾ is nu voor den beschouwden trein de tabel A samengesteld, waaruit blijkt, dat met het volle Dieselmotorvermogen op een helling van 7⁰/₀₀ een snelheid van 45 km per uur kan worden onderhouden en op een helling van 6⁰/₀₀ een snelheid van 50 km per uur. De uitnemende tractie-eigenschappen van het trekvoertuig blijken duidelijk uit tabel A.

TABEL A. (treingewicht 150 ton).

i	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	375	345	80	275	1230	8,2	4,2	4,0	60
55	375	345	79	272	1340	9,0	3,9	5,1	—
50	375	345	78	269	1450	9,7	3,6	6,1	40
45	375	345	77	265	1580	10,5	3,4	7,1	—
40	375	345	76	261	1760	11,7	3,2	8,5	22
35	375	345	75	257	1980	13,2	3,0	10,2	—
30	375	345	74	253	2280	15,2	2,8	12,4	13
25	375	345	68	234	2520	16,7	2,7	14,0	9
20	375	345	60	207	2700	18,0	2,6	15,4	4

1. Snelheid in km per uur.
2. Maximaal effectief Dieselmotorvermogen in pk.
3. Max. D.M.-vermogen, beschikbaar voor tractie.
4. Rendement tusschen as D.M. en rail.
5. Beschikbaar vermogen aan de rail in pk.
6. Beschikbare trekkracht in kg.
7. Beschikbare trekkracht per ton treingewicht.
8. Benodigde trekkracht per ton treingewicht voor het onderhouden der snelheid.
9. Beschikbare trekkracht per ton treingewicht voor stijging, tevens toelaatbare stijging in m per km.
10. Toegelaten tijdsduur in min.

Bij hellingen van minder dan 4⁰/₀₀ kan de snelheid van 60 km natuurlijk onderhouden worden met minder vermogen. Hiervan geeft tabel B een overzicht. Op een horizontaal lijngedeelte behoeft de Dieselmotor voor de tractie nog slechts te leveren 197 pk en op een daling van 4,2⁰/₀₀ of meer wordt de Dieselmotor afgezet. Het geringe rendement bij kleine vermogens is niet te wijten aan de electrische verliezen, maar aan de mechanische verliezen. De betrekkelijk constante wrijvingsverliezen gaan een steeds grooter aandeel uitmaken van het vermogen.

Tusschen Prabahmoelih en Palembang zijn de treinen zwaarder wegens de combinatie met de richting Moeara Enim. De hellingen tusschen Prabahmoelih en Kertapati zijn echter van weinig beteekenis, namelijk gering of kort, zoodat verhooging van het

3) Ontleend aan een brochure van Sulzer.

TABEL B. (treingewicht 150 ton).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	4,2	+4,0	8,2	1230	275	70	345	375	80
60	4,2	+3,5	7,7	1155	259	68	327	357	80
60	4,2	+3,0	7,2	1080	242	66	308	338	78
60	4,2	+2,5	6,7	1005	226	64	290	320	78
60	4,2	+2,0	6,2	930	209	62	271	301	78
60	4,2	+1,5	5,7	855	193	60	253	283	76
60	4,2	+1,0	5,2	780	176	58	234	264	76
60	4,2	+0,5	4,7	705	160	56	216	246	74
60	4,2	0,0	4,2	630	143	54	197	227	74
60	4,2	-0,5	3,7	555	127	52	179	209	72
60	4,2	-1,0	3,2	480	110	50	160	190	69
60	4,2	-1,5	2,7	405	94	48	142	172	66
60	4,2	-2,0	2,2	330	77	46	123	153	62
60	4,2	-2,5	1,7	255	61	44	105	135	58
60	4,2	-3,0	1,2	180	44	42	86	116	51
60	4,2	-3,5	0,7	105	28	40	68	98	41
60	4,2	-4,2	0,0	0	0	0	0	0	0

1. Snelheid in km per uur.
2. Benodigde trekkracht in kg per ton treingewicht voor het onderhouden der snelheid.
3. Toename (+), resp. afname (—) van 2. wegens stijging, resp. daling in m per km.
4. Benodigde trekkracht per ton treingewicht op stijging, resp. daling volgens 3.
5. Voor de trein benodigde trekkracht.
6. Benodigd vermogen aan de rail in pk.
7. Verlies der overbrenging in pk (geschat naar lineair verloop).
8. Dieselmotorvermogen voor tractie.
9. Totaal D.M.-vermogen.
10. Rendement der overbrenging (6:8)

treingewicht toelaatbaar is. Echter zal men uit den aard der zaak de toelaatbare verhooging moeten richten naar het beschikbare en bepaalde vermogen, waartoe het treingewicht wordt gebracht op 230 ton. De vermeerdering bedraagt dus 80 ton, wat het bijvoegen van 3 rijtuigen mogelijk maakt.

De normale formatie van de richting Moeara Enim bestaat uit 4 rijtuigen, eventueel zou dus het restauratie-rijtuig tusschen Palembang en Prabahmoelih niet geaccepteerd kunnen worden.

Overeenkomstig de tabellen A en B voor een treingewicht van 150 ton is tabel C op grond van fig. 11 samengesteld voor een treingewicht van 220 ton. Het blijkt, dat de snelheid van 60 km per uur nog onderhouden kan worden op een helling van 1,25‰ en

TABEL C. (treingewicht 230 ton).

1	2	3	4	5	6
60	—4,20	0	0	0	0
60	—3,50	155	37	78	108
60	—3,00	270	63	107	137
60	—2,50	385	88	135	165
60	—2,00	500	114	164	194
60	—1,50	615	139	192	222
60	—1,00	730	165	221	251
60	—0,50	845	190	249	279
60	0,00	960	216	278	308
60	+0,50	1075	241	306	336
60	+1,00	1185	265	321	351
60	+1,25	1230	275	345	375
50	+2,70	1450	268	345	375
40	+4,45	1760	261	345	375
30	+7,10	2280	254	345	375

1. Snelheid in km per uur.
2. Stijging (+), resp. daling (—) in ‰
3. Benodigde trekkracht in kg.
4. Benodigd vermogen aan de rail in pk.
5. Benodigd D.M.-vermogen voor tractie in pk.
6. Totaal benodigd D.M.-vermogen.

dat de snelheid op een helling van 4,5‰ afneemt tot 40 km per uur.

De tabellen A en B kan men nu toepassen op de lijn Prabahmoelih — Tandjongkarang en de tabel C op de lijn Palembang — Prabahmoelih om het verloop van de snelheid en het uitgeoefend vermogen te bepalen.

Dit is geschied in tabel D. In de kolommen 1 en 2 ziet U het lengte- en hoogte-alignment van de lijn uitgezet voor de geheele lijn in de richting Palembang — Tandjong Karang. Deze richting komt tot uitdrukking in de + en — teekens van kolom 2, waar + een helling beteekent en — een daling. Voor de tegenovergestelde richting is de indicatie natuurlijk

TABEL D.

1	2	3	4	5	6
11,5	0,0	60	0,192	308	60
22,6	+1,0	60	0,370	351	130
3,5	—2,0	60	0,059	194	12
25,5	+0,5	60	0,425	336	142
24,0	+1,0	60	0,400	351	140
5,5	—5,0	60	0,092	0	0
13,0	+1,5	60	0,218	270	59
5,0	—3,0	60	0,084	115	10
17,0	+1,0	60	0,285	258	74
7,0	—3,0	60	0,118	115	14
29,0	+0,5	60	0,485	246	120
10,5	+2,0	60	0,178	282	51
9,5	+1,0	60	0,158	258	41
13,5	+4,0	60	0,225	375	85
10,0	—2,0	60	0,166	170	29
9,5	0,0	60	0,158	231	27
13,5	—3,5	60	0,225	87	20
10,0	+1,0	60	0,166	258	43
7,0	+5,0	55	0,127	375	48
9,0	—4,0	60	0,150	0	0
7,5	+5,5	53	0,141	375	53
4,5	—2,0	60	0,075	170	13
9,5	—4,0	60	0,158	0	0
11,0	0,0	60	0,182	231	42
9,5	+1,0	60	0,158	258	41
8,0	—3,5	60	0,133	87	12
20,0	+1,0	60	0,333	258	87
24,0	0,0	60	0,400	231	93
7,0	+1,0	60	0,118	258	31
8,0	+2,0	60	0,133	282	38
10,5	+3,5	60	0,178	345	62
10,0	+1,0	60	0,166	258	44
2,0	—2,5	60	0,033	130	5
3,0	—5,0	60	0,050	0	0
390,0					1626

juist andersom. De richting Palembang — Tandjong Karang werd gekozen, omdat deze richting een resulterende stijging geeft van 100 m en dus den meesten arbeid vergt. Uit den aard der zaak geven de kolommen 1 en 2 slechts een grove benadering van het werkelijke alignment, wat echter voor een globale berekening voldoende wordt geacht. Kolom 3 geeft de snelheid, welke volgens de tabellen A, B en C kan worden onderhouden over de weglengten van kolom 1. Kolom 4 geeft als resultaat der deeling van de waarden van kolom 1 door de bijbehorende waarden van kolom 2, den rijtijd in uren voor de weglengten van kolom 1. Kolom 5 geeft de vereischte vermogens over de weglengten van kolom 1. Uit

kolom 5 blijkt wel, hoe het vermogen sterk varieert en dat het maximale vermogen onder ongunstige condities, namelijk bij lage snelheden, slechts gedurende korte tijden wordt uitgeoefend, terwijl gedurende lange tijden over het volle vermogen niet beschikt wordt. Voor overmatige verwarming van den generator en tractiemotoren heeft men dus niet te vreezen. Kolom 6 geeft dan als resultaat der vermenigvuldiging van de waarden van kolom 5 met de overeenkomstige waarden van 4, den geleverden arbeid in pkh over de weglengten van kolom 1.

Sommeering der waarden van kolom 6 geeft dan het totale aantal pkh. Dit bedraagt 1626 pkh. Hierin is nog niet begrepen de extra arbeid voor het aanzetten. Rekent men echter op 10 keer aanzetten gedurende 3 min onder uitoefening van het volle vermogen van 375 pk, dan bedraagt de vermeerdering voor het aanzetten hoogstens 190 pkh, zoodat men afgerond komt op 1850 pkh voor de zwaarste richting. Bij een verbruik van 200 g per pkh zal totaal 370 kg brandstof benodigd zijn, zoodat de brandstofkosten zullen bedragen, bij een brandstofprijs van f 40 per ton, $0,370 \times 40 = f$ 14,80 of afgerond f 15,—.

Het kolenverbruik voor de stoomlocomotieven, welke deze treinen thans rijden, bedraagt, omgeslagen over het aantal treinkm's, 10 kg per treinkm, dus per trein voor den afstand van 390 km, 3900 kg of afgerond 4 ton. De brandstofkosten per trein voor stoomtractie bedragen thans, bij een kolenprijs van f 7,— per ton, $4 \times 7 = f$ 28,—.

De besparing aan brandstofkosten bedraagt dus voor de tegenwoordige prijsverhoudingen f 13,— per trein, dus per maand voor 60 treinen f 780,—.

De hoge brandstofkosten voor stoomtractie zijn ten deele te wijten aan het gebruik van locomotieven van te groot vermogen. Intusschen treft men deze conditie bij stoomtractie veel aan wegens de ontwikkeling van de stoomlocomotief, welke ik U reeds schetste. In zooverre heeft men dit voorbeeld van Zuid-Sumatra niet als een uitzondering te beschouwen.

Verder kan men rekenen op een besparing aan personeelskosten. Bij Dieselelectrische tractie kan men volstaan met een enkelen bestuurder, voor wien de eischen van bediening van den trein lager zijn dan voor een machinist bij stoomtractie, zoodat men een lager loonniveau aanleggen kan. Men kan, om cijfers te noemen, rekenen op een besparing van ruim f 200,— per maand, namelijk f 150,— wegens het vervallen van 4 stokers en f 80,— wegens een verlaging met f 20,— van het loonniveau van den motorist ten opzichte van den machinist bij stoomtractie voor minstens 4 man.

Verdere bezuiniging, welke zeker ook op de depots bereikbaar is wegens de vermindering van werk-

zaamheden, laat ik buiten beschouwing, aangezien de beteekenis van Dieselelectrische tractie met de hier genoemde resultaten reeds voldoende is aangetoond.

Naar mijne meening maakt Dieseltractie in het bijzonder voor het voorbeeld van Zuid-Sumatra het inleggen van een nachtverbinding in de richting Tandjong Karang — Palembang mogelijk, waarmede men den reizigers van Java de thans noodzakelijke overnachting te Tandjong Karang zou besparen. Na afloop van den normalen dagdienst zou met een maximale snelheid van 30 km per uur gereden moeten worden over de onbewaakte lijn en emplacementen, wat geen bezwaar is, aangezien de spoorwegverordening beneden een snelheid van 30 km per uur voor 2e klasse spoorwegen geen bijzondere veiligheidsmaatregelen verlangt. Dit argument geldt natuurlijk ook voor stoomtractie, maar voor de langdurige nachtreis zal de aantrekkelijkheid der Dieseltractie nog meer gewaardeerd worden dan overdag. Bovendien zal men bij Dieselelectrische tractie op grond van het op natuurlijke wijze beschikbare ruime hulpvermogen den trein zeer royaal kunnen verlichten en ook een sterke verlichting kunnen aanbrengen aan het front van den trein, waardoor bij de snelheid van 30 km per uur de veiligheid, wat betreft de zichtcondities, even goed verzekerd is als overdag.

Ten slotte moet ik nog opmerken, dat ik nieuwe railvoertuigen, welke min of meer een imitatie voor den spoorweg zijn van autobussen op den weg, buiten beschouwing heb gelaten. Bekend zijn momenteel het Micheline-, Daimler- en Bugattirituig. Dit zijn eenheden, die alleen rijden. Ze kunnen niet gekoppeld worden in treinverband, ook niet onderling en zijn ook niet van koppelinrichtingen voorzien.

Voor deze voertuigen geldt in nog sterkere mate hetzelfde als voor personen-motortracterijtugten, namelijk, dat ze voor het bedrijf als geheel geen universeele beteekenis hebben. Men moet deze voertuigen aanschaffen met een zeer bepaald oogmerk en doel, gegrond op vele min of meer onbepaalde veronderstellingen omtrent vervoerscondities.

Als de resultaten niet aan de verwachtingen beantwoorden, zijn de voertuigen waardeloos, omdat men ze niet voor algemeene tractie kan benutten. De beschikbare informatie omtrent deze voertuigen is bovendien nog niet van dien aard, dat men ze op een reëlen grondslag technisch en economisch zou kunnen waardeeren. Deze voertuigen worden hier en daar incidenteel gebruikt, maar, zooals men uit de beschikbare informatie moet opmaken, meer bij wijze van proef dan volgens een bepaald beginsel. Bovendien hebben al deze voertuigen mechanische overbrenging en dus een motor van relatief te groot vermogen, wat geen economische conditie is.

VI. WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Een vergelijking tusschen de gemeten en de uit de theorie van den hydraulischen gradiënt afgeleide drukken en snelheden tegen en langs den onderkant van fundeeringen en bodembekleedingen, door ir. R. Agoes Prawiranata.

Een vergelijking tusschen de gemeten en de uit de theorie van den hydraulischen gradiënt afgeleide drukken en snelheden tegen en langs den onderkant van fundeeringen en bodembekleedingen,

aan de hand van proeven verricht in het Waterloopkundig Laboratorium van de Technische Hoogeschool te Bandoeng,

door

ir. R. AGOES PRAWIRANATA,

Assistent voor Waterbouwkunde.

Zowel uit proefnemingen in Nederland als uit te Bandoeng door prof. de Vos verrichte proeven heeft men een afwijking geconstateerd tusschen de gemeten standhoogten en de drukken, die afgeleid zijn uit de bekende theorie van Bligh, welke afwijking verklaard kan worden met behulp van geteekende stroombeelden. Na het principe van den hydraulischen gradiënt te hebben besproken, worden de in Bandoeng genomen modelproeven beschreven en de resultaten er van medegedeeld. In navolging van Forchheimer zijn langs de grafische methode bij de verschillende modellen de meest passende stroombeelden geteekend, die blijkens de daarop uitgeoefende controle's met de proefneming vrij goed overeenkwamen. Ten slotte wordt gewezen op verdere conclusies, welke uit de stroomfiguren kunnen worden afgeleid.

Inleiding.

Het doel van de hieronder beschreven proeven was na te gaan, in hoeverre de drukken tegen fundeeringen en vloeren, die men gewoonlijk afleidt uit de theorie van den hydraulischen gradiënt volgens Bligh, overeenkomen met of afwijken van de werkelijk optredende.

Een soortgelijk onderzoek naar den druk van het water onder stuwen is in Holland ingesteld door jhr. ir. G. W. v. d. Does, waarvan het verslag in de *Rapporten en Mededeelingen van den Rijkswaterstaat* No. 25 is neergelegd. Een kort resumé van dat onderzoek moge hieronder volgen.

Eerst werden daar proeven verricht aan bestaande kunstwerken zelf. Daartoe werden onder de stuwen en vloeren te Roermond en Linne aan de Maas betonnen peilputten geplaatst, die verbonden waren aan verticale gaspijpen, aangebracht in het betonlichaam van de pijlers. Nadat de stuwen in gebruik waren genomen, werden de waterstanden in de peilbuizen dagelijks waargenomen en in registers opgeteekend. Hieruit kon de hydraulische druk ter plaatse van de peilputten in procenten van de stuwhoogte worden berekend.

Daarna nam men modelproeven, eerst in homogenen en dan in horizontaal gelaagden grond, het laatste in overeenstemming met de opgedane ervaring bij het graven der fundeeringputten, dat de bodem in werkelijkheid ook meestal gelaagd is, terwijl men kon verwachten, dat de doorlaatbaarheidscoëfficiënt in verticale richting anders zou zijn dan in horizon-

tale. In het zandlichaam van het model werd een groot aantal geperforeerde waarnemingsbuisjes aangebracht, die door rubberslangen verbonden waren aan glazen manometerbuizen, zoodat daarmede de waterdrukken in verschillende punten gemeten konden worden. Dan werden op de teekening van het model door interpolatie lijnen geteekend van gelijken druk (potentiaallijnen) met onderlinge verschillen van 5% van de totale stuwhoogte.

De overeenstemming tusschen de waargenomen drukken onder de stuw te Roermond en die, verkregen uit de modelproef in homogenen grond, bleek slecht te zijn; de laatste waarden waren in bijna alle overeenkomstige punten hoger dan de eerste. Het model in horizontaal gelaagden grond gaf echter resultaten, die vrij goed klopten met de waarnemingen aan de stuw. Ten slotte werden de uitkomsten der proeven vergeleken met de literatuur, waarbij de theorieën van Forchheimer en van Bligh, neergelegd resp. in „Hydraulik” en in *Engineering News* van Dec. 1910, op den voorgrond zijn gesteld.

Voor de nadere bijzonderheden van dit onderzoek moge verder worden verwezen naar het betrokken rapport.

Terwijl bij de proefnemingen in Nederland de hydraulische drukken in verschillende punten in het zandlichaam waren gemeten, werd in Bandoeng de meting dier drukken beperkt tot punten langs het grensvlak van het model. Volgens de grafische methode zijn bij de verschillende modellen de meest passende stroombeelden geteekend, waaruit de druklijn is afgeleid en waarvan de waarden in de peil-

punten met de gemeten drukken werden vergeleken.

Enkele conclusies op blz. 29 en 30 van het boven aangehaalde rapport van den Rijkswaterstaat mogen hier nog naar voren worden gebracht, daar zij door de te Bandoeng genomen proeven bevestigd zijn geworden, n.l.:

- 1e. Bij waterkeerende werken, gefundeerd in homogenen grond, kan de hydraulische druk vrij nauwkeurig worden berekend volgens de methode van Forchheimer.
- 2e. De methode-Bligh geeft aan de hoogwaterzijde hoogere en aan de laagwaterzijde lagere drukken dan de werkelijkheid.

Theorie van den hydraulischen gradiënt.

Zooals bekend mag worden verondersteld, geldt in het algemeen voor grondwaterstromingen de wet van Darcy, volgens welke de hoeveelheid sijpelwater evenredig is met het drukverlies en omgekeerd evenredig met de lengte van den weg door het water afgelegd. In formule uitgedrukt luidt deze wet aldus:

$$Q = k \cdot \frac{h}{l} \cdot F \dots \dots \dots (1)$$

waarin Q = hoeveelheid sijpelwater in cm^3/sec ,
 k = doorlaatbaarheidscoëfficiënt van den grond in cm/sec ,
 h = het drukverlies in cm ,
 l = lengte van den door het water afgelegden weg in cm ,
 F = oppervlak van de beschouwde doorsnede in cm^2 , gemeten loodrecht op de bewegingsrichting.

Omdat $Q = u \cdot F$, is $u = k \cdot \frac{h}{l} = k \cdot i \dots \dots \dots (2)$

waarin $i = \frac{h}{l}$

Daar het principe van den hydraulischen gradiënt zich op algemeene bekendheid mag beroemen, zal het hier slechts in het kort worden vermeld.

We beschouwen een waterkeerend kunstwerk, zooals in fig. 1 schematisch is voorgesteld; in navolging van Bligh wordt aangenomen:

- a) dat de grootste snelheid ontstaat in de stroombaan langs het kunstwerk;
- b) dat over die kwelstroombaan het drukverhang constant blijft.

Door in formule (2) voor h in te vullen de waarde H , die gelijk is aan het niveauverschil tusschen de beide waterstanden, en voor l de ontwikkelde lengte L van de grenslijn van het kunstwerk met den grond, vindt men de maximale snelheid, die het grondwater kan aannemen en waarvan de grootte bepaald wordt door de formule:

$$u = k \cdot \frac{H}{L} \dots \dots \dots (2a)$$

Bligh heeft deze lijn L „line of creep” genoemd.

De verhouding $\frac{H}{L}$ nu staat in de techniek bekend als de *hydraulische gradiënt* van het beschouwde kunstwerk.

Aangezien k voor de betreffende grondsoort constant is verondersteld, is de berekende snelheid u bij de aanname van het steeds gelijkblijvende drukverhang ook overal dezelfde. Uit deze laatste veronderstelling volgt een eenvoudige, reeds bekende, ook op onderstaande teekening aangegeven constructie van den hydraulischen gradiënt, welke een rechte is en waaruit de druklijn kan worden afgeleid.

De toe te laten gradiënt moet nu blijven beneden dien, waarbij de snelheid van het water, dat van het boven- naar het benedenpand onder het kunstwerk door kwelt, zóó groot wordt, dat fijne gronddeeltjes worden meegevoerd. Dit meevoeren van grondkorrels toch kan leiden tot ontgroning, verzakking en ten slotte tot algeheele degradatie van het betreffende kunstwerk. Blijkt dus bij gegeven H en L de snelheid u volgens formule (2a) zoo groot te zijn, dat voor een bepaalde grondsoort ontgroning van het kunstwerk te vreezen is, dan moet L worden vergroot, hetzij door toepassing van verticale damwanden of door horizontale verlenging van den vloer, afhankelijk van verschillende omstandigheden, die hier niet ter sprake zullen komen.

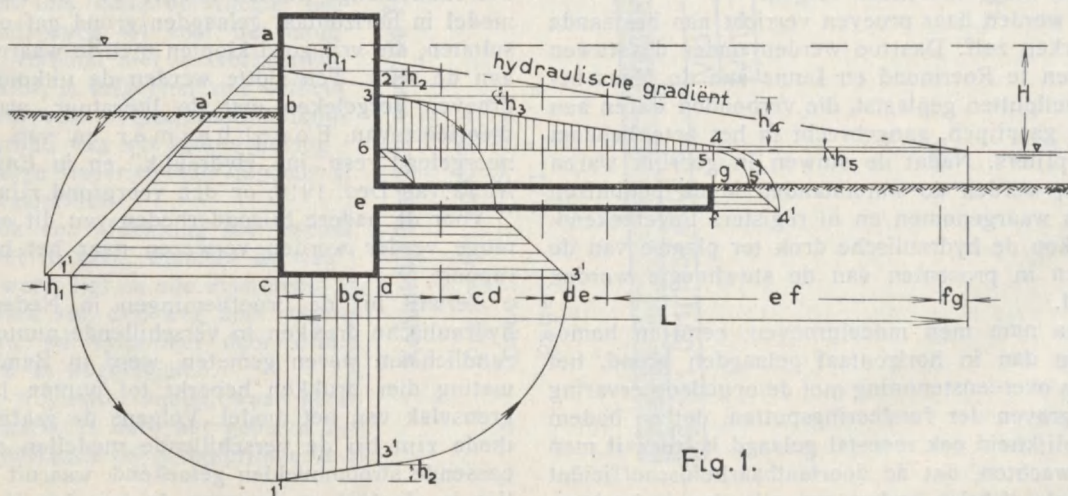


Fig. 1.

De toe te laten hydraulische gradiënt, gewoonlijk aangeduid door de letter c of $1/c$, welke dus afhankelijk is van de grondsoort waarin het kunstwerk gebouwd zal worden, is door Bligh empirisch bepaald aan de hand van een zeer groot aantal reeds gebouwde stuwen. Voor de verschillende grondsoorten heeft hij de volgende c -waarden opgegeven ¹⁾:

Lichte slib- en zandmengsels	1/18
Zeer fijn zand	1/15
Grof zand	1/12
Zand en grint	1/9
Grint en rolstenen	1/9 — 1/5

Uit den hydraulischen gradiënt wordt de waterdruk in elk punt van de muur als volgt afgeleid.

Omdat het drukverhang i overal constant is aangenomen, geldt voor elk willekeurig stuk van den totalen stroomweg L steeds dezelfde betrekking:

$$\frac{h}{l} = i \quad \text{of} \quad h = l \cdot i \quad (3)$$

waarin l = de lengte van het beschouwde deel van L en h = het benodigde drukverlies over den stroomweg l .

De drukverliezen over en de hydraulische drukken op de verschillende deelen van L kunnen eenvoudig grafisch worden bepaald, zooals in *fig. 1* gedaan is, of als volgt worden opgeschreven.

Drukverliezen over: Waterdrukken in:

$ab = 0$	$a = 0$
$bc = h_1$	$b = ab$
$cd = h_2$	$c = ac - h_1 = (c-1)$
$de = h_3$	$d = ac - h_1 - h_2 = (d-2)$
$ef = h_4$	$e = (d-2) - de - h_3 = (e-3)$
$fg = h_5$	$f = (e-3) - h_4 = (f-4)$
	$g = (f-4) - h_5 = (g-5)$

De totale oppersende krachten, tegen welke het kunstwerk bestand moet zijn, worden aangegeven door verticale drukdiagrammen, terwijl de grootte dier krachten te vinden is, door de oppervlakte der diagrammen te vermenigvuldigen met het s.g. van water, dat op de eenheid gesteld kan worden. De opdrijvende kracht, voorgesteld door de drukfiguur $c-1'-3'-d-c$, wordt in het algemeen door het groote eigengewicht van het muurmassief ruimschoots tegengehouden.

Op den vloer, die altijd lichter is dan de stuwmuur, werkt naar boven een kracht, die gelijk is aan de drukfiguur $e-f-4-3-e$. Deze kracht verminderd met de aanwezige waterbelasting geeft een resultante, die door het vloergewicht in evenwicht dient te worden gehouden. Aannemende dat het water eenvoudigheidshalve staat in plaats van op den bovenkantvloer op den onderkantvloer $e-f$, dan wordt de resulteerende oppersende kracht direct weergegeven door figuur 6-5-4-3-6, in evenwicht te houden door een volume metselwerk met s.g. ($\gamma - 1$).

Bligh, wiens theorie voornamelijk op de empirie is gebaseerd, heeft daarbij slechts de stroom-

baan langs het kunstwerk, de zgn. „line of creep”, in beschouwing genomen, waarlangs het drukverhang constant is verondersteld.

Deze aanname zal blijken minder juist te zijn.

De geconstateerde afwijkingen tusschen de uit de theorie van Bligh berekende en de aan de modellen gemeten drukken kunnen met behulp van de geteekende stroombeelden, waarvan de juistheid door de proefneming zelf is nagegaan, eenvoudig worden verklaard.

Het moet echter worden vooropgesteld, dat de te beschrijven proeven er absoluut geen aanspraak op kunnen en mogen maken bepaalde gevallen uit de praktijk voor te stellen. De onderzochte modellen toch komen naar vorm en afmetingen in de praktijk vrijwel niet voor, evenmin als de rechte begrenzing en de homogeniteit van den waterdoorlaatbaren bodem. De onderzoekingen kunnen dan ook slechts theoretische waarde hebben.

De proeven werden genomen in het Waterloopkundig Laboratorium van de T. H. te Bandoeng door ir. A. F. Binkhorst, de toenmalige assistent voor Waterbouwkunde, onder supervisie van den hoogleraar prof. ir. H. C. P. de Vos, terwijl schrijver dezes zich daarna belast zag met het teekenen en uitwerken van de stroombeelden.

De hieronder volgende beschrijving van het verloop der proeven is van de hand van ir. Binkhorst.

Beschrijving der proeven.

Het proefapparaat, hetwelk in *fig. 2* is weergegeven, bestaat uit een glazen goot, die ± 2 m lang is, hoog 47 cm en breed 30 cm tusschen de glaswanden. Ze is rechts afgesloten door glas en links door uithaaltbare schotjes.

Het aanbrengen van de zandlaag, waarop de modelvloer zou komen te rusten, geschiedde als volgt.

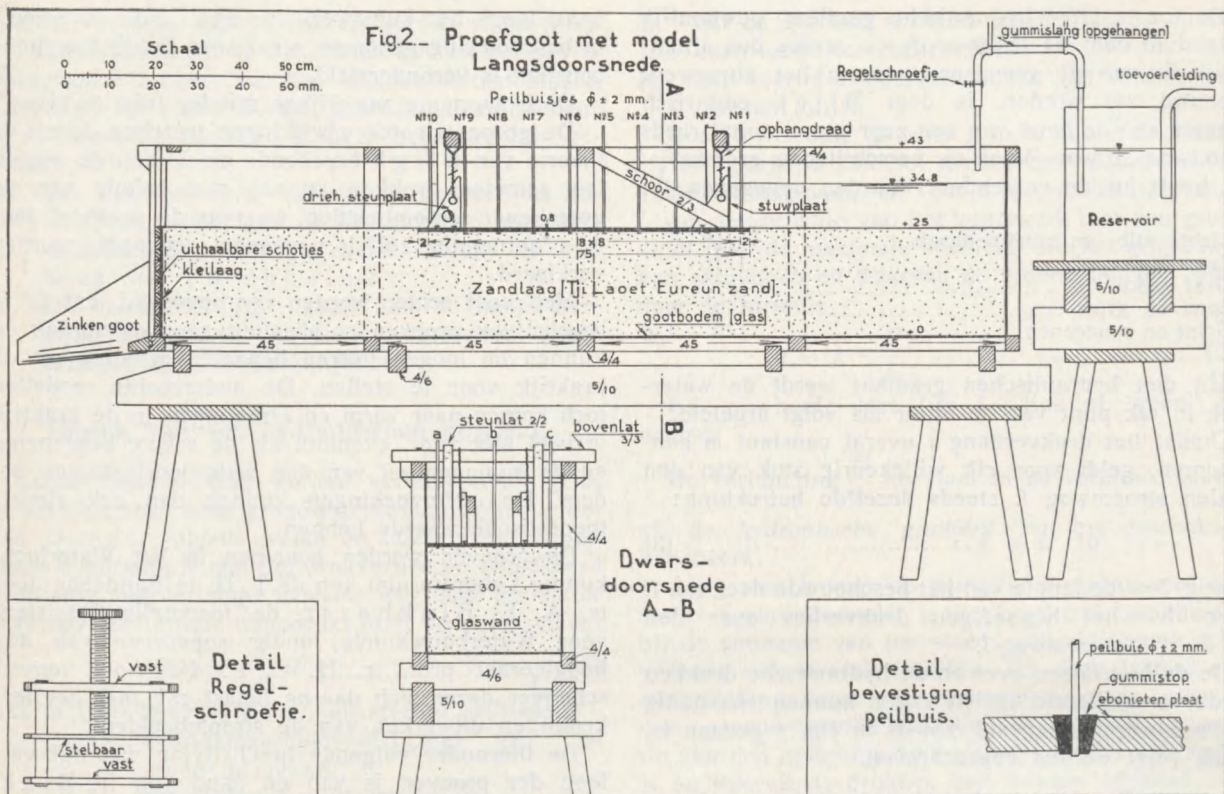
Een laag zand, iets minder dan de benodigde hoeveelheid, werd in de proefgoot onder water gezet. De opsluiting van de zandlaag benedenstrooms middels de uithaaltbare schotjes werd waterdicht gemaakt door een 2 cm dikke kleilaag, welke verschaald was met zand om het scheuren bij het droogstaan tusschen 2 proeven te voorkomen.

Het gebruikte zandmateriaal was Tji Laoet-Eureun zand, waarvan door afzonderlijke, nader te beschrijven proeven de k -waarde was bepaald. Door met een stok in het zand te porren wordt alle lucht daaruit verdreven. Hiermee moet voortgegaan worden, totdat de stok overal in de zandlaag eenzelfde weerstand ondervindt, zoodoende de homogeniteit zooveel mogelijk benaderende.

Vervolgens werd de vloer, bestaande uit een ebnoten plaat, lang 75 cm, dik 0,8 cm en breed ± 30 cm, aangebracht en opgehangen aan de randen der goot op de wijze als in *fig. 2* is aangegeven.

In de lengterichting bezit de plaat 10 rijen peilbuisjes op onderlinge afstanden van 8 cm (behalve de 2 laatste, die 7 cm van elkaar staan); ze worden van de hoog- naar de laagwaterzijde toe genummerd. Elke rij telt in de breedte 3 buisjes, die aangeduid zijn door de kleine letters a , b en c . De peilbuisjes,

1) Ontleend aan: Coll. Aanteek. IV v. prof. de Vos blz. 268; D² W. I. van 1928 blz. 240; Rapp. & Meded. v/d Rijkswaterst. No. 25 blz. 24-25.



lang 25 cm, hebben een inwendigen diameter van ± 2 mm en reiken enkele cm's in de zandlaag.

Voor de bevestiging dezer buisjes in de ebonieten plaat zijn gummistoppen gebruikt (zie fig. 2).

Na inzetting van deze stoppen in de plaat worden de naden gedicht met een gummioplissing; op deze wijze kunnen de buisjes flinke stooten verdragen zonder te lekken. Ter voorkoming van het binnendringen van zandkorrels in de buisjes worden ze aan het onderind voorzien van rolletjes kopergeas, die vrij stroef in de buisjes moeten passen.

Op den vloer zijn eenige driehoekige steunplaten van aluminium in de stroomrichting vastgeschroefd, waarvan een stel bovenstrooms steun geeft aan de stuwplaat (zie fig. 2). Verder bezit de vloer aan den onderkant 3 groeven, voor de aan te brengen damwanden, bestaande ook uit ebonietplaten, die ± 30 cm breed, ± 11 cm lang en 0,4 cm dik zijn.

De vloer is aan de bovenzijde met schoorlatjes vastgezet om omhoog drukken, waardoor een naad zou ontstaan tusschen vloer en zandlaag, waarlangs het water gemakkelijk een weg zou kunnen vinden, te voorkomen.

De vloer werd nu met stopverf waterdicht gemaakt, terwijl het zand daarna op de juiste dikte werd aangebracht en nog eens flink werd gepord, op dezelfde wijze als bij het onderstoppen van dwarsliggers (zie fig. 3).

Zorg moet worden gedragen om vooral de luchtbellen, die tegen den glaswand blijven plakken, zorgvuldig te verwijderen, want deze vormen een obstakel voor de gekleurde strepen, welke straks de stroombaan langs den wand zichtbaar moeten maken. Niet alleen tegen de opdrijvende kracht moest het

model worden beschermd, doch ook tegen den hydrostatischen druk. Deze kracht, welke horizontaal gericht is, wil het model in achterwaartsche richting doen bewegen, waardoor de stopverf aan de randen van de platen zou meegeven. Tegen dit gevaar werd het model geschoord op de wijze, als in fig. 2 aangegeven.

Nu kon met de eerste proef, een stuw zonder damwand, aangevangen worden. Het water werd middels een gummislangetje, voorzien van een regelschroefje, uit een reservoir in de goot geheveld, waarbij zorg gedragen werd, dat het gefixeerde water-niveau gedurende de proefneming zoo goed mogelijk constant bleef. Het lekwater liep benedenstrooms over den rand van de waterdichte afsluiting weg; de hoeveelheid werd gemeten door met een stopwatch de tijd te bepalen, die noodig was om 500 cm^3 te vullen.

Bovenstrooms werden vervolgens links en rechts van de proefgoot in eenige overeenkomstige punten langs den glaswand met een pipet enkele druppels fluoresceïne in alkalische oplossing aangebracht en door op het glas met krijt aan te teekenen de baan, welke deze kleurdruuppels beschrijven, worden de stroomlijnen vastgelegd.

De standhoogten in de peilbuisjes, waarvan de capillaire stijghoogte van te voren was bepaald, werden met behulp van een maatlat — afgelezen tot op $\frac{1}{2}$ mm nauwkeurig — aangemeten en nadat ze herleid waren tot de werkelijke drukhoogten, aangeteekend. Ten einde mogelijke fouten te reduceeren werd de bepaling van de standhoogte twee maal uitgevoerd.

Voor de volgende serie proeven moest de vloer

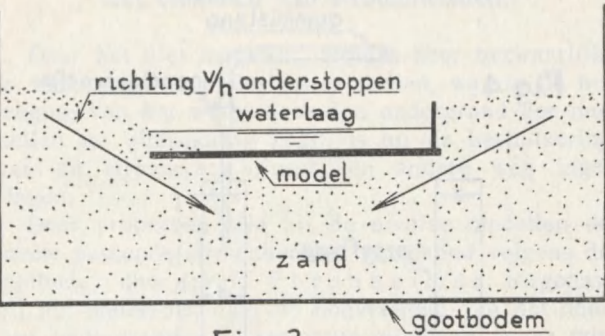


Fig. 3.

worden voorzien van een damwand, hetzij voor, midden of achter. Om een damwand voor of achter of boven- en benedenstrooms aan te brengen, was het niet gewenscht de geheele zandlaag te verwijderen. Het was zaak deze goed ingeklonken zandlaag zoo min mogelijk te verstoren. Daartoe werd de zandbodem eerst afgedraineerd door bij de afsluiting een kleine put te maken en het daarin verzamelde water af te hevelen. Wat er dan in de zandlaag achterbleef was hoofdzakelijk capillair water, zeer geschikt om het zand in een loodrecht vlak staande te houden. Het zand werd dus loodrecht afgestoken, de damwand er tegen aan gezet en zoo lang achteruit gedrukt, tot de gleuf vrij kwam en de damwand er in geschoven kon worden. Vervolgens werd alles goed droog gemaakt en de naden met stopverf gedicht, waarna de opengelaten ruimte weer met zand werd aangevuld en aangestampt.

Voor het aanbrengen van een damwand in het midden moest de zandlaag onder den vloer tot een diepte van ± 15 cm worden verwijderd en na bevestiging van den damwand, werd het zand van voor en achter tegelijk ingespoeld en ingepord tot een zoo goed mogelijk homogene massa verkregen werd.

Achtereenvolgens werden onderzocht:

Een stuw zonder damwand	Proef 1—2
„ „ met „ bovenstrooms	„ 3—4
„ „ „ „ midden	„ 5—6
„ „ „ „ benedenstrooms	„ 7—8
„ „ „ damwanden boven- en benedenstrooms	„ 9—10

Van elk dezer modelproeven werden de lek en de standhoogten in de peilbuisjes gemeten bij twee verschillende drukhoogten, waarbij elke waarneming eenige malen herhaald werd. De stroomlijnen, die bij beide drukhoogten zichtbaar waren gemaakt en met krijt op het glas vastgelegd, werden na afloop van den glaswand op transparantpapier overgenomen; op deze wijze werd van elk model een groot aantal stroomlijnen verkregen. Een uittreksel van het meetboek, dat in tabel 1 in staatvorm is weergegeven, geeft een overzicht van de verschillende metingen. Elk getal in de middelste 10 kolommen stelt dus voor een gemiddelde van 6 aflezingen. Als T de vultijd is van 500 cm³, dan wordt de lek q , in cm³/sec per cm breedte van de zandlaag, berekend uit:

$$q = \frac{500}{T} \text{ cm}^3/\text{sec}.$$

Aan de hand van genoemd staatje kan het volgende worden opgemerkt. De gemeten standhoogten, de drukken ter plaatse van de peilbuisjes weergevende, moeten met de totale drukhoogte in dezelfde verhouding toe- of afnemen, hetgeen bij de meeste er van niet het geval is.

Daar volgens Darcy q evenredig is met de drukhoogte, moet de vultijd T hiermede omgekeerd evenredig zijn, aan welke evenredigheid ook niet altijd voldaan is.

De geconstateerde afwijkingen in de meetresultaten zijn toe te schrijven aan de volgende omstandigheden:

TABEL 1.
Gemeten standhoogten en debieten (Uittreksel uit het meetregister).

Num- mer v/d proef	Omschrijving van de proef	Druk- hoogte in cm	Gemiddelde gemeten standhoogten in de peilbuizen in cm										Gem. T in sec	q in cm ³
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 2	{ Stuw zonder damwand	$h_1 = 5,0$ $h_2 = 9,8$	4,50 8,25	3,65 7,25	3,20 6,25	2,75 5,40	2,50 4,90	2,15 4,50	1,90 3,85	1,35 2,75	1,10 1,90	0,55 0,80	463 238	0,036 0,07
3 4	{ Stuw met damwand boven- strooms	$h_1 = 5,0$ $h_2 = 10,0$	3,35 6,70	3,05 6,30	2,85 5,85	2,45 5,20	2,25 4,75	1,95 4,10	1,70 3,75	1,25 2,70	1,00 1,80	0,45 1,05	529 261	0,0315 0,0639
5 6	{ Stuw met damwand midden ...	$h_1 = 5,0$ $h_2 = 10,0$	4,50 9,20	4,00 8,00	3,80 7,20	3,40 6,50	3,20 6,05	1,85 3,50	1,55 3,10	1,25 2,25	0,90 1,60	0,25 0,60	521 249	0,032 0,067
7 8	{ Stuw met damwand beneden- strooms	$h_1 = 5,0$ $h_2 = 10,0$	4,60 9,00	4,20 8,00	4,05 7,35	3,60 6,60	3,30 6,00	2,85 5,30	2,80 5,05	2,45 4,35	2,30 3,85	(0,30) (0,25)	516 272	0,0323 0,0613
9 10	{ Stuw met damwanden boven- en benedenstrooms	$h_1 = 5,0$ $h_2 = 10,0$	3,45 6,75	3,05 6,40	2,85 6,00	2,60 5,45	2,30 4,95	1,95 4,30	1,90 4,00	1,70 4,35	1,45 3,10	(0,30) (0,20)	644 322	0,02585 0,0517

De getallen tusschen haakjes waren niet duidelijk meer af te lezen.

- 1e. Afleesfouten bij de bepaling van de standhoogten, welke fouten verkleind kunnen worden door meerdere aflezingen te doen. Een afleesfout van $\frac{1}{2}$ tot 1 mm heeft bij de laatste peilbuisjes benedenstrooms relatief een grooten invloed op de waarde van den te meten druk, daar deze zelf slechts enkele mm's telt.
- 2e. Niet altijd volkomen gelijke invloed van de capillaire werking der buisjes, doordat b.v. droge buisjes een andere stijghoogte geven dan natgemaakte, door het voorkomen van witte korstjes (vermoedelijk praecipitaten van de in het water opgeloste zouten) aan den binnenkant, die zich bij de voorgaande proeven hebben afgezet. Zooveel mogelijk werd dit voorkomen door de buisjes aan den binnenkant geregeld met alcohol schoon te spoelen.
- 3e. Mogelijke verstoring van de strooming ter plaatse van de peilbuisjes, die immers met de gummistoppen over een kort stukje in de zandlaag reiken.
- 4e. Mogelijke verstopping der buisjes door zandkorrels.
- 5e. Afleesfouten op de stopwatch en op het maatglas.
- 6e. Temperatuursverschillen bij de verschillende proeven.

Het bepalen van den doorlaatbaarheidscoëfficiënt van het zand.

Het toestel, waarmede de k -waarde van het zand bepaald werd, bestaat zooals op fig. 4 te zien is uit:

a) een cyl. glazen buis, 50 cm lang met een inwendige diameter van 4,85 cm (d). De bodem wordt gevormd door kopergaas, waarvan de maaswijdte kleiner is dan de korrelgrootte van het te meten zand en dat middels gummiringen om de buis is vastgebonden;

b) een bakje, over welks bodem een laagje grint is uitgespreid, waarop de buis komt te rusten. In één der zijwanden van dit bakje is een trapeziumvormige opening uitgesneden, die voorzien is van een lip, teneinde het water op een afstand van het bakje te doen sijpelen;

c) een maatglas van 500 cm³ en een stopwatch.

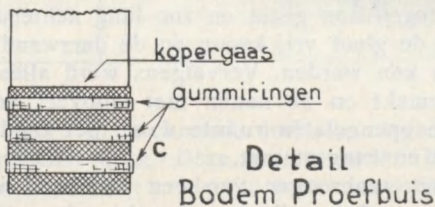
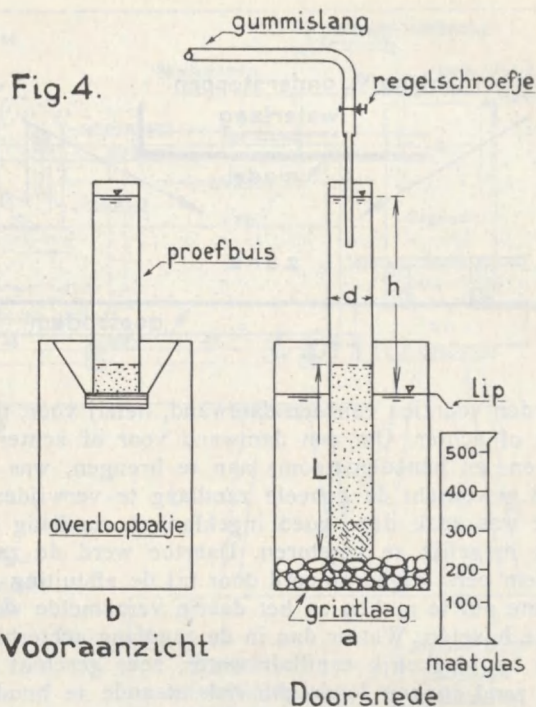
De buis werd gevuld tot een lengte van 23,5 cm (L) met het zand, dat na afloop van de hierboven beschreven proeven uit de goot is genomen en zoo veel mogelijk op dezelfde wijze in de buis werd aangebracht als in de modellen.

Onder toepassing van de bekende wet van Darcy:

$$q = k \cdot \frac{h}{L} \cdot F$$

komt de proef hierop neer, dat men bij een bepaalde drukhoogte h de sijpelhoeveelheid q meet en daaruit de k -waarde van het betreffende zand berekent, daar in bovenstaande formule alle andere factoren bekend zijn.

De drukhoogte h , zijnde het verschil in de water-niveau's in en buiten de buis, werd aangemeten met een maatlat, waarbij tot op 0,5 mm nauwkeurig werd afgelezen.



De waterstand in de buis, aangegeven door een ingekrast dwarsstreepje op het glas, werd evenals bij de vorige proeven geregeld met het regelschroefje. De waterstand in het bakje was bepaald door de hoogte van den drempel van de trapeziumvormige opening.

De sijpelhoeveelheid q per sec werd weer gevonden door den vultijd van 500 cm³ te meten, welke afvoermeting ook weer bij elke drukhoogte eenige malen herhaald werd.

De gevonden k -waarden zijn in tabel 2 weergegeven.

TABEL 2.

h in cm	T in sec		q in cm ³ / sec	$\frac{q}{F}$	$\frac{L}{h}$	k in cm/sec	
	gem	gem.				berek.	gem.
26,60	1074	1061	0,471	0,0255	0,951	0,0242	0,0244
	1058						
	1050						
15,05	1858	1848	0,271	0,01465	0,168	0,0246	
	1835						
	1852						

$$q = 500 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

$$L = 23,5 \text{ cm}$$

$$F = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 4,85^2 = 18,5 \text{ cm}^2$$

Het teekenen van stroombeelden.

Daar het niet mogelijk, althans zeer bezwaarlijk, is wiskundige formules op te stellen, waarin de beweging van het water door den ondergrond der modellen tot uitdrukking komt, is bij de bestudeering van dit stroomverschijnsel een andere weg ingeslagen.

Door probeeren zijn bij de diverse modellen de meest passende stroombeelden geteekend volgens de methode, door prof. Forchheimer toegepast bij het onderzoek naar de hoeveelheid van het door den ondergrond van een stuw sijpelend water (zie Forchheimer „Hydrauliek”, 1930 pg. 81—82).

Het zou ons te ver voeren het teekenen zelf van de verschillende stroomfiguren één voor één te beschrijven, zoodat hier volstaan zal worden met de vermelding van de richtlijnen en principes, van welke men daarbij gebruik heeft gemaakt en welke ontleend zijn aan het boven aangehaalde werk van Forchheimer.

Zooals bekend behoort de grondwaterstroom tot de vlakke potentiaalstromingen, welke op een plat vlak afgebeeld kunnen worden door twee loodrecht op elkaar staande stelsels lijnen. Stelt fig. 5 een deel van het stroomingsveld voor, dan zijn s_1, s_2 de stroom- en h_1, h_2 de potentiaallijnen, waarvan df en ds de resp. onderlinge afstanden zijn. Is dh het potentiaalverschil tusschen h_1 en h_2 , dan is dh het drukverhang, hetwelk over den afstand ds voorloopig constant is aan te nemen. Met de wet van Darcy, toegepast op dit rechthoekje, is de afvoer dq , zijnde de doorgestroomde hoeveelheid kwelwater tusschen de stroomlijnen s_1 en s_2 per lengte-eenheid loodrecht gemeten op het vlak van teekening, te bepalen uit de formule:

$$dq = k \cdot \frac{dh}{ds} \cdot df \dots \dots \dots (4)$$

als k = de doorlaatbaarheidscoëfficiënt van den grond.

Teekent men die stroomlijnen, waartusschen de afvoeren onderling gelijk zijn, benevens die potentiaallijnen, tusschen welke een gelijk potentiaalverschil bestaat, dan krijgt men een stroombeeld, bestaande uit rechthoeken, waarvoor de verhouding der zijden steeds dezelfde blijft.

Aldus:

$$\frac{l}{k} \cdot \frac{dq}{dh} = \frac{df}{ds} = \text{constant}$$

Kiest men nu dq en dh zoodanig, dat de rechthoeken overgaan in vierkanten, dan zijn de eischen, waaraan de te teekenen stroom- en potentiaallijnen hebben te voldoen, de volgende:

- a) ze moeten loodrecht op elkaar staan en
- b) „ „ kwadraten insluiten.

De verkregen lijnen zullen dan voorstellen stroom- en potentiaallijnen, die geteekend zijn met dezelfde parameters verschillen, indien hiervan de vergelijkingen bekend waren.

Aangezien de beschouwde strooming rotatievrij is, moet er nog voldaan worden aan den eisch, dat de diagonalen dezer kwadraten, welke vloeiende krommen kunnen zijn, steeds loodrecht op elkaar staan.

Nu zijn van elk gevraagd stroombeeld de volgende randvoorwaarden bekend (zie fig. 6):

- 1e. de grenslijn tusschen het model en den zandbodem, de begrenzingen van de zandlaag zoowel aan de uiteinden als aan den onderkant, zijn *stroomlijnen*;
- 2e. de bovenkanten van de zandlaag aan boven- en benedenstroomsche zijde van het model zijn *potentiaallijnen*.

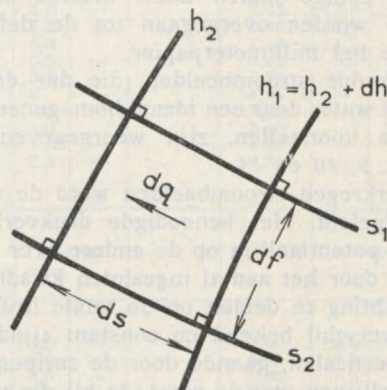


Fig. 5.

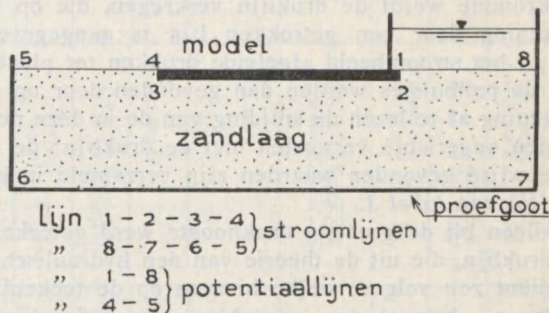


Fig. 6.

Van elk onderzocht model werd op millimeterpapier een tekening op ware grootte gemaakt, terwijl het schetsen van de stroomfiguren op transparantpapier geschiedde.

De groote moeilijkheid steekt in de keuze van de kwadraatgrootte, daar het wenschelijk, hoewel niet bepaald noodzakelijk is, dat men langs alle randen steeds op heele kwadraten uitkomt.

De te teekenen stroomlijnen waren, wat de algemeene richting betreft, bekend uit de waargenomen stroomdraden, zoodat men bij het schetsen eenig richtsnoer had. Echter moet direct worden opgemerkt, dat men als beginstroomlijn nooit een gemeten of gemiddelde stroomdraad heeft gebruikt, waardoor het teekenen der stroombeelden dus min of meer onafhankelijk is gebleven van de proefneming.

Een geschetst kwadratenbeeld, berustende op zekere aannamen ten aanzien van de richting en den onderlingen afstand der stroom- en potentiaallijnen, zal nu juist blijken te zijn, indien het verkregen

stroombeeld aan alle eischen en randvoorwaarden op bevredigende wijze voldoet. Is dit niet het geval, dan moet het stroombeeld gewijzigd of opnieuw worden geschetst met nieuw aan te nemen lijnen. Hierbij zij nog aangeteekend, dat de verkregen stroomfiguur zeer gevoelig is zelfs voor een kleine wijziging, want indien slechts één stroom- of potentiaallijn verbeterd wordt, heeft dit een verschuiving van de andere omgevende lijnen ten gevolge.

Het behoeft geen betoog, dat men het gevraagde stroombeeld eenige malen heeft moeten schetsen, voordat kon worden overgegaan tot de definitieve teekening op het millimeterpapier.

De geteekende stroombeelden, die dus de strooming van het water door een ideaal homogenen ondergrond willen voorstellen, zijn weergegeven in de figuren 7, 8, 9, 10 en 11.

Uit de verkregen stroombeelden werd de druklijn als volgt afgeleid. Het benodigde drukverlies om van de eene potentiaallijn op de andere over te gaan is te vinden door het aantal ingesloten kwadraten in de stroomrichting te deelen op de totale drukhoogte en dit drukverschil bekend en constant zijnde, worden op de verticalen, gaande door de snijpunten dezer potentiaallijnen met de plaat, de bij die verschillende lijnen behorende drukken uitgezet, gerekend vanaf bovenkant-plaat. Door de uiteinden dezer drukordinaten met elkaar te verbinden door een vloeiende kromme wordt de druklijn verkregen, die op de teekening door een getrokken lijn is aangegeven. De uit het stroombeeld afgeleide drukken ter plaatse van de peilbuisjes worden dan gevonden door op de teekening af te lezen de snijding van de in deze peilpunten opgerichte verticalen met de druklijn; de op deze wijze gevonden waarden zijn verzameld in kolom (5) van tabel 3.

Alleen bij de grootste drukhoogte werd geteekend de druklijn, die uit de theorie van den hydraulischen gradiënt zou volgen, welke hier en op de teekening kortweg — hoewel ten onrechte — de hydraulische gradiënt zelf genoemd zal worden. Deze druklijn is op de teekening door een streep-streep lijn aangeduid; de waarden in de diverse peilpunten zijn te vinden in kolom (8) van tabel 3.

De gemeten druklijn, aangegeven door een streep-punt-streep lijn, die de waargenomen standhoogten in de peilbuisjes verbindt door rechte lijnen, geeft uit den aard der zaak slechts in de peilpunten exacte waarden, terwijl de drukken van de tusschen gelegen punten niet altijd mogen worden berekend door rechtlijnige interpolatie uit de volgende of voorgaande gemeten standhoogten.

Daar de vorm van de stroomlijnen *onafhankelijk* is van de waarde van de drukhoogte, waaronder de strooming plaats heeft, werd van de waargenomen stroomdraden, die aan weerskanten van de proefgoot en bij beide drukhoogten in eenige punten hetzelfde begin hadden, de gemiddelde bepaald. Dit is gedaan om reden, dat alle gemeten stroombanen anders de teekening zouden vullen, waardoor het overzicht bij de vergelijking tusschen deze en de geteekende stroomlijnen verloren zou gaan. Deze gemiddelde waargenomen stroombanen — 3 in aantal — zijn op de teekening door streep-punt-streep lijnen aangeduid.

Contrôle op de geteekende stroombeelden.

In hoeverre de geteekende stroomfiguren met de resultaten der proefnemingen overeenkomen is te beoordeelen naar:

- A. de waarden van de daaruit afgeleide drukken in de peilpunten;
- B. de k -waarde, die daaruit is berekend;
- C. den vorm van de stroomlijnen;

A. In kolom (5) van tabel 3 zijn aangegeven voor de drukhoogten h_1 en h_2 de waarden van de uit de stroombeelden afgeleide drukken in de peilpunten 1 t/m 10; deze getallen zijn tot op 0,5 mm nauwkeurig afgelezen. Door afrondingsfouten nemen de drukken in eenige peilpunten niet in dezelfde verhouding toe of af als de drukhoogten; deze fouten zijn echter zeer gering en dus te verwaarloozen.

In kolom (4) staan de gemiddelde gemeten standhoogten in de peilbuisjes, welke ook tot op 0,5 mm nauwkeurig zijn bepaald.

In de kolommen (6) en (7) zijn weergegeven de verschillen in mm's tusschen de gemeten en de afgeleide drukken in de diverse peilpunten.

Zooals uit de getallen in deze beide kolommen blijkt, bestaat over het algemeen een vrij goede overeenstemming tusschen de gemeten en de uit de stroombeelden afgeleide drukken, waaruit de conclusie mag worden getrokken, dat de proefneming — althans wat betreft de druklijn — door de teekening voldoende nauwkeurig is benaderd.

B. Met de geteekende stroomfiguur van een onderzocht model kan de k -waarde van het voor de modelproef gebruikte zandmateriaal als volgt worden berekend.

Op elk van de kwadraten, waaruit het stroombeeld bestaat, de wet van Darcy toepassende, krijgt men:

$$dq = k \cdot \frac{dh}{ds} \cdot df$$

waarin nu $ds = df$, zoodat deze formule overgaat in:

$$dq = k \cdot dh \dots \dots \dots (4a)$$

De afvoer per stroombuis $q = \frac{Q}{m}$, als q is het totaal gemeten debiet per sec en per cm-breedte van de zandlaag, en m het aantal stroombuizen voorstelt.

Het potentiaalverschil dh is constant aangenomen en gelijk aan $\frac{h}{n}$, indien h is de bij q behorende gemeten drukhoogte en n het aantal kwadraten in de stroomrichting.

De waarden voor dq en dh in bovenstaande formule substitueerende, krijgt men tenslotte:

$$\frac{q}{m} = k \cdot \frac{h}{n}$$

$$\text{of } q = k \cdot \frac{h}{n} \cdot m \dots \dots \dots (5^a)$$

Deze formule, welke niets anders is dan die van Darcy, doch in eenigszins andere gedaante door het voorkomen van onbenoemde getallen n en m , toegepast op de diverse stroombeelden, stelt de bijbehorende k -waarden bekend, waarvan de berekening voor een goed overzicht in staatvorm is uitgevoerd (zie tabel 4).

3) zie hiervoor ook „Hydraulik” 1930, door Forchheimer.

TABEL 3.

Vergelijking van de langs drie methoden gevonden drukken in de peilpunten.

(1) Num- mer v/d fig.	(2) Omschrijving v/h model	(3) Peilb. num- mers	(4) Gemeten drukken voor:		(5) Afgeleide drukken voor :		(6) (5) — (4) in mm voor : $h_1=5,0$		(7) (5) — (4) in mm voor : $h_2=9,8$		(8) Hydr. gradiënt voor :		(9) (8) — (4) in mm voor: $h_2=9,8$		(10) (8) — (5) in mm voor: $h_2=9,8$	
			$h_1=5,0$	$h_2=9,8$	$h_1=5,0$	$h_2=9,8$					$h_1=5,0$	$h_2=9,8$				
			in cm	in cm	in cm	in cm	pos.	neg.	pos.	neg.	in cm	in cm	pos.	neg.	pos.	neg.
1	Stuw zonder damwand	1	4,50	8,25	4,50	8,75	0	—	5,0	—		9,45	12,0	—	7,0	—
		2	3,65	7,25	3,90	7,70	2,5	—	4,5	—		8,40	11,5	—	7,0	—
		3	3,20	6,25	3,50	6,85	3,0	—	6,0	—		7,40	11,5	—	5,5	—
		4	2,75	5,40	3,05	6,05	3,0	—	6,5	—		6,35	9,5	—	3,0	—
		5	2,50	4,90	2,65	5,25	1,5	—	3,5	—		5,35	4,5	—	1,0	—
		6	2,15	4,50	2,30	4,50	1,5	—	0	—		4,35	—	1,5	—	1,5
		7	1,90	3,85	1,90	3,70	0	—	—	1,5		3,30	—	5,5	—	4,0
		8	1,35	2,75	1,50	2,85	1,5	—	1,0	—		2,30	—	4,5	—	5,5
		9	1,10	1,90	1,05	2,00	—	0,5	1,0	—		1,30	—	6,0	—	7,0
		10	0,55	0,80	0,55	1,05	—	0	2,5	—		0,35	—	4,5	—	7,0
2	Stuw met damwand boven- strooms		$h_1=5,0$	$h_2=10,0$	$h_1=5,0$	$h_2=10,0$	$h_1=5,0$	$h_2=10,0$				$h_2=10,0$	$h_2=10,0$		$h_2=10,0$	
		1	3,35	6,70	3,50	7,00	1,5	—	3,0	—		7,60	9,0	—	6,0	—
		2	3,05	6,30	3,40	6,80	3,5	—	5,0	—		6,75	4,5	—	—	0,5
		3	2,85	5,85	3,10	6,20	2,5	—	3,5	—		5,95	1,0	—	—	2,5
		4	2,45	5,20	2,75	5,55	3,0	—	3,5	—		5,15	—	0,5	—	4,0
		5	2,25	4,75	2,45	4,90	2,0	—	1,5	—		4,25	—	5,0	—	6,5
		6	1,95	4,10	2,05	4,15	1,0	—	0,5	—		3,50	—	6,0	—	6,5
		7	1,70	3,75	1,75	3,50	0,5	—	—	2,5		2,65	—	11,0	—	8,5
		8	1,25	2,70	1,35	2,70	1,0	—	0	—		1,80	—	9,0	—	9,0
		9	1,00	1,80	0,95	1,85	—	0,5	0,5	—		1,00	—	8,0	—	8,5
		10	0,45	1,05	0,45	0,95	—	0	—	1,0		0,25	—	8,0	—	7,0
3	Stuw met damwand midden	1	4,50	9,20	4,55	9,10	0,5	—	—	1,0		9,80	6,0	—	7,0	—
		2	4,00	8,00	4,00	8,00	0	—	—	0		8,95	9,5	—	9,5	—
		3	3,80	7,20	3,60	7,20	—	2,0	—	0		8,10	9,0	—	9,0	—
		4	3,40	6,50	3,25	6,50	—	1,5	—	0		7,30	8,0	—	8,0	—
		5	3,20	6,05	3,05	6,05	—	1,5	—	0		6,50	4,5	—	4,5	—
		6	1,85	3,50	1,95	3,95	1,0	—	4,5	—		3,45	—	0,5	—	5,0
		7	1,55	3,10	1,70	3,40	1,5	—	3,0	—		2,60	—	5,0	—	8,0
		8	1,25	2,25	1,35	2,70	1,0	—	4,5	—		1,80	—	4,5	—	9,0
		9	0,90	1,60	0,95	1,85	0,5	—	2,5	—		1,00	—	6,0	—	8,5
		10	0,25	0,60	0,45	0,90	2,0	—	3,0	—		0,30	—	3,0	—	6,0
4	Stuw met damwand beneden- strooms	1	4,60	9,00	4,50	9,00	—	1,0	0	—		9,70	7,0	—	7,0	—
		2	4,20	8,00	4,00	8,00	—	2,0	0	—		8,90	9,0	—	9,0	—
		3	4,05	7,35	3,65	7,25	—	4,0	—	1,0		8,05	7,0	—	8,0	—
		4	3,60	6,60	3,25	6,50	—	3,5	—	1,0		7,20	6,0	—	7,0	—
		5	3,30	6,00	2,90	5,80	—	4,0	—	2,0		6,40	4,0	—	6,0	—
		6	2,85	5,30	2,55	5,15	—	3,0	—	1,5		5,60	3,0	—	4,5	—
		7	2,80	5,05	2,25	4,50	—	5,5	—	5,5		4,80	—	2,5	3,0	—
		8	2,45	4,35	1,95	3,90	—	5,0	—	4,5		3,90	—	4,5	0	—
		9	2,30	3,85	1,70	3,45	—	6,0	—	4,0		3,10	—	7,5	—	3,5
		10	(0,30)	(0,25)	(0,15)	(0,30)	—	—	—	—		(0,30)	—	—	—	—
5	Stuw met damwanden boven- en beneden- strooms	1	3,45	6,75	3,50	7,00	0,5	—	2,5	—		7,90	11,5	—	9,0	—
		2	3,05	6,40	3,35	6,70	3,0	—	3,0	—		7,25	8,5	—	5,5	—
		3	2,85	6,00	3,10	6,20	2,5	—	2,0	—		6,60	6,0	—	4,0	—
		4	2,60	5,45	2,80	5,65	2,0	—	2,0	—		5,90	4,5	—	2,5	—
		5	2,30	4,95	2,55	5,10	2,5	—	1,5	—		5,20	2,5	—	1,0	—
		6	1,95	4,30	2,30	4,55	3,5	—	2,5	—		4,55	2,5	—	0	—
		7	1,90	4,00	2,00	4,00	1,0	—	0	—		3,90	—	1,0	—	1,0
		8	1,70	3,45	1,75	3,50	0,5	—	0,5	—		3,25	—	2,0	—	2,5
		9	1,45	3,10	1,55	3,10	1,0	—	0	—		2,60	—	5,0	—	5,0
		10	(0,30)	(0,20)	(0,10)	(0,20)	—	—	—	—		(0,25)	—	—	—	—

De getallen tusschen haakjes zijn niet zuiver meer afgelezen.

TABEL 4.
De uit de stroombeelden berekende k -waarden.

Num. v/d fig.	Omschrijving van het model	q in cm^3	h in cm	n	m	$\frac{q}{m}$	$\frac{h}{n}$	k in cm/sec
1	Stuw zonder damwand	0,036	5,0	46	11	0,00327	0,109	0,03
		0,07	9,8			0,00636	0,213	0,03
2	Stuw met damwand bovenstrooms	0,0315	5,0	50	11	0,00286	0,1	0,0286
		0,0639	10,0			0,00581	0,2	0,029
3	Stuw met damwand midden	0,032	5,0	40	9	0,00356	0,125	0,0285
		0,067	10,0			0,00745	0,25	0,0298
4	Stuw met damwand benedenstrooms ...	0,0323	5,0	47	10	0,00323	0,1065	0,0304
		0,0613	10,0			0,00613	0,213	0,0288
5	Stuw met damwanden boven- en benedenstrooms	0,02585	5,0	51	10	0,002585	0,098	0,0264
		0,0517	10,0			0,00517	0,196	0,0264

Gemiddeld is gevonden voor $k = 0,0288 \text{ cm/sec}$.

Als voor elk model de lekhoeveelheden bij de drukhoogten h_1 en h_2 goed gemeten waren, dan zou men uit elk stroombeeld van een model dezelfde k -waarde moeten vinden. Dit is alleen het geval met de stroomfiguren van fig. 7 en 11, en ten naaste bij met die van fig. 8.

Gemiddeld vindt men uit de stroombeelden $k = 0,0288 \text{ cm/sec}$, terwijl uit de buisproef met hetzelfde zand $k = 0,0244 \text{ cm/sec}$ is gevonden.

De langs de beide methoden gevonden k -waarden mogen feitelijk niet zoo zonder meer met elkaar worden vergeleken, omdat de doorlaatbaarheid van het zand beheerscht wordt door de onderlinge ligging der korrels, dus door de homogeniteit van de zandlaag en de vastheid, waarmee ze aangebracht is, afgezien nog van de temperatuur, die haar invloed zal doen gelden op de viscositeit van het water en via deze ook op de k -waarde. Het behoeft geen betoog, dat het aanbrengen van het zand in de buis en in de modellen onmogelijk geheel op dezelfde wijze kon geschieden, zoodat een klein verschil in de te vinden k -waarde wel met zekerheid moest optreden.

Hoewel dus de k -waarde uit de buisproef wel iets verschilt van die, gevonden uit de doorstromingsproeven, blijkt uit het feit, dat vooral voor de stroombeelden in de figuren 7 t.m. 10 goed overeenkomende waarden werden verkregen, dat deze stroomfiguren vrij nauwkeurig kunnen worden geacht.

Bij fig. 11 werd een iets kleinere k -waarde gevonden. Blijkbaar zat onder den voorsten damwand een wat vastere prop, waardoor ook een vrij sterke afwijking in de stroombaan aldaar werd veroorzaakt.

Met de geteekende stroomfiguren kan men indien k bekend is, de lekhoeveelheid q berekenen, daar dan in formule (5) alle factoren bekend zijn.

C. Uit de vergelijking tusschen de gemiddelde gemeten en de geteekende stroomlijnen kan men feitelijk niet zonder meer een conclusie trekken betreffende de juistheid van de teekening, omdat de geteekende stroombeelden immers de strooming in een

ideaal homogenen ondergrond trachten voor te stellen, terwijl de waargenomen stroomdraden zich sterk hebben aangepast aan de werkelijke structuur van de zandlaag.

De groote moeilijkheid bij de boven beschreven proeven was juist het leggen van een zoo goed mogelijk homogenen ondergrond, welke moeilijkheid nog vergroot werd door het aanbrengen van damwanden.

Ofschoon de ideale homogeniteit dus nog lang niet bereikt is, is op elke teekening toch minstens één gemiddelde stroombaan aan te wijzen, welke vrij goed overeenstemt met één der geteekende stroomlijnen, wat er op wijst, dat teekening en proefneming niet al te ver uit elkaar zijn gelopen.

Ten slotte zij nog gewezen op de mogelijkheid om langs exacten weg stroombeelden te bepalen, welke methode berust, zooals prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh in zijn artikel „Eenige experimenteel onderzoekingsmethoden in de Mechanica” in *De Ingenieur* 1930 No. 43, Algemeen gedeelte pg. 392—396, heeft uiteengezet, op de analogie, die er bestaat tusschen de grondvergelijkingen eener rotatievrije strooming van een vloeistof — waartoe de grondwaterstroom toch ook behoort — en die van een electrischen stroom. Voor de verdere bijzonderheden hieromtrent moge naar dit artikel verwezen worden.

Voortbouwende op deze analogie heeft prof. Vreedenburgh in het Laboratorium voor Toegepaste Mechanica een reeks onderzoekingen verricht, naar aanleiding waarvan hij op 3 Maart 1933 een lezing heeft gehouden voor de Natuurkundige Vereeniging te Bandoeng over „Electrodynamische bepaling van stroom- en potentiaallijnen” ⁴⁾.

Langs de grafische methode verkregen stroombeelden zouden dus eventueel kunnen worden vergeleken met die, welke men langs electrischen weg zou vinden.

4) gepubliceerd in *De Ingenieur* 1933, No. 32.

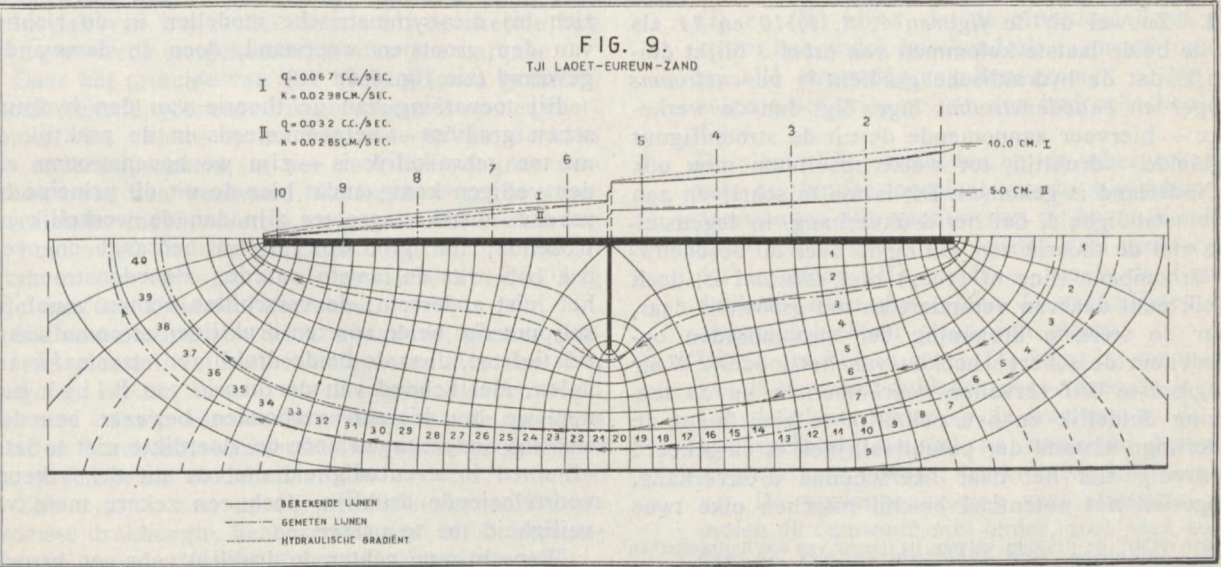
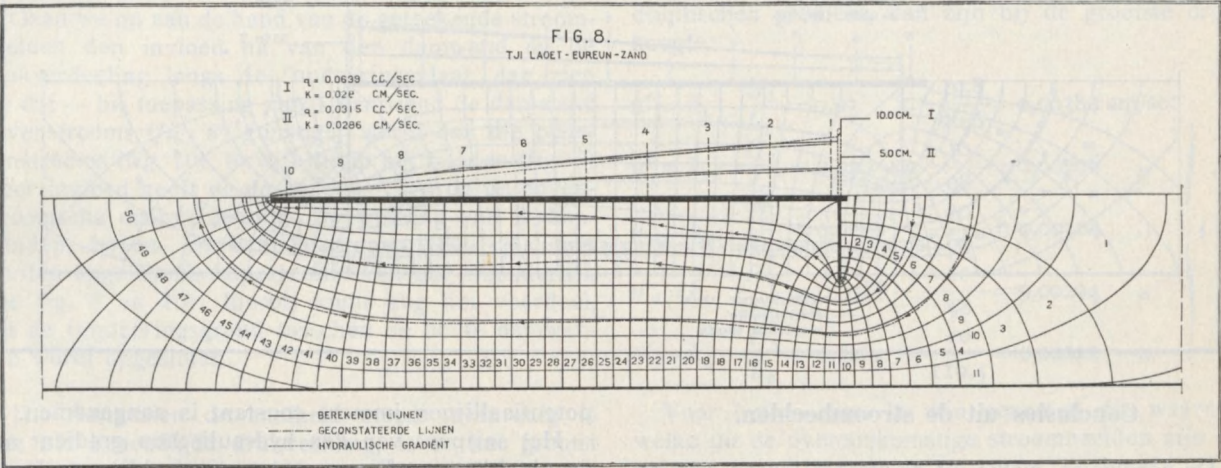
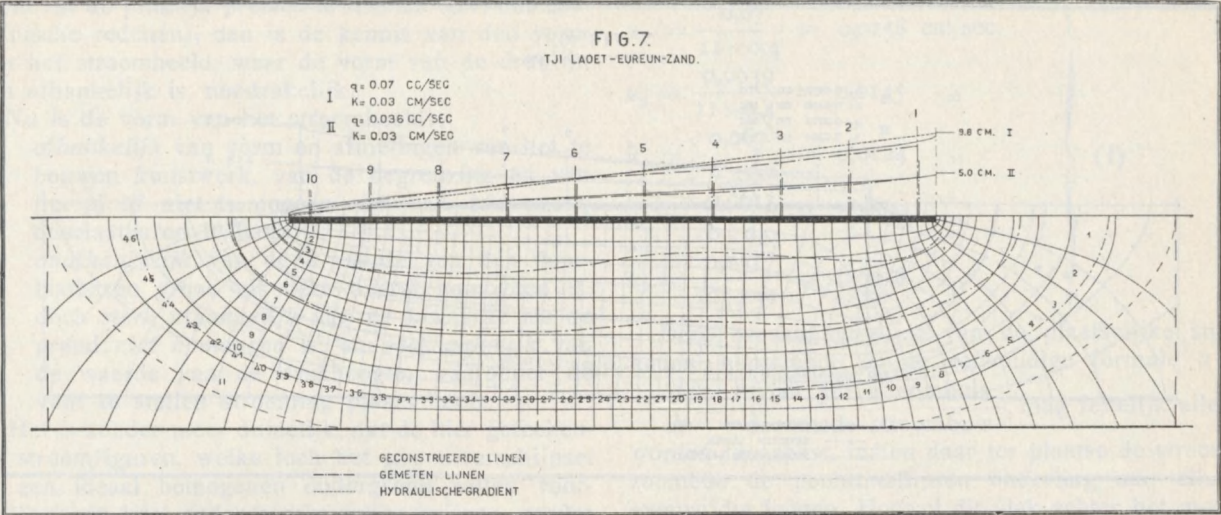


FIG. 10.

TJI LAOET-EUREUN-ZAND.

$$\begin{aligned} \text{I} \quad q &= 0.0619 \text{ CG/SEC.} \\ K &= 0.0286 \text{ CM/SEC.} \\ \text{II} \quad q &= 0.0323 \text{ CG/SEC.} \\ K &= 0.0304 \text{ CM/SEC.} \end{aligned}$$

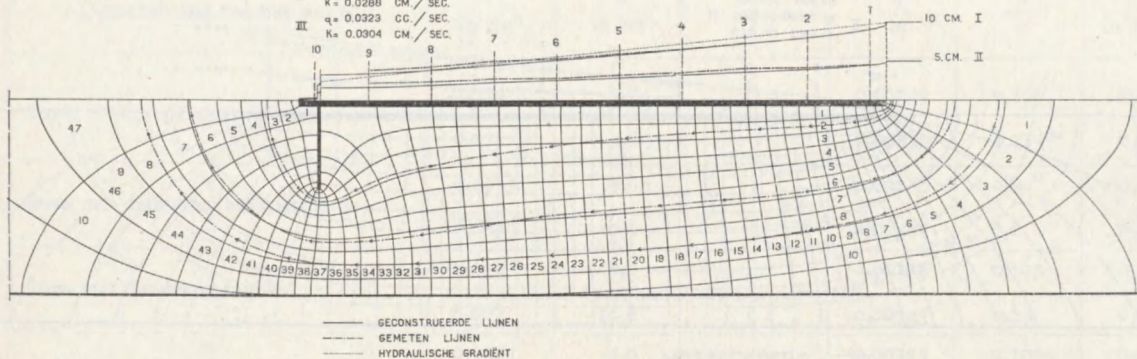
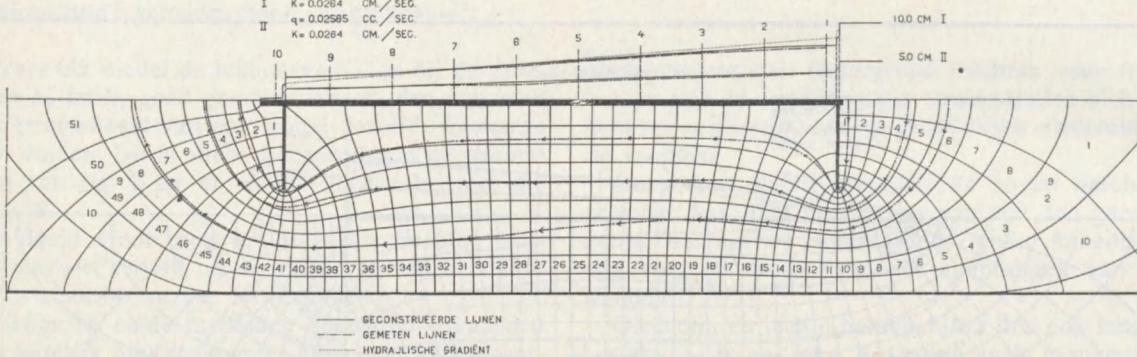


FIG. 11.

TJI LAOET-EUREUN-ZAND.

$$\begin{aligned} \text{I} \quad q &= 0.0517 \text{ CG/SEC.} \\ K &= 0.0264 \text{ CM/SEC.} \\ \text{II} \quad q &= 0.02585 \text{ CG/SEC.} \\ K &= 0.0264 \text{ CM/SEC.} \end{aligned}$$



Conclusies uit de stroombeelden.

De conclusies, welke uit de stroomfiguren zijn getrokken, kunnen als volgt worden ingedeeld:

- I. betreffende de optredende drukken.
- II. „ „ „ „ snelheden.

I. Zoowel uit de figuren 7, 8, 9, 10 en 11 als uit de beide laatste kolommen van tabel 3 blijkt duidelijk, dat de hydraulische gradiënt ⁵⁾ bovenstrooms hooger en benedenstrooms lager ligt dan de werkelijke — hiervoor aannemende de uit de stroomfiguur afgeleide — druklijn, tot welke resultaten men ook in Nederland is gekomen. Dit is toe te schrijven aan de omstandigheid, dat het drukverhang, in tegenstelling met de theorie van Bligh, over de beschouwde stroombaan (line of creep) niet constant is, doch in elk punt daarvan verandert en het grootst is daar, waar de sterkste kromming der stroomdraden optreedt (om de scherpe hoeken van het model). Waar de grootste drukvervalen voorkomen, is op de tekening duidelijk en overzichtelijk te zien, want de onderlinge afstand der potentiaallijnen is omgekeerd evenredig met het daar heerschende drukverhang, aangezien het potentiaalverschil tusschen elke twee

potentiaallijnen immers constant is aangenomen.

Het snijpunt van den hydraulischen gradiënt met de uit de stroomfiguur verkregen druklijn geeft dus aan, de plaats, waar de drukken volgens de beide methoden berekend aan elkaar gelijk zijn. Dit snijpunt is bij symmetrische modellen gelegen in de as van symmetrie (zie fig. 7, 9 en 11) en het beweegt zich bij niet-symmetrische modellen in de richting van den grootsten weerstand, door de damwanden gevormd (zie fig. 8 en 10).

Bij toepassing van de theorie van den hydraulischen gradiënt — hetgeen steeds in de praktijk tot nu toe gebruikelijk is — zijn we bovenstrooms aan den veiligen kant, omdat hier de uit dit principe berekende drukken grooter zijn dan de werkelijk optredende; het grootste verschil bedraagt ongeveer 8 à 10% van de laatste waarden. Benedenstrooms is het juist andersom; de verschillen nemen vanaf het snijpunt der beide soorten druklijnen stroomafwaarts relatief toe, daar de beide druklijnen stroomafwaarts dalen. Met behoud van de theorie van Bligh kunnen we het hieraan verbonden bezwaar benedenstrooms ondervangen door de vloerdikte niet te laten afnemen in evenredigheid met de uit deze theorie voortvloeiende druklijn, doch een zekere mate van veiligheid toe te passen.

Wenscht men echter de druklijn voor een bepaald

⁵⁾ ten rechte: de druklijn volgens de theorie van den hydraulischen gradiënt.

geval uit de praktijk precies te kennen (b.v. om economische redenen), dan is de kennis van den vorm van het stroombeeld, waar de vorm van de druklijn van afhankelijk is, noodzakelijk.

Nu is de vorm van het stroombeeld:

- afhankelijk* van vorm en afmetingen van het te bouwen kunstwerk, van de begrenzing en van het al of niet homogeen zijn van den waterdoorlaatbaren bodem;
- onafhankelijk* van de k -waarde van den doorlaatbaren grond als deze overal homogeen is, doch *sterk afhankelijk* van de k -waarde als de grond *niet homogeen* is, en *onafhankelijk* van de waarde van de drukhoogte, waaronder de voor te stellen strooming plaats heeft.

Het is zonder meer duidelijk, dat de hier geteekende stroomfiguren, welke toch het stroomverschijnsel in een ideaal homogenen ondergrond willen voorstellen, een heel ander aspect zullen krijgen, zoodra de waterdoorlaatbaarheid van den zandbodem met behoud van dezelfde dikte niet meer constant is. Het niet-homogeen zijn van den ondergrond doet zich in de praktijk juist het meest voor.

Gaan we nu aan de hand van de geteekende stroombeelden den invloed na van den damwand op de drukverdeling langs de fundeeringsplaat, dan zien we dat — bij toepassing van 1 damwand de damwand bovenstrooms (fig. 8) gunstiger werkt dan die benedenstrooms (fig. 10), terwijl die in het midden (fig. 9) meer invloed heeft op de beneden- dan op de bovenstroomsche drukverdeling. De werking van 2 damwanden, boven- en benedenstrooms (fig. 11), kan worden opgevat als superpositie van elk afzonderlijk (zie fig. 8 en 10); hierbij komt nog het voordeel, dat de fundeeringsgrond tusschen de beide damwanden wordt opgesloten.

II. Aangezien de snelheid steeds evenredig is met het benodigde drukverhang, is ze het grootst daar, waar het drukverval per lengte-eenheid ook maximum is, dus zooals boven reeds vermeld ter plaatse van de scherpe uitspringende hoeken, waar de stroombanen het sterkst van richting moeten veranderen. Van een *gelijkblijvende snelheid* langs het grensvlak van het model, zooals bij de theorie van Blich wordt aangenomen, is dus *geen sprake*.

Daar het principe van den hydraulischen gradiënt, zooals bekend, voornamelijk gebaseerd is op het voorkomen van, althans op het verminderen van de kans tot onderloopsheid, is het doel daarvan het vergrooten van den weerstand, die het bewegende water moet ondervinden, waarbij als gevaarlijke stroomweg is beschouwd de scheidingslijn tusschen het kunstwerk en den ondergrond, als zou deze lijn den weg zijn met den kleinsten weerstand.

Indien nu aan dezen eisch voldaan is, kunnen echter de plaatselijke snelheden grooter zijn dan die, volgende uit de theorie van Blich. Als voorbeeld zal met behulp van de stroombeelden de snelheid worden berekend, waarmede het water vlak achter de verschillende modellen uittreedt.

Zijn $u_1, u_2, \dots$ t.m. u_5 de uittredesnelheden bij de grootste drukhoogte, behorende resp. bij de stroomfiguren van de figuren 7 t.m. 11, dan is:

$$\left. \begin{aligned} u_1 &= \frac{0,07}{11 \times 0,4} = 0,0158 \text{ cm/sec} \\ u_2 &= \frac{0,0639}{11 \times 0,4} = 0,0145 \text{ „} \\ u_3 &= \frac{0,067}{9 \times 0,6} = 0,0124 \text{ „} \\ u_4 &= \frac{0,0613}{10 \times 0,9} = 0,0068 \text{ „} \\ u_5 &= \frac{0,0517}{10 \times 0,9} = 0,0058 \text{ „} \end{aligned} \right\} \text{ (I)}$$

Deze berekeningswijze van de plaatselijke snelheden, berustende op de eenvoudige formule $u = \frac{dq}{df} = \frac{\text{afvoer per stroombuis}}{\text{doorsnede stroombuis}}$, mag feitelijk alleen worden toegepast, indien daar ter plaatse de stroom, zoomede de potentiaallijnen onderling aan elkaar evenwijdig loopen. Hoewel dit vlak achter het model niet het geval is, zijn de berekende snelheden — voor ons doel althans — voldoende nauwkeurig.

Berekenen we de snelheden voor de diverse stroomingsgevallen volgens de theorie van den hydraulischen gradiënt, dan zijn bij de grootste drukhoogte:

$$\left. \begin{aligned} u'_1 &= k_1 \cdot \frac{H_1}{L_1} = 0,03 \times \frac{9,8}{76,6} = 0,00384 \text{ cm/sec} \\ u'_2 &= k_2 \cdot \frac{H_2}{L_2} = 0,029 \times \frac{10}{98} = 0,00296 \text{ „} \\ u'_3 &= k_3 \cdot \frac{H_3}{L_3} = 0,0298 \times \frac{10}{98} = 0,00304 \text{ „} \\ u'_4 &= k_4 \cdot \frac{H_4}{L_4} = 0,0288 \times \frac{10}{98} = 0,00294 \text{ „} \\ u'_5 &= k_5 \cdot \frac{H_5}{L_5} = 0,0264 \times \frac{10}{119,4} = 0,00222 \text{ „} \end{aligned} \right\} \text{ (II)}$$

Voor $k_1, k_2, \dots$ t.m. k_5 zijn genomen die waarden, welke uit de overeenkomstige stroombeelden zijn afgeleid.

Aan de hand van de berekende cijfers en van de foto's der stroombeelden kunnen de volgende gevolgtrekkingen worden gemaakt.

- Uit de vergelijking van de beide getallengroepen (I) en (II) blijkt, dat de uittredesnelheid vlak achter het model, berekend uit de stroomfiguren, bij alle stroomingsgevallen *grooter* is dan die volgens het principe van den hydraulischen gradiënt.
- De plaatselijke snelheden om de scherpe kanten van de fundeeringsplaat en de uiteinden der damwanden zijn grooter dan de boven berekende cijfers in groep (I) en nog veel grooter dan die in groep (II), omdat — zooals de figuren duidelijk doen zien — hier de stroomlijnen veel dichter bij elkaar staan dan elders.
- Uit de getallen in groep (I) komt bij toepassing van 1 damwand duidelijk naar voren de invloed van de plaats ervan op de waarde van de uittredesnelheid, waarbij de damwand benedenstrooms het gunstigst werkt (vergelijk u_2, u_3 en u_4). De werking zou nog veel gunstiger zijn, indien de damwand niet onder, doch vlak achter aan de fundeeringsplaat was geplaatst, waar-

door men den scherpen onderkant van de plaat zou kunnen vermijden (zie fig. 10); de gunstige invloed van damwanden boven- en benedenstrooms zou op dezelfde wijze verhoogd kunnen worden.

- d) Volgens de theorie van Bligh doet de plaatsing van den damwand niets toe aan de waarde van de uittredesnelheid. Dit blijkt uit de middelste 3 getallen van groep (II), die zoo goed als aan elkaar gelijk zijn. Want voor deze stroomingsgevallen is het drukverhang steeds gelijk aan $\frac{10}{98}$ en onder aanname van dezelfde

waarde voor k_2 , k_3 , en k_4 zou men voor de snelheden u_2' , u_3' en u_4' ook dezelfde uitkomst krijgen.

- e) Blijkens de getallengroep (I) is de uittredesnelheid het grootst, welke optreedt bij een funderingsplaat zonder damwand of eindkoffer (fig. 7). Theoretisch zou bij een oneindig dunne plaat deze snelheid, zelfs bij een voldoende langen stroomweg volgens het principe van den hydraulischen gradiënt, oneindig groot worden, waardoor uitspoeling daar ter plaatse onvermijdelijk zou zijn.

Met het oog op deze snelheden is het dus gewenscht, zelfs noodzakelijk, de funderingsplaat steeds te doen eindigen òf in een damwand òf in een eindkoffer — hetgeen ook altijd in de praktijk gebeurt — en wel zoodanig, dat een gelijkmatige snelheidsverdeling rondom dezen eindkoffer kan optreden.

De eindkoffer kan verschillende vormen hebben, waarvan er twee in de figuren 12a en 12b zijn voorgesteld; hoe grooter de afronding hoe beter de snelheidsverdeling. Ter vergelijking is ook geschetst het snelheidsverloop rondom een funderingsplaat zonder eindkoffer (fig. 12c), zooals ook in fig. 7 werd toegepast.

Een verlenging van den vloer (plaat) ter voldoening aan den door de theorie van Bligh gestelden eisch, zonder goed gevormden eindkoffer, zou op grond van het bovenstaande weinig effect hebben op de eindsnelheden, welke dan nog altijd gevaarlijk kunnen worden.

Is de vereischte vergrooing van den stroomweg l , dan kan bij toepassing van een damwand volstaan worden met een lengte van $\frac{1}{2} l$ tegen de volle lengte l bij verlenging van den vloer, zoodat alleen uit de theorie van den hydraulischen gradiënt reeds gebleken is, dat een damwand in dit opzicht gunstiger werkt dan een verlengde vloer van dezelfde lengte. Indien deze damwand geplaatst wordt benedenstrooms vlak achter aan de funderingsplaat, is de werking er van op de uittredesnelheid het gunstigst (zie conclusie c).

Een damwand heeft echter het nadeel, dat rondom den onderkant de grootste snelheden optreden, welke gevaarlijk kunnen zijn, vooral indien de ondergrond niet homogeen is, doordat b.v. fijn materiaal aanwezig is tusschen grofkorrelige specie; deze snelheden zouden dan onderspoeling van den damwand kunnen veroorzaken.

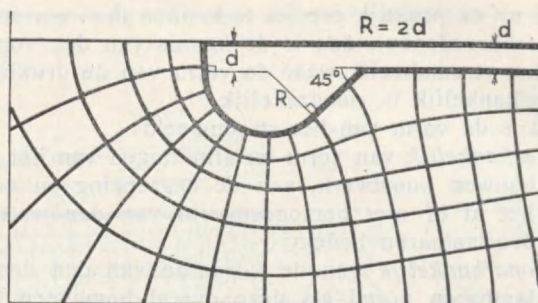


Fig. 12a.

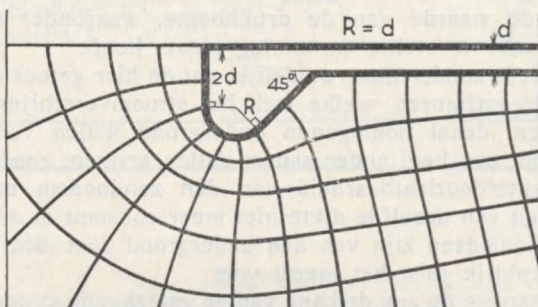


Fig. 12b.

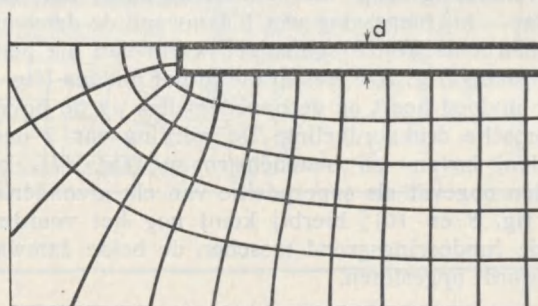


Fig. 12c.

Resumeerende komen we tot het volgende:

Bij het ontwerpen van waterkeerende kunstwerken dient men zorg te dragen, behalve voor een *voldoende langen stroomweg* volgens de theorie van den hydraulischen gradiënt, ook voor een *goede vormgeving aan den onderkant*, welke laatste eisch niet minder belangrijk is dan de eerste. Door een goede vormgeving is het theoretisch zelfs mogelijk, dat bij het drukverhang $\frac{H}{L}$, hetwelk grooter is dan de toe te

passen hydraulischen gradiënt c , een dusdanige snelheidsverdeling optreedt, dat nergens te groote snelheden voorkomen, met dien verstande, dat de toegepaste verhouding $\frac{H}{L}$ natuurlijk niet al te veel mag verschillen van de in verband met de grondsoort door Bligh opgegeven c -waarde, omdat deze toch door de ervaring is vastgesteld.

Het verschijnsel, dat eenige reeds gebouwde kunstwerken, welke eerst wel voldaan hebben aan den eisch, door de theorie van Bligh gesteld, na kortere of langere periode teekenen van onderloopscheiding hebben vertoond, kan — afgezien van andere oorzaken — vermoedelijk ook worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat de plaatselijke snelheden onder de

scherpe hoeken van de betrokken kunstwerken — vooral bij niet homogenen ondergrond — in het begin wel klein waren, doch langzamerhand dusdanig zijn toegenomen, dat uit- of onderspoeling onvermijdelijk is geweest.

Juist met het oog op deze plaatselijke snelheden, welke veel grooter kunnen zijn dan die volgens Bligh, is het van belang den vorm van het betreffende stroombeeld te kennen.

De stroomfiguren nu geven in tegenstelling met de theorie van den hydraulischen gradiënt niet alleen een goed in- en overzicht van de optredende snelheden en drukken, doch ook uitsluitsel over de hoeveelheid van het door den ondergrond sijpelende water.

Deze stroombeelden kunnen langs grafischen of electrischen weg worden bepaald; bij de eerste me-

thode, welke — hoewel een benadering — toch vrij nauwkeurig is te noemen, is het nemen van modelproeven ter beoordeeling van de juistheid van de langs dezen weg verkregen stroomfiguren wensche-lijk.

De *praktische waarde* dezer *stroombeelden* wordt echter voornamelijk *beheerscht door de kennis van de structuur van den bodem*, waarop het kunstwerk gefundeerd zal worden.

Schrijver dezes besluit zijn artikel met een dankzegging aan prof. ir. H. C. P. de Vos, op wiens initiatief de proeven zijn genomen, voor de vele waardevolle adviezen, die hij zoowel bij het teekenen en samenstellen van de stroombeelden als bij het samenstellen van dit verslag ontvangen heeft.

Ook aan ir. A. F. Binkhorst wordt gaarne dank gezegd voor de verleende medewerking.