

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 Mijnningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. Ch. F. van Haften,
P. J. Graaff.

Commissie van Redactie:

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

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

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

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

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

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Redactiewisseling. — Het 25-jarig jubileum van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Ned.-Indië: Inleiding, door het Bestuur. — Bijdragen oud-voorzitters. — *Berichten van allerlei aard*: Normalisatieraad. — *Uit inhoud van tijdschriften*. — *Personalia*. — *Kon. Instituut van Ingenieurs*: Bestuursmededeelingen.

Redactiewisseling.

Met de verschijning van dit nummer treedt ir. E. E. Hens, in verband met het hem verleend buitenlandsch verlof, af als lid der Redactiecommissie. Op voorstel van het Bestuur van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Ned.-Indië is in zijn plaats door het Groepsbestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs als redacteur aangewezen ir. G. Meesters.

De heer Hens, aan wien sinds December 1934 een belangrijk deel der redactioneele werkzaamheden was toevertrouwd, heeft deze dikwijls niet gemakkelijke taak immer met opgewektheid en op loffelijke wijze vervuld, waarvoor het Koninklijk Instituut hem veel dank verschuldigd is.

De heer Meesters, die voor de Redactie geen onbekende is, ook omdat hij reeds eerder haar in diverse werkzaamheden heeft bijgestaan, moge hierbij welkom worden geheeten, met den wensch, dat zijn arbeid voor *De Ingenieur in Ned.-Indië* hem dezelfde voldoening moge schenken als zijn voorganger.

C. G. J. Vreedenburgh.

Naschrift.

Het zij mij vergund, de welhaast 2½-jarige periode, waarin ik met veel voldoening heb mogen deelnemen aan de redactievoering van dit tijdschrift, af te sluiten met een woord van hartelijken dank aan mijn mede-redactieleden voor de goede samenwerking en hulp, welke ik steeds van hen heb mogen onder vinden, alsmede aan de Besturen van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Ned.-Indië en van de Groep Ned.-Indië van het Kon. Instituut van Ingenieurs voor het in mij gestelde vertrouwen.

Ik neem hierbij afscheid met mijn beste wenschen uit te spreken voor den verderen bloei van het tijdschrift.

E. E. Hens.

Het 25-jarig jubileum van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Nederlandsch-Indië.

1912 — 1937.

INLEIDING.

Op den 6den April 1912 kwamen te Djocja 29 waterstaatsingenieurs bijeen tot oprichting van de „Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Nederlandsch-Indië”, die als rechtspersoon werd erkend bij Gouvernements Besluit van 21 October 1912 No. 69. Buiten de aanwezige ingenieurs hadden 44 zich laten vertegenwoordigen, zoodat dus 73 stemmen konden worden uitgebracht van het toen 116 ingenieurs tellende corps.

Het eerste Bestuur van de Vereeniging werd samengesteld uit de heeren irs. P. J. Ott de Vries (voorzitter), Ch. G. Cramer (secretaris), A. A. Meyers, A. M. Valkenburg en E. H. M. Uljée.

Van de ingenieurs, die bij de oprichting aanwezig waren, zijn nog twee leden in actieven dienst; nl. ir. J. L. Moens, voorzitter van de Waterschapsraden in de Vorstenlanden en ir. J. P. H. van Batenburg, hoofd van den Provincialen Waterstaatsdienst van Midden-Java.

Om een beknopt geschiedkundig overzicht te vormen, heeft het Bestuur zich gewend tot de acht in leven zijnde (van de negen) oud-voorzitters der Vereeniging met het verzoek in een kort artikel de voornaamste punten te willen belichten, die de periode van hun voorzitterschap beheerscht hebben. Tot ons genoeg werd aan dit verzoek algemeen voldaan, behoudens in één geval. Ir. W. Lammers was n.l. in verband met zijn recenten terugkeer van buitenlandsch verlof niet in de gelegenheid zijn bijdrage tijdig toe te zenden. De ontvangen bijdragen (gedeeltelijk gecombineerd) vinden hieronder plaatsing, terwijl daarnaast van alle oud-voorzitters foto's zijn afgedrukt. De artikelenreeks wordt gesloten met een bijdrage van den tegenwoordigen voorzitter ir. J. Andriaanse.

Helaas heeft wijlen ir. A. M. Valkenburg, die vanaf de oprichting een der krachtigste steunpilaren der Vereeniging is geweest en het voorzitterschap heeft bekleed in de moeilijke oorlogsjaren 1914—1918, het 25-jarig jubileum niet meer beleefd. Het Bestuur was in het bezit van een foto van den overledene, waarvan in dankbare herinnering aan dezen collega hierbij een afdruk wordt geplaatst.

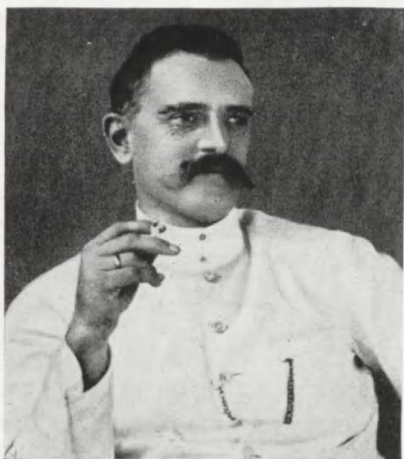
In een naschrift bij het artikel der vijf eerste oud-voorzitters brengt ir. P. J. Ott de Vries hulde aan den eersten redacteur van het tijdschrift, ir. I. Th. van Rosse, bij welke woorden het Bestuur zich gaarne aansluit. Eveneens is hier op zijn plaats een woord van waardeering voor het werk van de latere redacteurs, de irs. J. H. van Witzenburg, J. O. de Kat en W. F. Eysvoogel, die De Waterstaats-Ingenieur tot aan het einde op een hoog peil hebben weten te houden. Het is bekend, dat de werkzaamheden van redacteur een aanzienlijk deel van den vrijen tijd der betrokkenen opeischen; de Vereeniging is hun veel dank verschuldigd, dat zij dien tijd beschikbaar hebben gesteld om door middel van het tijdschrift de naam van de Vereeniging hoog te houden.

Een zelfde woord van dank past aan ons medelid, ir. E. E. Hens, die als lid der

Commissie van Redactie van De Ingenieur in Nederlandsch-Indië steeds de belangen onzer Vereeniging met volle toewijding heeft behartigd. Aangezien zijn aftreden als zoodanig, wegens het vertrek met buitenlandsch verlof, juist samenvalt met dit jubileum, wil het Bestuur ter dezer plaatse ook uitdrukking geven aan zijn gevoelens van waardeering voor hetgeen collega Hens buiten de redactioneele werkzaamheden voor de Vereeniging heeft gedaan, w.o. zijn bemoeienis met de jaarlijks door de Vereeniging uitgegeven Ranglijst en Naamlijst van Waterstaatsingenieurs.

Het Bestuur is eveneens de Commissie van Redactie zeer dankbaar, dat zij voor het plaatsen van de jubileumartikels welwillend eenige kolommen van dit tijdschrift beschikbaar heeft gesteld.

Deze inleiding moge worden beëindigd met een opwekking aan de leden om mee te helpen de viering van dit zilveren jubileum tijdens de jaarvergadering op 6, 7 en 8 Mei 1937 te Salatiga tot een grootsch feest te maken, zoodat dit vijfde lustrum kan getuigen van een intensief medeleven van de leden met de Vereeniging en nog langen tijd bij hen een aangename herinnering zal achterlaten.



Ir. A. M. Valkenburg.

Semarang, Maart 1937.

Het Bestuur.

TERUGBLIK



Ir. P. J. Ott de Vries.

1. Irs. P. J. Ott de Vries, Ch. G. Cramer, I. Th. van Rosse, E. H. M. Uljée en A. J. N. Nyman:

Met veel genoegen hebben wij gehoor gegeven aan het verzoek van het Hoofdbestuur der Ver. v. W.I. in N.I. om ter gelegenheid van het zilveren feest der Vereeniging door vijf in Nederland gevestigde oud-voorzitters-in-ruste een terugblik te doen werpen op een periode, die zij tot de aangenaamste van hun leven mogen rekenen, al kwamen daarin vanzelfsprekend ook wel eens minder aangename momenten voor. De laatste zijn echter door den tijd verdoezeld, zoodat slechts herinneringen aan veel schoons zijn achtergebleven. Daartoe heeft ongetwijfeld het bestaan der Ver. v. W.I. in N.I. zeer veel bijgedragen.

Het is teeknend, dat de stoot tot haar ontstaan gegeven werd door een gebeurtenis, welke in die tijden zeer exceptioneel was en waarmede zeker niet d i t, voor de saamhoorigheid der N.I. Waterstaatsingenieurs zoo heilzaam gebleken resultaat bedoeld was.

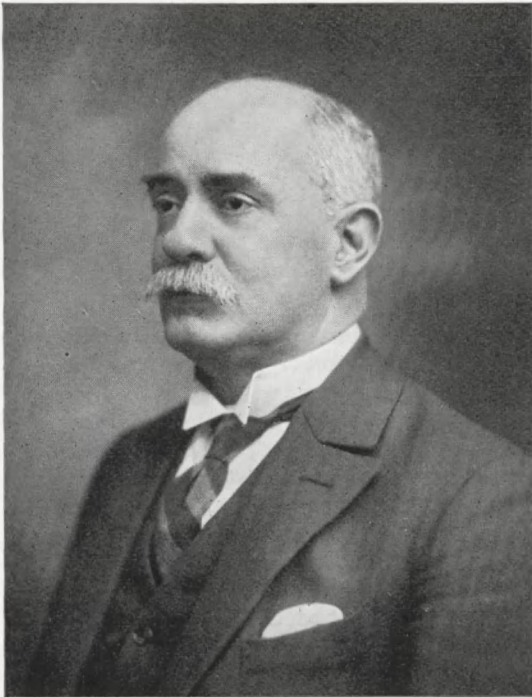
Vóór dien tijd toch was er zeer weinig contact tusschen de collega's van hetzelfde corps, zelfs tusschen hen, die op betrekkelijk dicht bij elkaar gelegen standplaatsen werkten. Daaraan waren uiteraard voor een groot deel de toenmaals gebrekkige communicatiemiddelen niet vreemd, maar ook van hoogerhand werd een dergelijk contact zeker niet bevorderd. Het gevolg was, dat men vrijwel niets afwist van elkanders werk, ook al betrof het soms naast elkaar gelegen gebieden.

Toen zich bij den bouw van het verdeelwerk Wilaloeng in de residentie Semarang onverwachte moeilijkheden hadden voorgedaan, achtte de toenmalige Directeur der B. O. W. het van belang, dat meerdere ingenieurs van het corps, dan de direct daarbij betrokkenen, daarvan zouden kennis nemen. Uit de ontmoeting van de velen, die in Juli 1911 met dit doel te Semarang samenkwamen en die hun de oogen opende voor het aangename en nuttige van een nader onderling contact tusschen de leden van een zelfde corps, werd de vereeniging geboren, die thans onder zoo geheel andere omstandigheden binnenkort haar zilveren jubileum zal vieren.

In dit ontstaan ligt tevens de motiveering en de rechtvaardiging van haar bestaan.

Toch was het verre ervan, dat zulks door alle leden van het corps aanstonds werd verstaan. Velen stonden nog onwennig tegenover het idee: vakvereeniging voor academici, waarbij zij dan den nadruk legden op het woord „vak”; er waren, die smalend spraken van een „timmermans-vereeniging”.

Dat er aan de arbeidsvoorwaarden der toenmalige Indische „timmerlieden” toch wel iets scheen te haperen, blijkt uit het feit, dat in 1912 een departementshoofd, bij een bespreking van de klacht, dat het verrichten van particulier technisch werk aan het waterstaatspersoneel verboden was, terwijl dit aan het personeel van andere technische diensten veroorloofd was, de hier letterlijk weergegeven opmerking officieel meende te kunnen plaatsen:



Ir. Ch. G. Cramer.

leden als degeen, die bij het eerste lustrum uitriep: „Vijf jaar hebben wij nu vergaderd en als eenig tastbaar voordeel hebben wij veertien dagen vacantieverlof gekregen”, toch het vaandel trouw bleven.

Dit werd ongetwijfeld veroorzaakt, doordat intusschen een andere factor een sterk overheerschenden invloed had gekregen, n.l. het saamhorigheidsgevoel, dat zich geleidelijk had ontwikkeld, dank zij de jaarvergaderingen en enkele tusschentijdsche bijeenkomsten. Maar ook, en niet minder, dank zij het orgaan der Vereeniging: *De Waterstaats-Ingenieur*, dat van den aanvang af sterk zijn ideële roeping nastreefde: een maandelijkschen band tusschen de leden te vormen, ook voor hen, die wegens verblijf in de Buitengewesten of pecuniae causa de vergaderingen niet konden bijwonen.

Door dit tijdschrift kon men elkander ook wederkeerig op de hoogte houden van hetgeen men in dikwijls moeilijke omstandigheden na langdurige bestudeering had uitgedacht en uitgevoerd.

Voorheen kwam men toch zoo zelden iets van elkaars werk te weten, een euvel waaraan de sinds 1892 geregeld gepubliceerde jaarverslagen van het Dept. der B. O. W. slechts zeer gebrekkig tegemoet kwamen, omdat zij gewoonlijk veel te laat verschenen.

Hiermede wil niets te kort gedaan worden aan de groote waarde dier verslagen, welke echter geen theoretische artikelen bevatten, noch (in den regel) korte beschouwingen over detailkwesties, terwijl zij ook de verhouding van den Waterstaatsdienst tot de geheele Indische samenleving onvoldoende belichten.

Zeër sterk kwam het saamhorigheidsgevoel naar voren in de jaren 1914—1917 bij de z.g. *Havenactie*, die een tweeledige oorzaak had.

Toen n.l., als gevolg van het rapport der 1e. Ned. Havencommissie (*Kraus-de Jongh*), in den Archipel op groote schaal havens werden aangelegd, deed ook het tot dusverre in Ned.-Indië onbekende groot-aannemersbedrijf zijn intrede. Het kon niet anders of dit instituut moest eerst de kinderziekte doormaken. De aannemers kwamen in een vreemd land met toestanden, welke sterk afweken van die, waaronder zij elders hadden gewerkt.

Verder waren de directies, die tot dusverre het overgrootste deel der werken in eigen beheer hadden uitgevoerd, zij het dan ook veelal met behulp van kleine aannemers voor

„Een ambtenaar van het Gouvernement heeft geen vrijen tijd, maar is nacht en dag (let wel: de nacht voorop!) in dienst van het Gouvernement; alleen wordt de gelegenheid tot rust en recreatie, die de ambtenaar behoeft, gegeven.

De Regeering is het gelukkig met mijn voorstel geheel eens.”

Ook in verband met het voorgaande beschouwden wellicht enkelen het doel der Vereeniging als een stellingnemen tegen bedoeld departementshoofd.

Dergelijke overwegingen of gebrek aan gemeenschapszin en de aanvankelijk ongetwijfeld vrij hooge contributie, gepaard aan de toenmalige betrekkelijk lage bezoldigingen, zijn voor enkele waterstaatsingenieurs redenen geweest om nooit lid van de Vereeniging te worden. Zij zagen daarbij echter over het hoofd, dat, niettegenstaande de actie voor materieele belangen, waarmee de Vereeniging direct vrij hard van stapel liep, zij nimmer ideële doelstellingen uit het oog verloor.

Aan het laatste mag het dan ook worden toegeschreven, dat zelfs wankelmoedige



Ir. I. Th. van Rosse.

in het tijdschrift, tot een buitengewone vergadering der Vereeniging te Semarang, waarvoor door verschillende Waterstaatsingenieurs prae-adviezen werden uitgebracht. Dit is wel de heftigste beroering geweest, die de Vereeniging heeft meegemaakt.

Een bewijs, dat men in haar boezem niet zóó felle egocentrische gevoelens koesterde als haar conservatieve tegenstanders het in het begin wel eens deden voorkomen, was, dat een in 1913 begonnen, alleszins gemotiveerde actie tot algemeene positieverbetering, in 1914 uit eigen beweging werd gestaakt, toen het leek of de wereldoorlog donkere schaduw ook over Insulinde zou werpen.

Eerst in 1917 werd deze actie weer opgevat, toen ook in dit geval weer bleek, dat bescheidenheid wel een groote deugd is, maar men door toepassing van dit beginsel sterk achterop geraakte bij het personeel van andere gelijkwaardige diensttakken, waar men blijkbaar niet zóó altruïstisch was dan wel de dienstleiding minder bescheidenheid tegenover de in moeilijke omstandigheden verkeerende Regeering betrachtte.

Toen eindelijk een betere salarisregeling tot stand kwam, was daaraan als nadeel verbonden, dat het personeel voor de onherroepelijke keuze werd gesteld, of men de oude dan wel de nieuwe regeling wenschte te volgen.

Gezien het feit, dat men zooveel langer dan anderen in moeilijke omstandig-

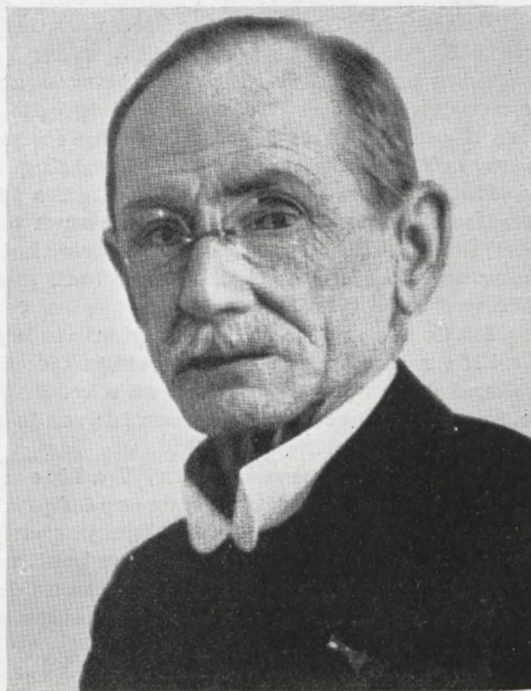
onderdeelen van het werk, niet op het samenwerken in grooten stijl met aannemers ingesteld.

De voorbereiding, bestekken enz. voor de eerste groote havenwerken waren niet ten volle berekend geweest op de nieuwe werkmethode. Het gevolg hiervan was voortdurende wrijvingen en, als bij alle kinderkwalen, deden zich heftige verschijnselen voor, die de gemoedstemming aan weerszijden tot kooktemperatuur deden stijgen.

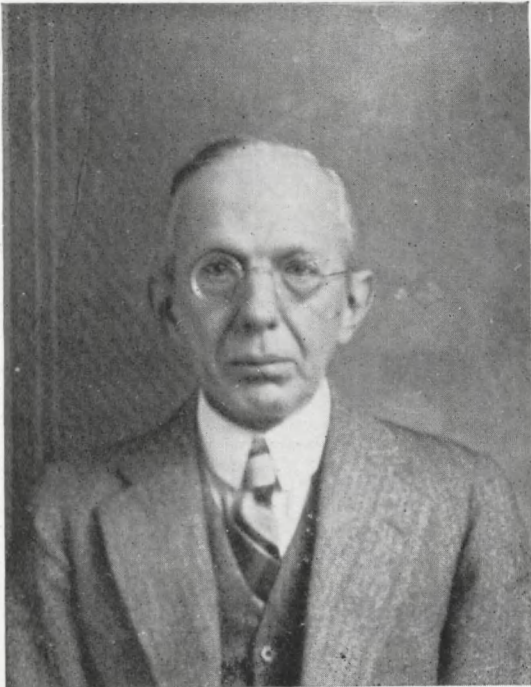
Regeering en Opperbestuur, veront- rust door protesten, ook uit financieele kringen in het Moederland, wisten geen anderen uitweg dan uitzending van een nieuwe (2e Ned.) Havencommissie.

Hiermede kwam de tweede oorzaak voor een reactie der Indische Waterstaatsingenieurs op den voorgrond.

Men meende in de rapporten der 2e Ned. Havencommissie tegenover den Indischen Waterstaat een minder welwillenden, bijwijlen geringschattenden toon te bespeuren. De reactie hierop in het Indische Waterstaatscorps was zeer sterk en leidde, behalve tot een polemie- k



Ir. E. H. M. Uljée.



Ir. A. J. N. Nijman.

Instituut van Ingenieurs, als meer in het algemeen de ingenieurswereld vertegenwoordigende, en leidde tot het van 8 tot 15 Mei 1920 te Batavia gehouden en met buitengewoon succes bekroonde Algemeen Ingenieurs Congres, in de leiding van hetwelk het Bestuur der Vereeniging was opgenomen.

Het leek wel of na 1920 evengoemde successen den aanvankelijken dadendrang in het verenigingsleven iets hadden verminderd. Ondanks het feit, dat reeds in den loop van 1916 en 1917 een vijftal afdelingen der Vereeniging was gesticht, kwam er een zekere inzinking in haar activiteit. Hiertoe moet zonder twijfel de aan het eind van 1920 geheel onverwacht ingetreden wereldcrisis, die ook aan de fenomenale hoogconjunctuur der na-oorlogsjaren in Indië op slag een einde maakte, het hare hebben bijgedragen. Maar ook die malaise is de Vereeniging ten slotte glansrijk te boven gekomen.

Het doet ons leed, dat ir. A. M. V a l k e n b u r g, die in 1931 overleed, niet zijn handteekening aan de onze heeft kunnen toevoegen. Niet alleen omdat hij van 1914 tot 1918, dus in de zoo moeilijke beginjaren, het voorzitterschap der Vereeniging bekleedde, maar ongetwijfeld ook omdat hij toch als de geestelijke vader der Vereeniging beschouwd mag worden.

Na de zoo succesvolle excursie naar het verdeelwerk Wilaloeng in Juli 1911 toonde V a l k e n b u r g in een uitvoerige circulaire van 30 November 1911, mede onder-teekend door zijn jongere collega's ir. J. M. G a s i l l e en ir. J. A. V e r h o o g, de noodzakelijkheid aan van een blijvende aaneensluiting onder de ingenieurs van den Indischen Waterstaat.

Ware hij thans nog in leven, V a l k e n b u r g zou zich niet minder dan wij hebben verheugd in het vooruitzicht, dat op 6 April a.s. een vereeniging den dag zal herdenken, waarop zij 25 jaar geleden te Djocja gesticht werd, een vereeniging, die in den loop der jaren zoo ontzaglijk veel gedaan heeft voor den goeden geest onder de leden van het corps Indische Waterstaatsingenieurs en daardoor tot heil gestrekt heeft van het land, waar velen onzer, zoo al niet het grootste, dan toch in elk geval het beste deel van hun leven hebben mogen doorbrengen.

's Gravenhage, Februari 1937.

heden op een zoo hoognoodige verbetering had moeten wachten, werd dit als een groote onbillijkheid gevoeld. Toen een actie tot opheffing dier bepaling in Indië als gevolg van onverzettelijkheid der Regeering, geen succes had, werd — vermoedelijk als eenig voorbeeld van dien aard — een beroep op H.M. de Koningin gedaan, dat in 1920 met volledig succes werd bekroond.

Dat de Vereeniging, getrouw aan haar Statuten, niet alleen de algemeene belangen van de Indische Waterstaatsingenieurs, maar ook hogere belangen behartigde, blijkt o.m. uit de navolgende feiten.

In de eerste plaats werd door een uitgebreide commissie een diepgaande studie gemaakt van de reorganisatie van den Indischen Waterstaatsdienst.

Voorts nam de Vereeniging in 1917 het initiatief tot het houden van een Ingenieurs Congres in Indië, waarvoor ook de medewerking van buitenlandsche ingenieurs zou worden ingeroepen. Dit denkbeeld werd overgenomen door de Afdeling Ned.-Indië van het Koninklijk

P. J. O t t d e V r i e s.
C h. G. C r a m e r.
I. T h. v a n R o s s e.
E. H. M. U l j é e.
A. J. N. N y m a n.

N a s c h r i f t.

De doorzending van de voorgaande, in gemeenschappelijk overleg opgestelde regelen werd aan ondergeteekende toevertrouwd. Hij meent dit vertrouwen niet te misbruiken door er zijnerzijds eenige woorden aan toe te voegen, welke in bovenstaand collectief schrijven bezwaarlijk een plaats konden vinden.

Wanneer men thans de volledige jaargangen van *De Waterstaats-Ingenieur* van 1913 af tot en met 1933 doorbladert, wordt men, nog meer dan in den loop der jaren periodiek bij eerste kennismaking het geval was, getroffen door den schat van wetenschappelijke en praktische gegevens, die daarin voor tijdgenoot en nageslacht voor immer zijn vastgelegd. Tevens zal men dan, ook al moet men de redenen blijven eerbiedigen, welke de Vereeniging destijds genoopt hebben de uitgave van haar eigen tijdschrift te staken, die noodwendige beslissing nog meer gaan betreuren.

Nu de uitgave van *De Waterstaats-Ingenieur* voor goed gestaakt is, past het temeer een woord van dank te richten tot allen, die als redacteur of medewerker de 21 jaargangen van het tijdschrift zoo uitnemend hebben verzorgd. Een bijzonder woord van waardeering tot ir. I. Th. van Rosse is daarbij zeker ook op zijn plaats, omdat hij van Maart 1913 tot en met Juni 1921 onafgebroken en op de meest verdienstelijke wijze de redactie van het tijdschrift gevoerd heeft en het aan hem indirect te danken is dat, toen die redactie aan jongere maar niet minder bekwame krachten successievelijk moest worden overgedragen, het tijdschrift het stempel van degelijkheid en van wetenschappelijken en praktischen zin heeft kunnen behouden.

P. J. Ott de Vries.



Ir. W. Lammers.

2. Ir. W. Lammers:

De bijdrage van den oud-voorzitter ir. W. Lammers kon door bijzondere omstandigheden niet tijdig voor plaatsing gereed zijn.

Het Bestuur.

3. Ir. Ch. F. van Haften.

Gaarne voldoe ik aan het verzoek van Uw Bestuur om ter gelegenheid van het 25-jarig bestaan van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Nederlandsch-Indië in een korte bijdrage de voornaamste punten, welke kenmerkend zijn voor de perioden van mijn voorzitterschap (1929—1930 en 1931—1933), te belichten.

De eerste periode viel samen met de verdere doorvoering van de bestuurs-hervorming op Java, n.l. de instelling van de provincies Oost- en Midden-Java, waarmede gepaard ging een verdere, met de instelling van de provincie West-Java reeds aangevangen, splitsing van het bestaande corps der Landswaterstaatsingenieurs.

Het ligt wel voor de hand, dat de verdeling in vier corpsen er niet toe bijdroeg het saamhoorigheidsgevoel onder de waterstaatsingenieurs hier te lande te bevorderen, en dat de vereeniging daarvan de nadeelige gevolgen ondervond.

Twijfel ontstond of, nu de belangen van de verschillende groepen zoozeer uiteenschenen te zullen loopen, voor het voortbestaan van de vereeniging nog wel voldoende aanleiding zou bestaan.



Ir. Ch. F. van Haften.

Echter, nadat men zich eenigszins in de nieuwe verhoudingen had ingeleefd, rijpte het inzicht, dat de voornaamste doelstelling der vereeniging, n.l. de bevordering van de waterstaatstechniek hier te lande, door de invoering der bestuurshervorming geen wijziging had ondergaan en dat uit dien hoofde het streven diende te blijven gericht op het behoud van den bestaanden band.

Besloten werd tot de oprichting van de afdeelingen West-, Midden- en Oost-Java, terwijl in 1932 volgde de oprichting van de afdeeling Nederland, welke laatste zich, dank zij de enthousiaste leiding van die afdeeling, voor spoedig heeft ontwikkeld.

Dat voor de vereeniging ook een veld van werkzaamheid bleef bestaan op het gebied van de behartiging van de materiele belangen van hare leden, bleek al spoedig. Het uitblijven van een regeling der personeelsvoorziening voor de provinciale waterstaatsdiensten en het voeren van een onderling verschillende personeelspolitiek door de drie provincies, waardoor de belangen van de Lands- en provinciale ingenieurs met

elkaar in strijd dreigden te komen, leidde er toe, dat de vereeniging zich tot de Regeering wendde met het verzoek om, ingeval een definitieve oplossing van het personeelsvraagstuk niet dadelijk mogelijk zou zijn, althans een voorloopige regeling te treffen, waarbij de belangen van de Lands- en de provinciale ingenieurs op gelijken grondslag verzekerd zouden worden. Van de Regeering werd daarop vernomen, dat regelingen in voorbereiding waren, terwijl voorts bij Regeeringscirculaire van 5 Augustus 1931, provisioneele regelingen terzake zijn getroffen, welke ten deele tot voldoening konden strekken; een geheel bevredigende oplossing van deze moeilijke kwestie bleef echter tot de vrome wenschen behooren.

Intusschen hadden zich nieuwe donkere wolken boven de vereeniging samengepakt; de algemeene depressie had hare intrede gedaan en ontwikkelde zich, ook voor het vereenigingsleven, jaar na jaar op meer verontrustende wijze.

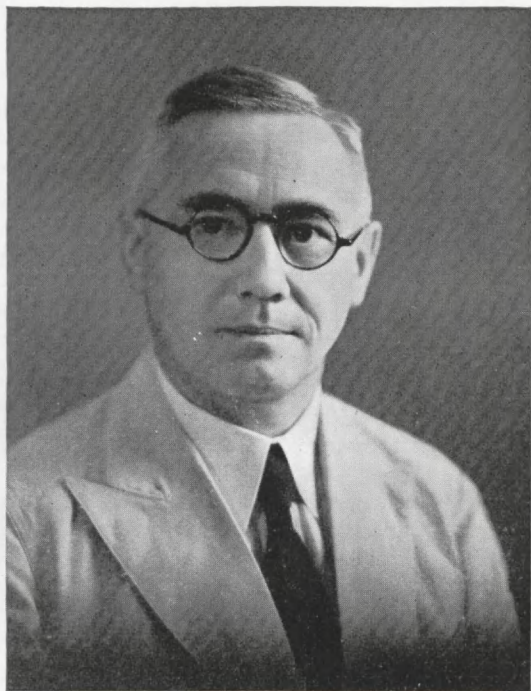
Het ledental liep gestadig achteruit, eenerzijds door het ontslag van tal van ingenieurs en het stopzetten van de aanstelling van jonge krachten, anderzijds als gevolg van de, vooral voor de jongere collega's, financieele ongunstige omstandigheden.

Ook de instandhouding van het vereenigingstijdschrift *De Waterstaats-Ingenieur* baarde groote zorgen. In dien tijd rijpte het denkbeeld om in overleg te treden met de groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, teneinde te geraken tot de oprichting van een algemeen Indisch ingenieurstijdschrift.

In 1933 hadden de eerste besprekingen daarover plaats, welke ten slotte geleid hebben tot het bekende, voor de ingenieurswereld hier te lande, gunstige resultaat, n.l. de oprichting van het tijdschrift *De Ingenieur in Ned.-Indië*.

Thans, nu de viering van het 5e lustrum van de vereeniging voor de deur staat, openen zich voor Indië betere perspectieven en ziet de toekomst, ook voor de Indische Waterstaatsingenieurs, er weer meer hoopvol uit.

Ik moge er mede eindigen den wensch uit te spreken, dat deze verwachtingen in vervulling zullen gaan en dat ook voor de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs een tijdperk van nieuw leven zal zijn aangebroken.



Ir. J. Ph. van Batenburg.

4. Ir. J. Ph. van Batenburg:

Zoo is het dan 25 jaar geleden, dat de stichting van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Nederlandsch-Indië heeft plaats gehad. Hoe waren die tijden anders dan nu. Plaatselijk meer groepsverband, omdat men zoo bitter weinig contact had met het Departement en in het algemeen met de buitenwereld. Het was tengevolge daarvan, dat te Semarang onder wijlen den hoofdingenieur van Oppen, hoofd van de Ite Waterstaatsafdeeling de jongere ingenieurs met hun chefs dikwerf de hoofden bij elkaar staken ter bespreking van de belangen van de waterstaatsingenieurs in materiëlen als wel ideëelen zin. Men had geen contact met buiten en was, wat ontwerpen en uitvoeren aanging, naast informaties van het toenmalige Departement van B. O. W. hoofdzakelijk op zichzelf aangewezen.

Nu, zooveel jaren later, beseffen wij te meer wat ons toen dikwijls aan practischen zin en eigen aanschouwing ontbrak. Dat hierin zooveel verbetering is

gekomen, hebben wij zeker voor een zeer groot gedeelte te danken aan de toen uit sterken drang geboren Vereeniging van Waterstaatsingenieurs.

Is door anderen reeds uiteengezet, hoe en waar de eerste stappen tot oprichting werden gedaan, mij persoonlijk is het een behoefte hier den naam te noemen van wijlen ir. A. M. Valkenburg als degene, die daarbij de groote stuwkracht was.

Aan een comité van drie ingenieurs, t.w. wijlen ir. A. M. Valkenburg en de thans gepensioneerde irs. Verhoog en Gassile werd verzocht een concept-ontwerp statuten en huishoudelijk reglement samen te stellen. Zijdelings mocht ik als jong ingenieur hier ook mijn medewerking aan geven.

Op 6 April 1912 had te Djocja de definitieve oprichting van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs plaats en wel onder voorzitterschap van Ir. Ott de Vries, thans onze vertegenwoordiger in Nederland.

In 1933 werd op mij als bestuurslid een beroep gedaan de functie van voorzitter te aanvaarden. Het was niet dan na zeer ernstige overwegingen, dat ik aan dit dringend beroep gevolg meende te moeten geven. De tijden waren ernstig. Het personeelsvraagstuk vroeg de grootste aandacht. Afvloeiing, wachtgeld, salariskorting, allemaal vraagstukken, welke voor velen dusdanige beteekenis hadden, dat zij de aandacht voor ons mooi ingenieurswerk meer naar den achtergrond drongen. Dit was van velen begrijpelijk; de strijd om een redelijk bestaan voor het gezin eischte volle aandacht.

Het was voor mij in dien tijd zeker niet zoo aantrekkelijk het voorzitterschap te aanvaarden. Wat kon er onder zulke drukkende tijdsomstandigheden nog in het algemeen belang van ons corps bereikt worden? Toch zijn er in mijn tweejarige bestuursperiode een paar belangrijke beslissingen tot stand gekomen. In de eerste plaats dan de fusie — na een 21-jarig bestaan — van ons eigen orgaan met het tijdschrift der mijn-ingenieurs in een orgaan der groep Nederlandsch-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, reeds onder mijn voorganger in overweging genomen. Dit kon moeilijk anders. De bijdragen werden steeds minder, o.a. doordat weinig werken tot stand kwamen. Het aantal leden verminderde sterk en daardoor kwam de kaspositie in gevaar, al waren de reserves nog wel voldoende om een reeks van jaren ons tijdschrift als zelfstandig orgaan in stand te houden.

Het waren echter ook meer ideëele overwegingen, die mij er tenslotte toe brachten aan den voortdurenden drang van de zijde der groep N.I. van het Kon. Instituut van

Ingenieurs gehoor te geven om tot een algemeen tijdschrift voor alle ingenieurs in Ned.-Indië te geraken, waarbij dan tevens al onze leden automatisch lid van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs zouden worden.

In dergelijke benarde tijden kon het inderdaad niet anders dan van voordeel zijn voor alle technische ingenieurs in Nederlandsch-Indië om één hechten band te vormen door het oprichten van één gemeenschappelijk orgaan, waarin publicatie van technisch-wetenschappelijke belangen geconcentreerd zouden worden.

Een overgrootte meerderheid der leden van de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs hechte hare goedkeuring aan de unificatie. Het nieuwe tijdschrift verscheen met ingang van 1 Januari 1934. Deze maatregel leidde tot een financieel versterkte positie van onze eigen vereeniging, een zeker in dien tijd ook niet te onderschatten voordeel.

Nog werd in studie genomen het vraagstuk van de positieregeling van de waterstaatsingenieurs in verband met de instelling van de Provincies. Dit vraagstuk met zijn veelzijdige facetten bleek zoo ingewikkeld te zijn, dat men tot geen beslissing — tot nu toe zelfs — is kunnen geraken. Tot een algemeene uitspraak bij meerderheid is het nog niet kunnen komen. Wel een bewijs hoe buitengewoon moeilijk het zal vallen dit vraagstuk op te lossen.

Den band met de associatie van vereenigingen van academici ter behartiging van onze materiele belangen hebben wij tenslotte gemeend, wegens ernstig verschil van meening, te moeten verbreken.

Vermeldenswaard uit deze periode is nog het feit, dat de afdeeling „Nederland” onzer Vereeniging in het begin van 1934 in een buitengewone afdeelvergadering bijeenkwam ter bespreking van de vraag, of er wellicht aanleiding zou bestaan om vóór de behandeling van de Indische Begroting (1934) in de Tweede Kamer der Staten-Generaal in ruimeren kring de aandacht te vestigen op het oogenschijnlijk luttele bedrag van 1,4 miljoen gulden (vóór 1930 rond 7 miljoen), dat voor het jaar 1934 was uitgetrokken voor bevoegder plaatse op verhooging daarvan aan te dringen.

Na een causerie van ir. Nijman over den stand van het irrigatiewezen in Ned.-Indië en een betoog van ir. Meijers over dit vraagstuk en de daarop gevolgde besprekingen kwam de afdeeling tot de conclusie, dat de gang van zaken met vol vertrouwen aan de Indische autoriteiten kon worden overgelaten, zoodat er geen redenen waren om te trachten in Nederland invloed uit te oefenen tot het uittrekken van hogere begrotingscredieten voor irrigatiewerken in Indië.

Hieruit blijkt wel zeer duidelijk, dat de oud-leden der Vereeniging (het grootste deel der leden van de Afdeeling Nederland) nog veel interesse hebben voor de waterstaatsvraagstukken hier te lande, waarmede de belangen van onze Vereeniging uiteraard ten nauwste zijn verbonden.

Ik meen te hebben moeten volstaan met het summier opnoemen van de belangrijkste kwesties, die zich gedurende mijn bestuursperiode hebben voorgedaan en waarover mij werd verzocht wel een beknopte bijdrage te willen leveren voor De Ingenieur in Nederlandsch-Indië ter herdenking van het 25-jarig jubileum van onze Vereeniging.

Ik wil niet nalaten hierbij den wensch te uiten, dat onze vereeniging nog in lengte van jaren een bloeiend en krachtig leven mag leiden, ook in het belang van ons schoone Insulinde.

Semarang, Maart 1937.

van Batenburg.

5. Ir. J. Adriaanse.

Wanneer ik als tegenwoordige voorzitter samen met de Vereeniging van Waterstaatsingenieurs in Nederlandsch-Indië een oogenblik stil sta naast deze mijlpaal van den levensweg der Vereeniging, dan zie ik eerst terug op den afgelegden weg en dan moet ik beginnen met in dankbaarheid te denken aan de toewijding en goede kameraadschap, waarmede gedurende de 25-jarige periode, die achter ons ligt, zulk een groot aantal collega's het vereenigingswerk gedragen en gesteund heeft. In de eerste plaats aan de oprichters der Vereeniging en aan hen, die haar in den loop van haar bestaan als besturend lid hebben geleid. Niet minder aan hen, die zulk mooi werk ten bate van het Tijdschrift hebben gedaan.



Ir. J. Andriaanse.

Ten slotte aan allen, die als trouw lid het hunne bijdroegen tot opwekking of bestendiging van den goeden geest, die ons vereenigingsleven heeft doortrokken.

Van de laatste jaren treedt, als voor ons korps belangrijk punt, wel op den voorgrond, dat de ongunst der tijden aanleiding gaf tot steeds sterker ingrijpende personeelsinkrimping en bezuiniging. Het was een tijd van afwachten; niemand wist, wanneer het diepste punt in de conjunctuur bereikt zou zijn. Veel illussies werden verstoord, veel plannen moesten worden opgegeven. Meerdere collega's moesten, belangrijk vroeger dan zij zelf gewenscht hadden, hun Indische loopbaan- en daarmee veelal de opgevatte levenstaak beëindigen.

Een niet minder groot aantal jonge mannen verlangde tevergeefs naar aanstelling bij ons korps.

Een belangrijke vraag, die het vereenigingsleven in de laatste jaren kenmerkte, was nog altijd die, betreffende de meest gewenschte wijze van personeelsvoorziening van de Provincies, namelijk door aanstelling van eigen personeel dan wel door gebruikmaking van

ter beschikking gestelde landsdienaren. Voor zoover de leden zich uitgesproken hebben, bleek de wensch der meesten in de richting van een centrale personeelsvoorziening te gaan.

De opheffing van het eigen tijdschrift maakt wijziging der statuten van de vereeniging noodig. Deze is in voorbereiding. Ook in enkele andere opzichten kunnen deze dan bij de gewijzigde toestanden aangepast worden.

Aldus aangeland bij het heden, richten wij als vanzelf den blik vooruit en vragen ons af, wat de toekomst brengen zal.

Daar zijn gelukkig teekenen van opleving. Velen onzer zullen weer de kans krijgen om scheppend werk te verrichten. Naar ik verwacht, zal de zoo noodige aanvulling van ons korps met jongeren ook geleidelijk ingezet worden.

Tegenover deze moedgevende overwegingen bestaat bij een groot aantal der onzen de vrees, dat hunne bezoldiging straks, wanneer de algemeene verwachte verdere prijsstijging is doorgewerkt, ten eenenmale onvoldoende zal zijn om hun gezin in het eigen milieu te onderhouden.

De mate, waarin die vrees gevoeld wordt, hangt — dat spreekt vanzelf — ten nauwste samen met de persoonlijke omstandigheden der betrokkenen.

De vereeniging zal zich erop hebben te bezinnen of, wanneer en op welke wijze zij in deze kwestie een taak heeft te vervullen.

Tot slot moge ik mij wenden tot mijne medeleden, waterstaatsingenieurs van Nederlandsch-Indië:

Laat ieder onzer in zijn persoonlijk en in zijn ambtelijk leven — en laat ook onze Vereeniging als eenheid — er dagelijks naar streven, het zeer vele goede in de traditie, gefundeerd door een vorige generatie, te handhaven en verder op te bouwen.

Laat ons dankbaar zijn te mogen medewerken aan de grootsche taak, welke in Nederlandsch-Indië nog altijd te verrichten valt, in welgemeende samenwerking, elk zich bewust van zijne verantwoordelijkheid, rustig en moedig voorwaarts gaan.

Hoe getrouwer wij hierin zijn des te meer mogen wij verwachten, dat ons werk ten zegen zal zijn van Land en Volk en van ons zelf!

Semarang, 14 Maart 1937.

J. A. A d r i a a n s e.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Normalisatieraad.

Korte Mededeelingen van Februari 1937 wordt ingeleid met een artikel over de geschiedenis van de textielformalisatie in Duitsland, dat van waarde zou kunnen zijn voor de opkomende textielindustrie op Java. Na een bericht over de mutaties in de Indische normalisatiecommissies volgen een rubriek van nieuwe normaalbladen, een verslag van den stand der normalisatie van persluchtslangen en een rapport over: „Enkele experimenteele onderzoeken inzake de gevaren, verbonden aan blikseminslag“.

Onder het hoofd „Scheepsinstallaties“ wordt de aandacht gevestigd op de voorschriften van het Bureau Veritas. Overzichten van de internationale normalisatie van de 16-mm geluidsfilm en van de internationale normalisatie van stalen gereedschappen besluiten den inhoud.

UIT INHOUD VAN TIJDSCHRIFTEN.

Der Bauingenieur, Jhrg. 18 Heft 1/2, 8 Januari 1937.

Eignungsversuche für die Zillierbach-Talsperre, von Prof. Dr. Ing. K. Kammüller. — Bau der Zillierbach-Talsperre bei Wernigerode (Harz), von Reg. baur. Forner. — Baustoffersparnis durch Verwendung von Bogengewichts- und Bogenstaumauern, von Prof. Dr. Ing. F. Tölke. — *Kurze technische Berichte*: Talsperrenkontrolle in Californien, von O. Schatz. — Gründungsarbeiten für den Alcova-Staudamm, von Dipl. Ing. Ernst Bachus. — Der Bau des Fort Peck-Staudammes (USA), von Dr. Ing. Kurt Pfletschinger. — Verstärkung einer 52 m hohen Gewölbereihen-Staumauer in USA, von Tölke. — Einfache Versuche zur Bestimmung des hydrostatischen Auftriebs, von Dr. Ing. H. Petermann.

Der Bauingenieur, Jhrg. 18 Heft 3/4, 22 Januari 1937.

Die neuen Walzwerkhallen der Mannesmannröhren-Werke in Duisburg-Huckingen, von Dipl. Ing. E. Teichmann. — Asphaltbauweisen im Dienste des Küstenschutzes, von Dr. Fr. Joedicke. — Zweckmässige Auflösung der linearen gewöhnlichen und Differenzen-Gleichungen, von Prof. D. techn. J. Wanke. — *Kurze technische Berichte*: Grundwasser und Trinkwasserversorgung im Wieringermeerpolder, von Dipl. Ing. E. Bachus. — Geräte zum Verdichten von Schwarzdecken. — Einzelheiten zum Luftspinnen an der Triborough-Hängebrücke in New York.

Die Bautechnik, Jhrg. 15 Heft 1, 1 Januari 1937.

Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1936, von G. Schaper. — Neuere Gesichtspunkte für Flusskanalisierungen. Unter besonderer Berücksichtigung der Neckar-Kanalisierung, von Reg. baum. A. Schäfer. — Die neutrale Linie Cornaglias, von G. de Thierry. — Der Allerkanal- und Landgrabendüker unter dem Mittellandkanal, von Reg. baur. Hellmut Steffenhagen. — Grossversuch zur Erhöhung der Tragfähigkeit von schwebenden Pfahlgründungen durch elektrochemische Behandlung, von Dr. Leo Casagrande. — Mitteilung über die Messung der Kräfte in einer Baugrubenausstellung, von Dr. Ing. Arnold Spilker. — *Vermischtes*: Selbstfahrende Zerkleinerungsmaschinen für den Strassenbau, von F. Riedig. — Eisenbetonbrücke über den Euphrat. — *Patentschau*: Keilförmige Fugen zur Verminderung der Ausrüstungs- und Schwindspannungen bei Gewölben. — *Beilage*: *Der Stahlbau*, Jhrg. 10 Heft 1: Ueber die Sta-

bilität dünnwandiger Hohlzylinder und rechteckiger Bleche oberhalb der Proportionalitätsgrenze, von Prof. Dr. Ing. W. Kaufmann. — Der derzeitige Stand der Korrosionsfrage im Stahlbau, von Dr. Ing. Karl Daevies und Prof. Dr. Ing. E. H. Schulz. — Die Knickfestigkeit des Stockwerkrahmens (Schluss), von Dr. Ing. M. G. Puwein.

Die Bautechnik, Jhrg. 15 Heft 2, 8 Januari 1937.

Die Arbeiten der Reichswasserstrassenverwaltung im Jahre 1936, von Min. dir. Dr. Ing. e.h. Gähr. — Schwierige Erdarbeiten beim Bau der 2. Fahrt des Dortmund-Ems-Kanals am Rienbach bei Senden, von Reg. baur. Dr. Ing. Schiller. — Bau eines Schlammfahrbähalters von 2500 m³ Inhalt, von Dr. Ing. Walter Schween. — Bericht über die 5. Holztagung 1936. — *Vermischtes*: III. Teilbericht über den II. Kongress der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau in Berlin-München 1936. Dynamische Beanspruchungen, von Dr. Ing. Krabbe.

Beton und Eisen, Jhrg. XXXVI Heft 1, 5 Januari 1937.

Beitrag zu den Zukunftsfragen des Beton- und Eisenbetonbaues, von Prof. Dr. Ing. E.h. H. Kayser. — Fortschritte und Rückschritte in der Güte von Zement, Zuschlagstoff und Beton, von Oberbaur. Ing. M. Spindel. — Die grösstmöglichen Spannweiten von Eisenbetonbogenbrücken, von Dr. Ing. Friedrich Baravalle. — Vorschlag für eine neue Bemessung im Eisenbetonbau, von Dr. techn. Ing. Erich Friedrich. — Der Bau einer Wasserkraftanlage in Mittel Brasilien, von Dipl. Ing. J. Tebbe. — Die Saalachbrücke an der Deutschen Alpenstrasse, von Dr. Ing. H. Olsen.

Beton u. Eisen, Jhrg. XXXVI Heft 2, 20 Januari 1937.

Rohrbalken aus Schleuderbeton, von Dr. Ing. ehr. Fritz von Emperger. — Zur Frage des Baues weitgespannter Eisenbetonbogenbrücken mit besonderer Berücksichtigung der Plastizität des Betons, von Dr. Ing. A. Hawranek. — Die Vorzüge der Betonfabriken und des Fertigbetons, von Prof. Dr. Ing. E. Neumann. — Einfluss der Körnungskurve und des Grösstkorns auf die Zugfestigkeit des Betons, von Prof. K. Kammüller. — Einige Ergänzungsvorschläge zu den Eisenbetonbestimmungen 1932, von Prof. Dr. Ing. E. Rausch. — Erhöhung der Rissesicherheit; Betonieren bei Frost, Vibrationsverfahren bei Strassenbeton; von Firma Sager & Woerner.

Engineering News-Record, Vol. 117 No. 24, 10 December 1936.

Dam building reaches a climax, by Robert A. Sutherland. — How shall the height of dams be measured. — Parking meters find favor in expediting city traffic. — Novel practices in English sewage treatment, by Willem Rudolfs. — *The Tennessee valley experiment II*: Water conservation and flood control. — Determining beam deflections without integrating, by Odd Albert. — *Current highway problems XI*: Express highways, by John S. Worley. — *Control of rock dust in construction III*: Silicosis legislation.

Engineering News-Record, Vol. 117 No. 25, 17 December 1936.

Asphalt is king on Wyoming roads. — Cast iron pipe with flexible joints used for stream crossing, by Alexander Allison, Jr. — Scattered construction operations connected by radio telephone, by Royal B. Lord. — Federal aid for stream pollution. — Stabilizing fine dry soil by subsoiling, by Carl B. Reid. — *The Tennessee river experiment III*: Navigation and power on the Tennessee. — Tomorrow's roads, by Thomas H. MacDonald. — *Letters to the Editor*: Salt on concrete pavement.

Engineering News-Record, Vol. 117 No. 26, 24 December 1936.

New York Central elevates five miles of track through Syracuse. — New York City opens a toll parkway. —

The fallacy of tax limitation, by C. A. Dijkstra. — English administrative practice in stream pollution control, by Willem Rudolfs. — Centralized sewage disposal for Greater London area. — Curing rooms and cold tests for better concrete, by V. L. Glover. — Harpers Ferry railroad bridge revamped for highway use. — *The Tennessee valley experiment IV: River and region.* — *Current highway problems XII: Secondary or feeder roads*, by C. N. Conner. — *Letters to the Editor: Cotton sheeting in roadbuilding*, by Louis Deck, Jr. — Concrete bridge costs, by Louis Balog. — Suro weir formula, by E. A. Pratt — Cloudburst formula, by I. Gutmann.

Engineering News-Record, Vol. 117 No. 27, 31 December 1936.

Photogrammetric surveys give dam and quarry yardage, by Paul Baumann. — Prediction of runoff aided by grouping rainfall data, by C. H. Eiffert. — Three-hinge timber arch bridge built by CCC in Oregon, by William D. Smith. — Structural Engineering Congress entertained by Germany. — Framed concrete residences, by A. W. Pioda. — Looking forward to municipal housing, by Edward H. Foley, Jr. — *The Tennessee valley experiment V: River development on trial.* — Handling of concrete and aggregates, by Lewis H. Tuthill. — Current notes on sewage disposal, by Willem Rudolfs. — *Letters to the Editor: Tennessee river valley studied by army engineers*, by Col. Harold C. Fiske. — Beam deflection once more, by Robins Fleming.

Engineering News-Record, Vol. 117 No. 1, 7 Januari 1937.

Design for maintenance: Present practice: Highway upkeep recognized in current design, by H. E. Surmann; *Defective practice: Coordination of design and upkeep is lacking*, by Ben H. Petty. — *Road foundation practice. Current foundation methods: Soil surveys and stabilization control practice*, by T. E. Stanton, Jr.; *Shortcomings of practice: Measures of soil behavior are still imperfect*, by A. Casagrande. — *Surfaces still a problem. Current design: Pavement design has evolved from practice*, by R. D. Brown; *Changed thinking: A new sense of design values is needed*, by J. S. Crandell. — *Research needs coordination. Agencies: Research an integral part of highway design*, by R. R. Litchiser; *Accomplishment: Broad gaps are still open in highway research*, by F. C. Lang. — *Line and profile improvement: Governing requirements: Design trends to correlation with traffic needs*, by C. N. Conner; *Unified road and traffic pattern: Good design requires vision beyond detail*, by prof. W. G. McNowen. — *What is known of stresses*, by H. M. Westergaard.

Le Génie Civil, Tome CX No. 2, 9 Januari 1937.

Travaux publics: Le réservoir et l'aqueduc de Quabbin, pour l'alimentation en eau potable de Boston (Etats-Unis), par P. Caufourier. — *Résistance des matériaux: Lois d'endurance et coefficients de sécurité dans les constructions métalliques soumises à des efforts variables (suite et fin)*, par G. Pigeaud.

Le Génie Civil, Tome CX — No. 3, 16 Januari 1937.

Résistance des Matériaux, La représentation des moments et des produits d'inertie par le „cercle d'inertie“, par E. Doucet. — *Travaux publics: Le creusement mécanique des tranchées pour canalisations souterraines*, par R. Monnier. — *Variétés: Le viaduc de Kincardine, sur le Forth (Ecosse)*.

Le Génie Civil, Tome CX No. 4, 23 Januari 1937.

Constructions civiles: Les nouveaux silos à grains du port de Strasbourg, par R. Graff. — *Hygiène et sécurité: La prévention des intoxications par l'oxyde de carbone dégagé par les appareils de chauffage*, par E. Lemaire.

Travaux, 21. année No. 49, Januari 1937.

L'extension et la modernisation de l'Aéroport du Bourget, par M. J. Cor. — Méthodes de reconnaissance utilisées pour des travaux de captage d'eaux d'alluvions, par M. Robert Joffet. — Action des vagues sur les digues à paroi verticale. Etude expérimentale, par A. Stuky et D. Bonnard. — Nouveaux abaques pour le calcul des sections en béton armé, par M. Philippe Reffréger. — La torsion des poutres dans les constructions en béton armé, par M. Henri Durnerin. — *Technique municipale: La correction de la qualité des eaux (suite et fin). Correction bactériologique*, par M. Maurice Montel. — Pourquoi et comment un plan d'aménagement doit se faire, par M. E. de Groer. — Traitement et épuration des eaux d'égout. Les boues et leur traitement, par M. Guy. — Protection de berges en palplanches métalliques.

Z. V.D.I., Band 81 Nr. 1, 2 Januari 1937.

Die physikalisch-theoretischen Grenzen der Messbarkeit, von Prof. Dr. Walther Gerlach. — Die Arbeiten der Reichswasserstrassenverwaltung an der Mühlendamm-Staustufe in Berlin, von Min. rat E. Leopold. — *Aus der Ingenieurarbeit: Walzenwehr mit gesondert angetriebener Aufsatzklappe*, von F. W. Peilert. — *Aus der Ingenieurforschung: Abbindestörungen beim Zement*, von G. Mussnug.

Z.V.D.I., Band 81 Nr. 2, 9 Januari 1937.

Elektrische Messung physikalischer Größen im Maschinenbau und Betrieb, von Prof. Dr. Ing. Georg Keinath. — Amerikanische Talsperren im Bau, von Dr. Ing. Max Engel. — Verarbeitung polymerer Kunststoffe im Rohrleitungsbau, von Dipl. Ing. Dr. Hans Lutz.

Z.V.D.I., Band 81 Nr. 3, 16 Januari 1937.

Leistungsmessungen an Werkzeugmaschinen, von Prof. Dr. Ing. H. Opitz. — Holzprüfung, von F. Kollmann. — Forschungen an Stahl. — Die Klappbrücke der Ziegelgrabenbrücke im Zuge des Rügendammes, von Dipl. Ing. Kurt Nettelbeck. — Deutschland auf der III. Weltkraftkonferenz und auf dem II. Internationalen Talsperrenkongress Washington, 7. bis 12. September 1936. — *Aus der Ingenieurarbeit: Stromerzeuger für das Wasserkraftwerk Deichow.* — Räder-Raupen-Kampfwagen.

Z.V.D.I., Band 81 Nr. 4, 23 Januari 1937.

Entwicklungsrichtungen im ausländischen Kriegsflugzeugbau, von Dr. Ing. Wilhelm Pleines. — Fragen der Metallforschung. — *Aus der Ingenieurarbeit: Die mechanischen Schwingungen in der technischen Praxis — Rohrverbindung mit Kammerdichtung — Schleusenanlage Dover für die Eisenbahn-Fähre über den Kanal.*

Z.V.D.I., Band 81 Nr. 5, 30 Januari 1937.

Fertigguss, von Martin Storch. — Chemische Färbung der Metalle, von H. Krause. — *Aus der Ingenieurforschung: Strömungsform und Durchflusszahl der Messdrosseln. — Verbesserte Tunnellüftung durch Strahlgebläse — Heizung und Lüftung in Eisenbahnwagen. — Kräfte beim Riementrieb. — Elektromagnetisches Verfahren zur mengenmässigen Bestimmung von Drahtbrüchen in Stahlseilen.*

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, Jhrg. 32 Heft 1, 2 Januari 1937.

Die deutschen Wasserkraftquellen, von Geh. Baur. Prof. Dr. Ing. e.h. K. Dantscher. — Aufgaben und Stand des Landeskulturwerkes in Baden, von Reg. baur. Dr. Ing. Karl Köbler. — *Rundschau: Die italienischen Normen für die Bestellung und Abnahmeprüfung hydraulischer Kraftmaschinen*, von A. Schoklitsch.

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, Jhrg. 32 Heft 2, 16 Januari 1937.

Bemerkungen zur Auswertung von Wassermessungen nach dem Salzverdünnungsverfahren, von Prof. Dr. Ing.

O. Kirschmer. — Wasserwirtschaftliches über die Lone und die Nau, von G. Trossbach. — Aufgaben und Stand des Landeskulturwerkes in Baden (Schluss), von Reg. baur. Dr. Ing. Karl Köbler. — *Rundschau*: Die Staustufe Vrané an der Moldau, von A. Schoklitsch.

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, Jhrg. 32 Heft 3, 2 Februari 1937.

Talsperren und Teiche, von Aug. F. Meyer. — Das Aufzeichnen achsensymmetrischer Potentialnetze, von Dozent Dr. Ing. Kurt Pantell. — Wasserwirtschaftliches über die Lone und die Nau (Schluss), von G. Trossbach. — *Rundschau*: Das Donaukraftwerk-Project Persenbeug. — Eine einfache selbsttätige Rechenreinigungs-Vorrichtung. — Erfahrungen mit den Harz-Talsperren.

Wasserwirtschaft und Technik, Jhrg. 3(29) Nr. 35-36, 15 December 1936.

Versuche über die Geschwindigkeit des Wassers in voll laufenden Dränrohrleitungen, von Min.rat. Ing. R. Ehrenberger. — Kanalisierung und Grundwasserabsenkung der Stadt Rattenberg in Tirol, von Hofrat Ing. Andreas Müller. — Systematische Grundwasserbeobachtungen, von Dr. Ing. Julius Kár.

PERSONALIA.

Ir. O. Stevens is herbenoemd tot beroepsassistent voor Mechanica aan de Techn. Hoogeschool te Bandoeng.

Ir. J. C. Jonker is met ingang van 4 Jan. j.l. benoemd tot ingenieur 2e klasse b/d N. I. S. te Semarang.

Mej. ir. A. J. Hijman, ambt. van verlof terugverwacht, is herbenoemd tot beroepsassistente bij de G. H. S. te Batavia-C.

Aan ir. H. J. L. M. vande Meerendonk, wnd. hoofd van de afd. Waterstaat van het dept. van V. & W., is met ing. van 17 Aug. 1937 op verzoek eervol ontslag verleend uit 's Lands dienst onder dankbetuiging voor de door hem aan den Lande bewezen diensten.

Ir. J. J. Hissink, ingenieur bij de S. S., is tijd. belast met de waarneming van de betrekking van ingenieur bij de afd. Spoorwegtoezicht van het dept. van V. & W.

Irs. H. G. A. Bakhoven en G. Meesters, ambt. op non-act., zijn herbenoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en resp t/b gesteld van de Prov. W.-Java en geplaatst op het dept. van V. & W.

Ir. W. Lammers, hoofdamt. van buitenl. verlof terugverwacht, is herbenoemd tot hoofdng. bij 's Lands Waterstaat en t/b gesteld van de Prov. O.-Java.

Aan ir. W. A. Wiemans, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, t/b van de Prov. M.-Java, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof verleend naar Europa, ing. 16 Sept. 1937.

Ir. F. Q. den Hollander, chef expl. van de Z. S. S., is met ing. van 24 Febr. j.l. benoemd tot chef expl. der westerlijnen.

Aan dr. ir. W. H. Hetzel, ingenieur b/d Dienst van den Mijnbouw, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend, ing. 1 Juni 1937.

Aan Ing. F. Brazda, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, idem idem, ing. 16 Nov. 1937.

Irs. A. N. P. de Wit en E. L. O'Herne. ingenieurs b/d S. S., zijn overgeplaatst van Bandoeng resp. naar Palembang en Batavia.

Aan ir. O. J. C. Indra, idem, is op verzoek eervol ontslag uit 's Lands dienst verleend, ing. 23 Maart 1937.

Irs. J. Von Königsloew, J. van Wely en F. O. van der Ploeg, idem, zijn geplaatst resp. te Bandoeng, Bandoeng en Batavia.

Irs. S. G. Trooster en L. D. Minnigh, ingenieurs bij de B. P. M., zijn vertrokken naar Europa resp. van Tjepoe en Pladjoe.

Dr. F. Laufer en ir. A. H. J. van Goch, idem, zijn overgeplaatst resp. van N. N. G. P. M. Babo naar Tjepoe en van Pladjoe naar Boela (Ceram).

Irs. A. C. ter Poorten, E. G. Wentink en J. W. Le Nobel, idem, zijn geplaatst resp. te Tjepoe, te Pladjoe en te Pladjoe.

Ir. L. A. Alting Mees, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is met ing. van 25 Maart 1937 belast met de waarneming van de betrekking van hoofd-ingenieur, hoofd v/h Bruggenbureau v/h dept. van V. & W.

Aan Ing. A. E. Jurgensen West, hoofd van voornd. bureau, is met ing. van 25 Maart 1937 op verzoek eervol ontslag verleend uit 's Lands dienst, onder dankbetuiging voor de door hem aan den Lande bewezen diensten.

Ir. A. B. Delmaar is td. werkz. gest. op daggeld b/h dept. van V. & W.

Ir. J. Gramberg is tijd. belast met de waarn. v/d betrekking van ingenieur b/d Dienst van den Mijnbouw en geplaatst bij de Bangkatinwinning.

Ir. E. C. Demmink, ingenieur b/d Zuster-Mijen, is belast met de functie van administrateur b/d Oost-Java Stoomtram-Mij. en geplaatst te Soerabaia.

KON. INST. VAN INGENIEURS.

Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Bestuursmutatie.

In verband met het vertrek naar Europa op 3 Maart j.l. van den Groepssecretaris, ir. H. van der Veen, is door het Groepsbestuur, onder nadere goedkeuring van de jaarvergadering, als zijn opvolger aangewezen ir. A. Korving.

Voorgestelde en aangenomen nieuwe leden.

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

Voorgesteld worden als *junior lid*:

Srigati Santoso, student aan de Technische Hoogeschool, te Bandoeng.

Anondó, idem.

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

IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Bepaling van den doorlaatcoëfficiënt van grond uit de verticale capillaire opstijging, door prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh. — Berekening van hellende goten met continu verlopende vormen bij verwaarloozing van de luchtabsorbtie, door ir. J. A. Sesink Clee. — Deformule van Meesters voor de grootte van invloedsoppervlakken, door Vr. — Varia.

Bepaling van den doorlaatcoëfficiënt van grond uit de verticale capillaire opstijging

door

prof. ir. C. G. J. VREEDENBURGH.

(met 3 figuren).

De verticale capillaire opstijging van grondwater in den vorm eener parallelstreaming laat zich gedurende de eerste 10 tot 30 minuten in een eenvoudige formule uitdrukken, met behulp waarvan de doorlaatcoëfficiënt kan worden berekend.

De tijdsduur van 10 minuten geldt voor zand ($k = 100$ tot $200 \cdot 10^{-4}$ cm/sec), terwijl bij dichtere grondsoorten ($k = 0,5$ tot $2 \cdot 10^{-4}$ cm/sec) men desgewenscht kan gaan tot 30 minuten.

De bruikbaarheid der formule wordt getoetst aan waarnemingen van Terzaghi, verricht bij den bouw van de Granville-dam te Westfield, Mass. U.S.A., en aan eigen metingen, uitgevoerd in het Waterloopkundig Laboratorium van het Departement van Verkeer en Waterstaat te Bandoeng.

Vult men een, aan de benedenzijde met gaas afgesloten, cilindrische glazen buis (diameter 2 tot 4 cm) met drogen grond en plaatst men het geheel in een bekersglas met een weinig water (fig. 1), zoo zal de vloeistof daarin capillair opstijgen.

De verschijnselen, welke zich hierbij voordoen, zijn door velen bestudeerd, waaronder in het bijzonder Kozeny moet worden genoemd.

In zijn laatste publicatie over dit onderwerp (lit. 1) deelt hij evenwel mede, dat het ondanks alle pogingen

tot dusver niet is gelukt, het tijdelijk verloop van de capillaire opstijging, zelfs bij eenvoudige monodisperse systemen mathematisch vast te leggen, daar een reeks van invloeden in het spel zijn, die zich bezwaarlijk in formules laten uitdrukken. In de eerste plaats treedt een bevochtigingsweerstand op, terwijl men verder te doen heeft met het feit, dat er ook water wordt ingezogen, dat zich niet als capillair water gedraagt. Steeds meer komt het capillair water bij dit ingezogen water¹⁾ ten achter, waardoor de lucht steeds moeilijker kan ontwijken en de doorlaatcoëfficiënt op den duur sterk afneemt.

Tenslotte geeft Kozeny een empirische formule voor deze variatie van den doorlaatcoëfficiënt als functie van de capillaire opstijging en komt dan door integratie der bewegingsvergelijking tot een formule, die op een bevredigende wijze de stijging als functie van den tijd zou weergeven.

Kenmerkend voor de belangwekkende studies van Kozeny is, dat deze de volledige capillaire opzuiging in beschouwing neemt, die zooals bekend is, tot ongeveer drie à vier weken voortduurt.

Wenscht men echter de capillaire opstijging voor de practijk dienstbaar te maken om met behulp daarvan den doorlaatcoëfficiënt van den grond te bepalen, dan zal een dergelijke lange waarnemingsperiode natuurlijk reeds om deze reden een onoverkomenlijk bezwaar opleveren.

In verband hiermede kan worden gewezen op de werkwijze van Terzaghi, welke hij heeft toege-

1) Waarschijnlijk bedoelt Kozeny hiermede het funiculair water.

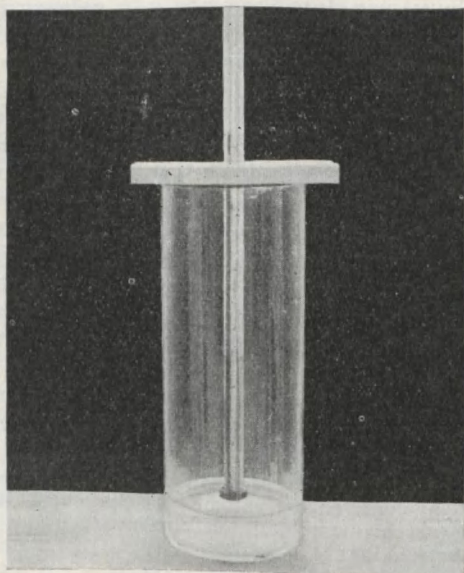


Fig. 1.

past bij den bouw van de *Granville*-dam te *Westfield* in Noord-Amerika (lit. 2).

Van een zevental grondsoorten waarvan de doorlaatcoëfficiënten k op de gewone wijze waren gemeten (zie b.v. lit. 3, blz. 15 e.v.), alzo nauwkeurig bekend waren, werden tevens de capillaire stijgkrommen (stijghoogte als functie van den tijd) gedurende een uur bepaald. Men verkreeg aldus een zevental krommen, behoorende bij doorlaatbaarheden, welke varieerden tusschen $k = 0,045 \times 10^{-4}$ cm/sec als kleinste waarde en $k = 171 \times 10^{-4}$ cm/sec als grootste waarde. Had men nu een grondsoort, waarvan de doorlaatbaarheid niet bekend was, dan werd de capillaire stijgkromme daarvan bepaald. De daarbij behorende k -waarde was dan gelegen tusschen die van de twee naastbij gelegen vergelijkingskrommen. Het ging hier dus om een betrekkelijk ruwe beoordeeling van den onbekenden doorlaatcoëfficiënt, terwijl een mathematische formuleering van de capillaire stijging als functie van den tijd niet werd gegeven.

Geruimen tijd geleden werd door schrijver dezes reeds de volgende eenvoudige berekening opgesteld voor de capillaire opstijging in een verticale buis volgens fig. 1. Daarbij wordt uitgegaan van de volgende aannamen:

- 1) de zuigkracht, welke de capillaire opstijging veroorzaakt, blijft constant;
- 2) de invloed van de traagheid mag worden verwaarloosd;
- 3) de wet van Darcy is geldig, waarbij de doorlaatcoëfficiënt dezelfde is als bij een phreatischen grondwaterstroom.

Men stelle de kracht, welke de capillaire opstijging veroorzaakt, uitgedrukt in vloeistofhoogte, gelijk aan a , waarbij voorloopig in het midden kan worden gelaten, of deze effectieve zuighoogte al dan niet overeenkomt met de capillaire stijghoogte. Verder stelle men de *volumeporositeit*²⁾ van den grond gelijk aan p .

De snelheid der capillaire opstijging is dan, indien de grens tusschen het vochtig en droog gedeelte wordt bepaald door den afstand y tot het beneden-einde van de buis:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{k}{p} \cdot \frac{a-y}{y} \quad (1)$$

welke vergelijking geïntegreerd geeft:

$$\begin{aligned} \frac{k}{p} \cdot t &= \int_0^y \frac{y}{a-y} \cdot dy = \int_0^y \left(\frac{a}{a-y} - 1 \right) \cdot dy = \\ &= \left[-a \cdot \lg(a-y) - y \right]_0^y \end{aligned}$$

en tenslotte:

$$\frac{k}{p} \cdot t = a \cdot \lg \frac{a}{a-y} - y \quad (2)$$

2) Hieronder wordt verstaan de verhouding tusschen het poriënvolume van den grond en het totale volume van vaste stof + poriën.

of wel bij gebruik van *Briggsche* logarithmen:

$$\frac{k}{p} \cdot t = 2,3 \cdot a \cdot \lg \frac{a}{a-y} - y \quad (3)$$

Toetst men deze formule aan de krommen van *Terzaghi*, welke zijn weergegeven in fig. 11 van lit. 2, dan vindt men een verrassende overeenstemming. Dit moge blijken uit fig. 2, waar een drietal dezer krommen zijn geteekend, n.l. van de grondsoorten resp. genummerd met 54, 78 en 63, en de volgende bekende waarden van den doorlaatcoëfficiënt k en de poriënverhouding e ³⁾:

Grondsoorten No.	k in 10^{-4} cm/sec	e
54	171	0,65
78	1,48	0,78
63	0,39	0,44

Hieruit laten zich de volgende waarden van $\frac{k}{p}$ berekenen en met behulp van formule (1) de daarachter vermelde waarden van a .

Men vindt:

Grondsoorten No.	$p = \frac{e}{1+e}$	$\frac{k}{p}$ in 10^{-4} cm/sec	a in cm
54	0,394	434	16,2
78	0,438	3,38	178
63	0,306	1,275	127

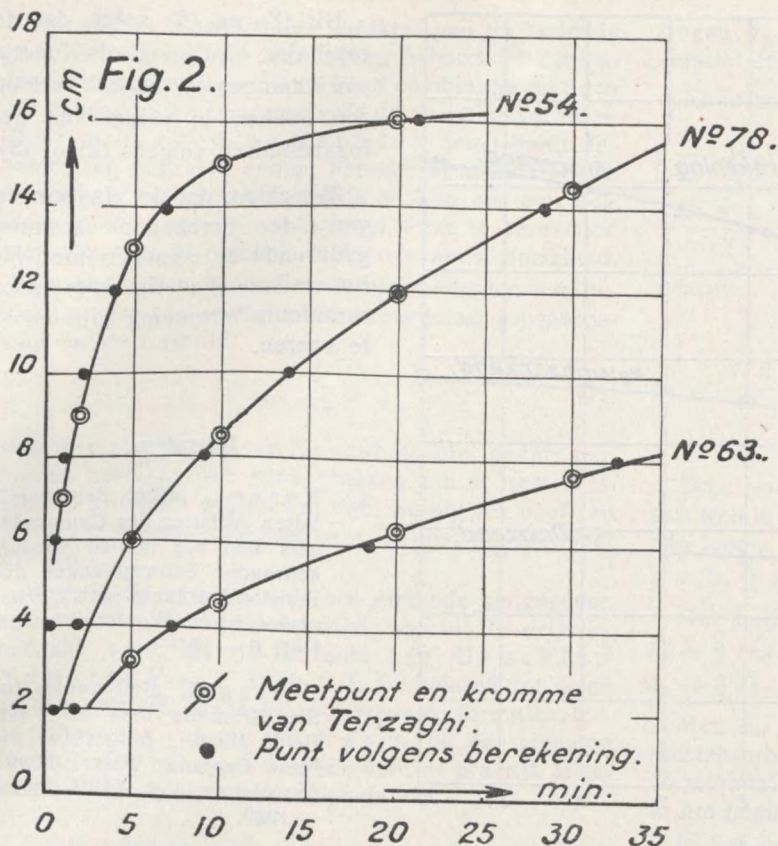
Berekent men nu met behulp van deze gegevens voor verschillende opstijgingen y de bijbehorende tijdstippen t en zet men de gevonden punten uit in de grafieken van *Terzaghi*, zoo vindt men dat de berekende punten zeer bevredigend op, althans in de buurt van deze krommen zijn gelegen (fig. 2).

Hieruit blijkt dus, dat voor de eerste periode der capillaire opstijging de praemissen, waarvan bij de opstelling van onze eenvoudige formules werd uitgegaan, goed met de werkelijkheid overeenstemmen, terwijl daarnaast kan worden opgemerkt, dat de storende verschijnselen, welke door *Kozeny* werden waargenomen, eerst later een merkbaren invloed schijnen te doen gelden. Tenslotte moge worden gewezen op de vooral voor de practijk gunstige omstandigheid, dat voor de bepaling van k de capillaire opstijging slechts gedurende een korte periode behoeft c.q. moet worden waargenomen.

Verder zijn in fig. 3 als karakteristiek voorbeeld de resultaten weergegeven der k -bepalingen voor een

3) Hieronder wordt verstaan de verhouding tusschen het poriënvolume en het volume aan vaste stof. Blijkbaar bestaat tusschen porositeit en poriënverhouding de volgende betrekking:

$$p = \frac{e}{1+e}$$



drietal zandsoorten, waarbij de waarnemingsperiode werd gesteld op 10 minuten. De waarden van p werden op de gebruikelijke wijze gemeten ⁴⁾.

Gevonden werd:

Monster	a in cm	$\frac{k}{p}$ in 10^{-4} cm/sec	p	k in 10^{-4} cm/sec
Rivierzand.....	16	398	0,379	151
Palembangzand...	9,7	448	0,372	167
Duinzand.....	5,55	395	0,329	130

Ook hier blijkt de overeenstemming tusschen de waargenomen en berekende krommen alleszins bevredigend te zijn (fig. 3).

4) Bekend is, dat p voor verschillende grondsoorten slechts binnen betrekkelijk enge grenzen varieert. Zoo golden b.v. voor de 7 grondsoorten van Terzaghi de volgende p -waarden:

No.	k in 10^{-4} cm/sec	e	$p = \frac{e}{1+e}$
54	171	0,65	0,394
78	1,48	0,78	0,438
76	0,79	0,48	0,324
66	0,62	0,70	0,411
63	0,39	0,44	0,306
24	0,238	0,54	0,351
92	0,045	0,55	0,355

Voor de drie beschouwde zandsoorten werd bovendien de capillaire stijghoogte c bepaald na drie weken, waarvoor resp. gevonden werd 33,3, 19,7 en 12,7 cm.

Hieruit volgt dus, dat de effectieve zuighoogte a niet overeenkomt met de capillaire stijghoogte of liever gezegd de bevochtighoogte van het water in den grond. Bij de drie onderzochte zandsoorten bedroeg zij resp. 48%, 49% en 44% daarvan.

Terzaghi heeft van de zeven meergenoemde grondsoorten de c -waarden niet vermeld, zoodat hiervoor de verhouding tusschen effectieve zuighoogte en bevochtighoogte niet kon worden nagegaan.

Ook bij de horizontale capillaire parallelstrooming schijnt, althans gedurende de eerste periode der waterbeweging, een constante effectieve zuigkracht aanwezig te zijn, hetgeen uit het volgende moge blijken.

Men heeft n.l. in dit geval, met de zelfde aannamen als voor de capillaire opstijging:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k}{p} \cdot \frac{a+h}{x} \dots\dots\dots (4)$$

wanneer h de gemiddelde overdruk is.

Geïntegreerd geeft dit:

$$x^2 = \frac{2 \cdot k \cdot (a+h)}{p} \cdot t \dots\dots\dots (5)$$

welke formule in vorm overeenkomt met die van Casagrande, n.l.

$$x^2 = m \cdot t \dots\dots\dots (6)$$

(lit. 4, verg. ook lit. 5).

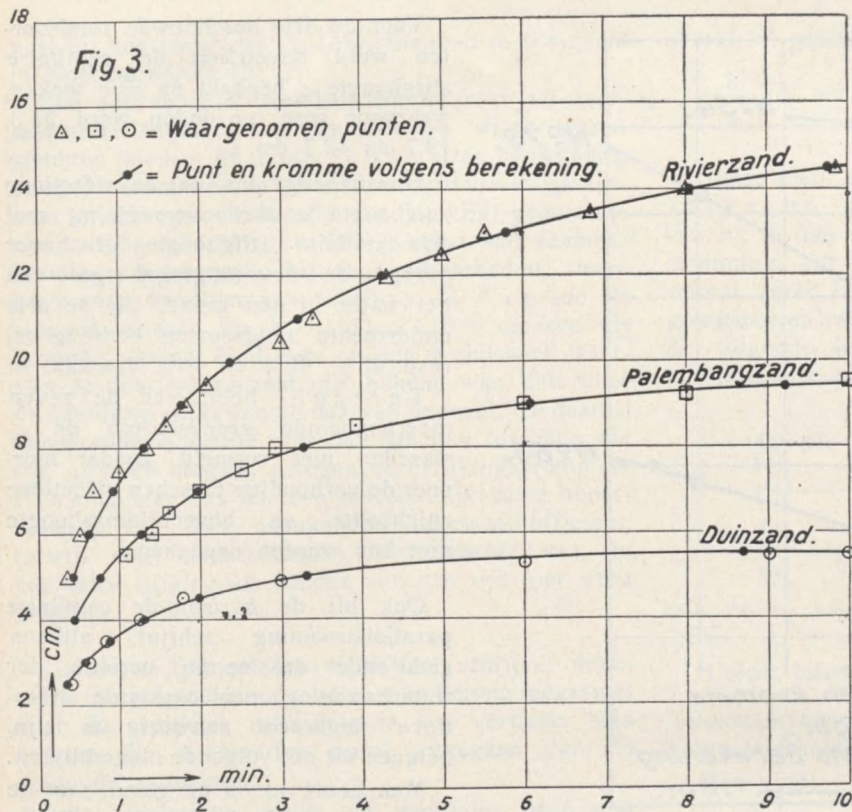
Beschouwt men de snelheidsformules (1) en (4) nader, dan ziet men, dat bij het allereerste begin der capillaire strooming de snelheden zeer groot moeten zijn en terecht zou men zich kunnen afvragen, of de waterdeeltjes tusschen de grondkorrels dan niet een weerstand zullen ondervinden, welke meer overeenkomt met dien eener turbulente strooming, d.i. evenredig met het kwadraat der snelheid in plaats van met de eerste macht.

Voor een capillaire opstijging zou dan de snelheid met een nieuwen coëfficiënt k' worden:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{k'}{p} \cdot \sqrt{\frac{a-y}{y}} \dots\dots\dots (7)$$

Stelt men:

$$y = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (1 - \cos \varphi) \dots\dots\dots (8)$$



Uit (8) en (9) volgt, dat de capillaire opstijging als functie van t dan een *cycloidisch* verloop zou hebben in plaats van het logaritmisch volgens (2) of (3).

Misschien, dat de afwijkingen van de berekende kromme gedurende de eerste minuut, bij het rivierzand in fig. 3, tot deze turbulente strooming zijn terug te voeren.

Literatuur.

1. Kozeny, „Über den kapillaren Aufstieg des Grundwassers und die täglich wiederkehrenden Schwankungen des Bohrlochwasserspiegels”, *Wasserkraft und Wasserwirtschaft* Heft 6 — 1935.
2. Terzaghi, „Soil-studies for the Granville dam at Westfield, Mass.”, *Journal of the New England Water Works Association*, Vol. XLIII, No. 2 — 1929.

dan laat (7) zich als volgt integreren:

$$\frac{k'}{p} \cdot t = \int_0^y \sqrt{\frac{y}{a-y}} \cdot dy = \int_0^\varphi \frac{1 - \cos \varphi}{\sin \varphi} \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi$$

en dus:

$$\frac{k'}{p} \cdot t = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (\varphi - \sin \varphi) \quad \dots \dots \dots (9)$$

3. Dachler, „Grundwasserströmung”, Julius Springer, Wien, 1936.
4. Terzaghi, „Sickerverluste aus Kanälen”, *Die Wasserwirtschaft*, No. (18—19) — 1930, blz. 320 — 322.
5. Ostashev, „The law of distribution of moisture in soils and methods for the study of the same”, *Proceedings Conf. Soil Mechanics*, Cambridge 1936 Vol. I, blz. 227.

Berekening van hellende goten met continu verloopende vormen bij verwaarloozing van de luchtabsorbtie ¹⁾

door

ir. J. A. SESINK CLEE,

ingenieur bij 's Lands Waterstaat t/b Prov. West-Java te Palimanan.

Eenige gemakkelijk hanteerbare benaderingsformules worden gegeven om, met een voor de practijk alleszins voldoende nauwkeurigheid, hellende goten te berekenen, wanneer de luchtabsorbtie mag worden verwaarloosd, hetgeen b.v. het geval is in het bovenste gedeelte van de goot, waar de watersnelheid nog geen al te groote waarde heeft bereikt ²⁾.

De waterbeweging is daarbij beheerscht gedacht door de wet van Bernoulli in combinatie met een der gebruikelijke formules voor de wrijvingsverliezen.

Tenslotte zijn rekenvoorbeelden uitgewerkt, welke aantonen, dat met de gegeven methoden bevredigende uitkomsten worden verkregen.

¹⁾ Men vindt in dit artikel eenige formules en conclusies terug uit de „Aanvulling”, welke ir. Meesters in *De Waterstaats-Ingenieur* No. 3 — 1932 gaf naar aanleiding van enkele opmerkingen mijnerzijds betreffende zijn artikel in No. 12 — 1931 van dat tijdschrift. S.C.

²⁾ Voor de berekening van het normaal profiel van de goot met inachtneming van de luchtabsorbtie wordt verwezen naar het artikel van ir. J. H. Hilgen, voorkomende in No. 1 — 1937 van dit tijdschrift. Red.

Het fysisch eenvoudige karakter van de hellende goot, indien wij ons deze alleen beheerscht denken door de wet van Bernoulli in combinatie met een der gebruikelijke formules voor de wrijvingsverliezen (Bazin, Gauckler-Manning enz.) heeft mij aanleiding gegeven, eenige benaderingsmethoden uit te werken, welke het mogelijk maken om een hellende goot op weinig omslachtige wijze te berekenen met een voor de praktijk voldoende nauwkeurigheid.

Te eerder ben ik tot benaderingsmethoden overgegaan, omdat een pijnlijke nauwkeurigheid bij toepassing van de formule:

$$V = c \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

waarin c als functie van de ruwheid niet anders dan binnen betrekkelijke ruwe grenzen aan te nemen is, uit een praktisch oogpunt al heel weinig zin heeft en meer wetenschappelijk bekeken onjuist geacht moet worden.

Door ir. Meesters is een methode aangegeven om hellende goten te berekenen, waarbij de wrijving bepaald werd uit de formule van Gauckler-Manning $V = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$. De wensch zat mede bij mij voor om ongeacht de toegepaste formules, b.v. bij toepassing van die van Bazin, tot een gesloten formuleering te komen met een voor de praktijk alleszins bevredigende nauwkeurigheid.

1. Bij beschouwing van twee opvolgende doorsneden volgt uit de wet van Bernoulli:

$$\alpha \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} + h \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \, dL = \alpha \cdot \frac{V^2 + dV^2}{2 \cdot g} + (h + dh) \cdot \cos \varphi + i \cdot dL \quad (1)$$

$$\text{waaruit } \frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot dV^2 + \cos \varphi \cdot dh = (\sin \varphi - i) \cdot dL \quad (2)$$

waarin ter vereenvoudiging van de schrijfwijze gesteld is:

$$\frac{V^2}{R \cdot c^2} = i \quad (3)$$

V = gemiddelde snelheid.

α houdt verband met de snelheidsverdeling en neemt toe met de variatie van de snelheid in het profiel; ook pleegt daarin — ten onrechte — te worden verdisconteerd het verlies van snelheidshoogte door plaatselijke discontinuïteiten. Gewoonlijk wordt α gelijk 1,1 à 1,2 genomen.

φ = hellingshoek van de goot.

h = de waterdiepte, gemeten loodrecht op den plaatselijken bodem. Bij daling van den waterspiegel t.o.v. den bodem is dh negatief.

L is gemeten in de richting van de goot (zie ook fig. 1).

In het begin van de hellende goot is i t.o.v. $\sin \varphi$ meestal zeer klein en veelal te verwaarlozen. Wordt i groter, dan kan men tusschen twee waterbegren-

zingen h_n en h_{n+1} , waarbij de i 's niet al te veel verschillen, i lineair t.o.v. L aannemen.

Na integratie van (2) vinden we dan

$$\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot (V_1^2 - V_0^2) + (h_1 - h_0) \cdot \cos \varphi = L_1 \cdot \left(\sin \varphi - \frac{i_0 + i_1}{2} \right)$$

waaruit

$$L_1 = \frac{\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot (V_1^2 - V_0^2) + (h_1 - h_0) \cdot \cos \varphi}{\sin \varphi - \frac{i_0 + i_1}{2}} \quad (4)$$

Door voor h_n telkens een waarde te kiezen, die een weinig kleiner is dan h_{n-1} , verkrijgt men telkens een lengte L_n , zoodat tenslotte

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + \dots$$

Het komt mij voor, dat een goede reeks is:

$$h_1 = \frac{2}{3} \cdot h_0 + \frac{1}{3} \cdot h_m$$

$$h_2 = \frac{2}{3} \cdot h_1 + \frac{1}{3} \cdot h_m \text{ enz.}$$

Met h_m is bedoeld de waterdiepte, die zonder luchtabsorptie zou optreden bij $i = \sin \varphi$, dat is dus de minimale waterdiepte (op ∞) en met h_0 de diepte in het begin van de hellende goot.

In het geval, dat bij varieerende bodembreedte de waterdiepte constant gehouden moet worden, kan men op dezelfde wijze te werk gaan.

Men kan stellen voor

$$b_1 = \frac{2}{3} \cdot b_0 + \frac{1}{3} \cdot b_m$$

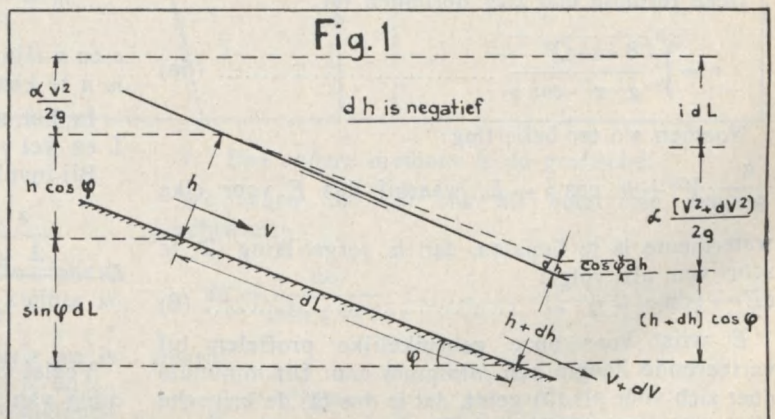
$b_2 = \frac{2}{3} \cdot b_1 + \frac{1}{3} \cdot b_m$, waarin b_0 en b_m een analoge beteekenis hebben als h_0 en h_m .

Met deze benadering verkrijgt men iets te kleine waarden voor L . Zooals straks onder 4 blijken zal, is ook:

$$L = \sum \left\{ \frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2) + (h_{n+1} - h_n) \cdot \cos \varphi \right\} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \varphi - i_n} + \frac{1}{\sin \varphi - i_{n+1}} \right)},$$

waarmede

men iets te groote waarden voor L vindt.



2. Over de aanvangssnelheid V_0 .

Bij den overgang van het nagenoeg horizontale gedeelte naar de hellende goot is aan te nemen, dat, indien het water in het horizontale gedeelte langzaam stroomend is, de waterspiegel in de hellende goot zal dalen tot aan de grens, waarbij het verval ($-\cos \varphi \cdot dh$) nog voldoende is om de snelheid van het water te doen aangroeien van V tot $V + dV$. Er van uitgaande, dat de daling van den waterspiegel ter plaatse van den overgang optreedt, zoodat $dL = 0$, leidt (2) tot:

$$\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot dV^2 = -\cos \varphi \cdot dh$$

Voor $V = \frac{Q}{F}$ stellende, vinden we:

$$\frac{\alpha}{g} \cdot \frac{Q^2}{F^3} \cdot \frac{dF}{dh} = \cos \varphi \quad (5)$$

d.i. de bekende formule voor de zgn. kritische diepte en dito-snelheid.

Is de bodembreedte constant, dan is $dF = b \cdot dh$ en gaat (5) over in:

$$\frac{\alpha}{g} \cdot \frac{Q^2}{F^3} \cdot b = \cos \varphi \quad (5a)$$

Wenschen we een rechthoekig profiel met een bepaalde verhouding tusschen bodembreedte en waterdiepte, bijvoorbeeld:

$$b = c \cdot h^m \text{ en dus } F = c \cdot h^{m+1}$$

dan is $dF = c \cdot (m+1) \cdot h^m \cdot dh$, zoodat (5) overgaat in:

$$\frac{c \cdot (m+1)}{g} \cdot \alpha \cdot \frac{Q^2}{F^3} \cdot h^m = \cos \varphi \quad (5b)$$

Voor $c = 2$ en $m = 1$ is

$$\frac{2 \cdot \alpha}{g} \cdot \frac{Q^2}{F^3} \cdot b = \cos \varphi \quad (5c)$$

Voor een blijvend half cirkelvormig profiel is:

$F = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot h^2$ en dus $\frac{dF}{dh} = \pi \cdot h$, waardoor (5) overgaat in:

$$\frac{\alpha}{g} \cdot \frac{Q^2}{F^3} \cdot \pi \cdot r = \cos \varphi \quad (5d)$$

Deze formule laat zich herleiden tot:

$$r = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot \alpha \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot \cos \varphi}} \quad (5e)$$

Noemen we ter bekorting:

$\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot V^2 + h \cdot \cos \varphi = E$, waarbij dus E voor elke waterdiepte is te bepalen, dan is vergelijking (2) te schrijven als volgt:
 $dE = (\sin \varphi - i) \cdot dL \quad (6)$

E wijst voor onze gebruikelijke profielen bij varieerende hoogte een minimum aan. Dit minimum doet zich voor als (5) geldt, dat is dus bij de kritische diepte.

Is $h > h_k$, dan vinden we voor ΔE een negatieve uitkomst bij afname van h en in het gebied van $h < h_k$, vinden we voor dE een positieve waarde.

Hieruit volgt, dat we voor L_1 een negatieve uitkomst zullen vinden, indien we voor V_0 en V_1 waarden invullen kleiner dan V_k . Immers volgt uit (1):

$$dL = \frac{\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot dV^2 + \cos \varphi \cdot dh}{\sin \varphi - i} = \frac{dE}{\sin \varphi - i} \quad (6a)$$

Is er geen minimum aanwezig, zooals bijvoorbeeld in het geval van constante waterdiepte bij varieerende bodembreedte, dan zou men practisch met elke aanvangssnelheid kunnen beginnen, mits men er maar voor zorg draagt, dat die snelheid ontstaan kan.

Is de variatie van de bodembreedte zeer sterk, waardoor de snelheidsverdeling in het horizontale vlak te veel beïnvloed wordt, dan kan men daarin voorzien door den coëfficiënt α grooter te nemen. Deze schatting is zeer ruw. Met de „vierkanten”-methode van stroomlijnen en aequipotentiaalvlakken kan men grafisch tamelijk eenvoudig nagaan, of de snelheidsverdeling aanleiding geeft om tot meer of minder belangrijke correctie van α over te gaan.

Volledigheidshalve wordt nog opgemerkt, dat de bodemvariatie bij constante waterdiepte te vinden is uit (2), waarbij $dh = 0$

$$\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot dV^2 = (\sin \varphi - i) \cdot dL \quad (7)$$

Voor $V = \frac{Q}{F}$ stellende, vinden wij tenslotte

$$\frac{dL}{db} = -\frac{\frac{\alpha}{g} \cdot \frac{Q^2}{F^3} \cdot h}{\sin \varphi - i} \quad (8)$$

3. De onder 1 beschreven methode leidt tot veel cijferarbeid. Is het slechts van belang den afstand tusschen 2 begrenzungen te kennen, dan kan de volgende benadering worden toegepast:

Voor i stelle men $i = i_0 + c \cdot L^n \quad (9)$
 Wederom is

$$i_0 = \frac{V_0^2}{c^2 \cdot R}$$

c en n zijn constanten, waarvan het alleen van belang is n te kennen.

In het algemeen varieert i zeer geleidelijk t.o.v. L en wel van i_0 tot — asymptotisch — $\sin \varphi$.

Bij invulling van (9) in (2) vindt men na integratie:

$$L_1 = \frac{\frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot (V_1^2 - V_0^2) + (h_1 - h_0) \cdot \cos \varphi}{\sin \varphi - \frac{1}{n+1} \cdot (n \cdot i_0 + i)} \quad (10)$$

Veelal varieert n tusschen 0,6 en 0,9. Uit de kromming van $i = f(L)$ laat het zich reeds aanzien, dat $n < 1$.

Voor lange hellende goten bepalen wij eerst L_2 van het beginpunt tot daar, waar de waterbegrenzing eenige centimeters, zegge ± 2 cm, hoger is dan die passende bij $i = \sin \varphi$ en zulks onder aanname, dat $n = 0,75$.

Op het verdere gedeelte komt het er immers niet zoo op aan, omdat men toch gauw een waking van 20 cm zal aannemen. Veelal zal men daarmee reeds een behoorlijke lengte hebben bereikt.

Daarna bepale men L_1 vanaf het beginpunt tot aan dat profiel, waarvoor

$$i_1 = \frac{i_0 + i_2}{2}$$

eveneens voor $n = 0,75$ stellende.

Uit (9) volgt:

$$\frac{i_2 - i_0}{i_1 - i_0} = \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^n,$$

waaruit

$$n = \frac{\log(i_2 - i_0) - \log(i_1 - i_0)}{\log L_2 - \log L_1} \quad (11)$$

Met deze n kan men L_2 en L_1 nog eens bepalen, waarna men een iets nauwkeuriger waarde voor n zal verkrijgen.

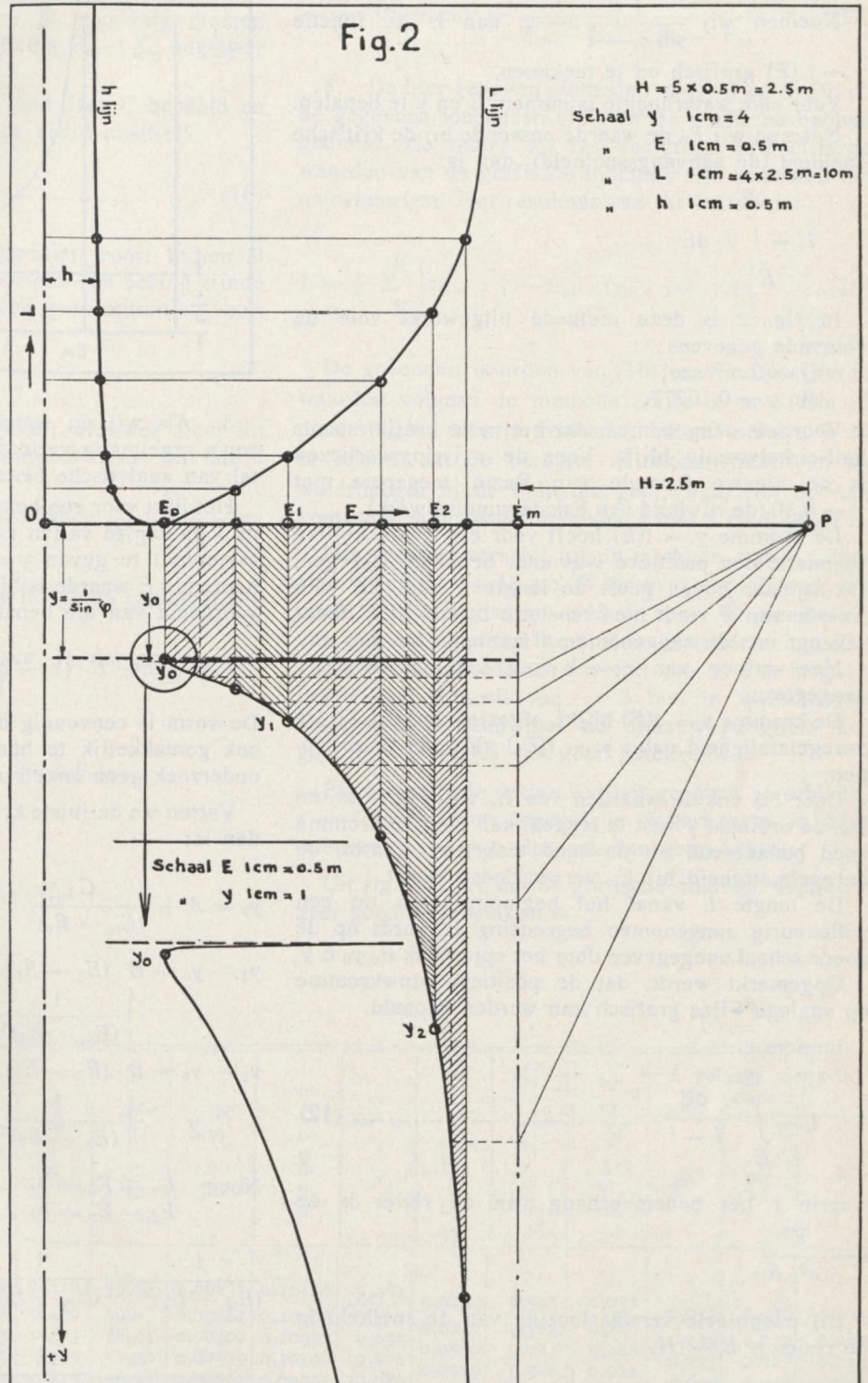
Waar de verhouding van L_2 en L_1 in de becijfering betrokken is, zal een herhaling van de berekening in het algemeen niet noodig zijn. Voorts verlieze men niet uit het oog, dat het hier om een benaderingsmethode gaat.

Uit (9) zou volgen, dat

$$\frac{di}{dL} = \infty \text{ bij } i = i_0 \text{ en } n < 1$$

hetgeen nimmer het geval is. Deze onnauwkeurigheid is van des te minder belang, naarmate i_0 kleiner is dan $\sin \varphi$.

Deze methode is tenslotte vrij nauwkeurig en is te gebruiken voor de waarden tusschen i_0 en i_2 . Buiten de aangenomen i_2 -waarde wordt deze methode spoedig onnauwkeurig.



4. Een andere methode is de grafische.

We zagen, dat (2) ook als volgt kan worden geschreven:

$$dL = \frac{dE}{\sin \varphi - i} \quad (6)$$

waarin:

$$E = \alpha \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} + h \cdot \cos \varphi$$

Noemen wij $\frac{1}{\sin \varphi - i} = y$, dan is de functie $y = f(E)$ grafisch op te tekenen.

Voor elke waterhoogte is immers E en y te bepalen.

Noemen wij E_0 de waarde passende bij de kritische snelheid (de aanvangssnelheid), dan is:

$$L = \int_{E_0}^E y \cdot dE$$

In fig. 2 is deze methode uitgewerkt voor de volgende gegevens:

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{sec};$$

$$\sin \varphi = 0,10777.$$

Voorts is aangenomen, dat het natte profiel steeds half-cirkelvormig blijft. Voor de wrijvingsverliezen is de nieuwe formule van Bazin toegepast met $\gamma = 0,30$ (de ruwheid van baksteenmetselwerk).

De kromme $y = f(E)$ heeft voor een gemakkelijke sommatie een positieve y -as naar beneden gekregen. De as naar boven geeft de lengte L aan. Bij elke waarde van E vindt men tenslotte L , terwijl E direct afhangt van de aangenomen afmetingen i.c. van r .

Het verloop van $r = h$ t.o.v. L is ook in fig. 2 aangegeven.

De kromme $y = f(E)$ blijkt, afgezien van een kleine onregelmatigheid nabij $y = f(E_0)$ vloeiend te verlopen.

Door bij enkele waarden van E , waaronder E_0 en E_m , de ordinaat y vast te leggen, kan men de kromme goed benaderend uit de hand tekenen, waarbij de onregelmatigheid bij E_0 verwaarloosd wordt.

De lengte L vanaf het beginpunt (E_0) tot een willekeurig aangenomen begrenzing E wordt op de goede schaal aangegeven door het oppervlak $E_0 y_0 E y$.

Opgemerkt wordt, dat de positieve stuwkromme op analoge wijze grafisch kan worden bepaald.

Immers is:

$$L = \int_{E_0}^E \frac{dE}{I - i} \dots\dots\dots (12)$$

waarin I het bodemverhang van de rivier is en $i = \frac{V^2}{c^2 \cdot R}$

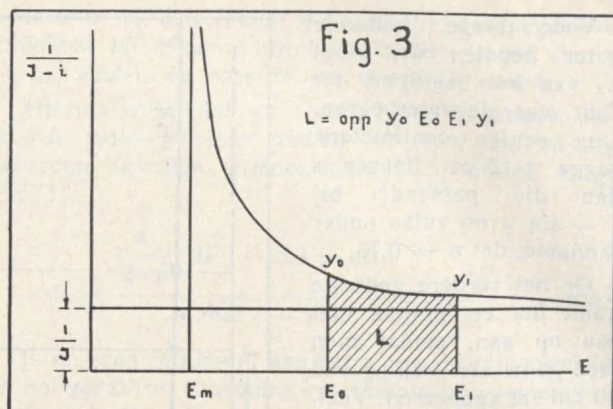
Bij eventuele verwaarloozing van de snelheid in de rivier is $E = H$.

Noemt men weder $\frac{1}{I - i} = y$, dan heeft de kromme $y = f(E)$ de gedaante als in fig. 3 aangegeven. De asymptotische richtingen zijn $y = \frac{1}{I}$ en

$E = E_m$, waarbij E_m de waarde is van E behorende bij het bewuste debiet Q , het rivierprofiel en I .

Het oppervlak $E_1 E_0 y_0 y_1$ geeft dan de lengte aan tusschen de twee opstuwingen passend bij E_1 en E_0 .

Als vallende buiten het kader der hellende goten zal hierop niet verder worden ingegaan.



5. Als wij nu weten, dat de kromme $y = f(E)$ zoo'n regelmatig verloop heeft, kunnen wij daarop tal van analytische benaderingsmethoden toepassen.

Het lijkt voor een benadering voldoende de kromme in 3 punten te vatten en de benaderingskromme een asymptoot te geven $y = E_m$, waarbij E_m de bijbehorende E waarde is bij $i = \sin \varphi$. Als een mogelijk voorbeeld van die benaderingskromme kan dienen:

$$y = A + B \cdot (E - E_0) + \frac{C}{(E_m - E)^2} \dots\dots (13)$$

De vorm is eenvoudig integreerbaar en na integratie ook gemakkelijk te hanteeren, terwijl het kromme-onderzoek geen enkele moeilijkheid biedt.

Vatten we de juiste kromme in 3 punten y_0, y_1 en y_2 dan is:

$$\left. \begin{aligned} y_0 &= A + \frac{C}{(E_m - E_0)^2} \\ y_1 - y_0 &= B \cdot (E_1 - E_0) + C \cdot \left\{ \frac{1}{(E_m - E_1)^2} - \frac{1}{(E_m - E_0)^2} \right\} \\ y_2 - y_0 &= B \cdot (E_2 - E_0) + C \cdot \left\{ \frac{1}{(E_m - E_2)^2} - \frac{1}{(E_m - E_0)^2} \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots (14)$$

$$\text{Noem } \begin{aligned} E_1 - E_0 &= b_1 \\ E_2 - E_0 &= b_2 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{(E_m - E_1)^2} - \frac{1}{(E_m - E_0)^2} = c_1$$

$$\frac{1}{(E_m - E_2)^2} - \frac{1}{(E_m - E_0)^2} = c_2$$

$$\text{dan is } B = \begin{vmatrix} y_1 - y_0 & c_1 \\ y_2 - y_0 & c_2 \\ b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix} \text{ en } C = \begin{vmatrix} b_1 & y_1 - y_0 \\ b_2 & y_2 - y_0 \\ b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix} \dots\dots (15)$$

Om de kromme $y = f(E)$ zoo goed mogelijk te benaderen, zullen wij E_1 en E_2 zoodanig moeten bepalen, dat E_1 en E_2 de strekking $E_0 - E_m$ ongeveer in 3 gelijke deelen verdeelt.

De kromming wordt uitsluitend door C bepaald en is uit den aard van de figuur altijd positief.

$$y'' = \frac{6 \cdot C}{(E_m - E)^4} \dots\dots\dots (16)$$

Er doen zich dus geen buigpunten voor. Indien B positief is, doet zich in het voor ons van belang zijnde gedeelte tusschen E_0 en E_m ook geen minimum voor.

$$B \text{ is positief als } \frac{y_1 - y_0}{y_2 - y_0} > \frac{c_1}{c_2}$$

Dit is practisch altijd het geval; evenwel moet dit nog worden nagegaan. Eventueel kan dit altijd

bereikt worden door in (13) voor $\frac{C}{(E_m - E)^2}$ te

stellen $\frac{C}{(E_m - E)^3}$ of een nog hooger exponent dan

3 in den noemer toe te passen. In dat geval wordt de becijfering wel omslachtig.

$$L = \int_{E_0}^E y \cdot dE = \int_{E_0}^E \left\{ A + B \cdot (E - E_0) + \frac{C}{(E_m - E)^2} \right\} \cdot dE = A \cdot (E - E_0) +$$

$$+ \frac{B}{2} \cdot (E - E_0)^2 + \frac{C}{E_m - E} - \frac{C}{E_m - E_0} \dots (17)$$

6. De hier gegeven methoden *onder 3* en *5* zijn op de gegevens toegepast, die voor de grafische hebben gediend (zie *onder 4*). De analytisch uitgerekenen waarden van de grafische methode zijn uiteraard het nauwkeurigst. Het resultaat van dit laatste is:

$$L = \frac{1}{2} \cdot \sum_{E_0}^E \left\{ (E_{n+1} - E_n) \cdot (y_{n+1} + y_n) \right\} \dots (18)$$

De gevonden waarden van (18) en de uitgerekenen waarden volgens de methode *onder 3* en *5* zijn in ondervolgend staatje verwerkt. Uit dit staatje is af te leiden, dat de bereikte nauwkeurigheid van de waterhoogte in de hellende goot, waar het op aan komt, ook volgens de methoden *onder 3* en *5*, groot is.

Het grootste verschil bij de methode *onder 3* doet zich voor bij $r = 43$ cm. Waar over een afstand van rond 12 m tusschen $r = 45$ en $r = 43$ een daling van den waterspiegel t.o.v. den gootbodem optreedt van 2 cm, beteekent een verschil van ± 2 m in goot-lengte een verschil van $\infty 3$ mm in waterhoogte, hetgeen in verband met de onnauwkeurigheid der gebruikte formules van geen betekenis is.

Bij de methode *onder 5* is het grootste verschil bij $r = 0,45$ m. Het verschil in waterhoogte is daar eveneens $\infty 3$ mm, dus ook van geen belang.

Uit fig. 2 blijkt, dat de grafische methode eveneens zeer goed te gebruiken is.

Staat

Index volgens methode <i>onder 5</i>	r	$E = \alpha \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} + r \cdot \cos \varphi$	$R = \frac{1}{2} \cdot r$	$c (\gamma = 30)$	$i = \frac{V^2}{c^2 \cdot R}$	$\eta = \sin \varphi - i$	$y = \frac{1}{\eta}$	$\Delta E = E_{n+1} - E_n$	$y'_g = \frac{y_{n+1} + y_n}{2}$	$\Delta L = y_g \cdot \Delta E$	L volgens methode <i>onder</i> :		
											4 ¹⁾	3 ²⁾	5 ³⁾
$y_0 ; E_0$	0,832	1,0343	0,416	59,32	0,00231	0,10546	9,482	0,0034	9,506	0,032	0,032	0,036	0,032
	0,800	1,0377	0,400	59,-	0,00284	0,10493	9,530	0,0216	9,584	0,207	0,239	0,239	0,239
	0,750	1,0593	0,375	58,45	0,00400	0,10377	9,637	0,0500	9,721	0,486	0,725	0,725	0,723
	0,700	1,1093	0,350	57,70	0,00579	0,10198	9,806	0,0929	9,946	0,924	1,649	1,648	1,644
	0,650	1,2022	0,325	56,95	0,00862	0,09915	10,086	0,1610	10,330	1,663	3,312	3,313	3,312
	0,600	1,3632	0,300	56,20	0,01320	0,09457	10,574	0,2683	11,049	2,964	6,276	6,296	6,304
$y_1 ; E_1$	0,550	1,6315	0,275	55,40	0,02099	0,08678	11,523	0,4536	12,638	5,733	12,009	12,100	12,055
	0,500	2,0851	0,250	54,40	0,03506	0,07271	13,753	0,7827	17,794	13,927	25,936	25,623	25,080
$y_2 ; E_2$	0,450	2,8678	0,225	53,25	0,06197	0,04580	21,834	0,4628	28,455	13,169	39,105	37,193	37,263
$y_m ; E_m$	0,430	3,3306	0,215	52,75	0,07926	0,02851	35,075						
	0,406	4,0564	0,203	52,15	0,10807								

1) In deze kolom zijn de analytisch uitgerekenen waarden van de grafische methode vermeld.

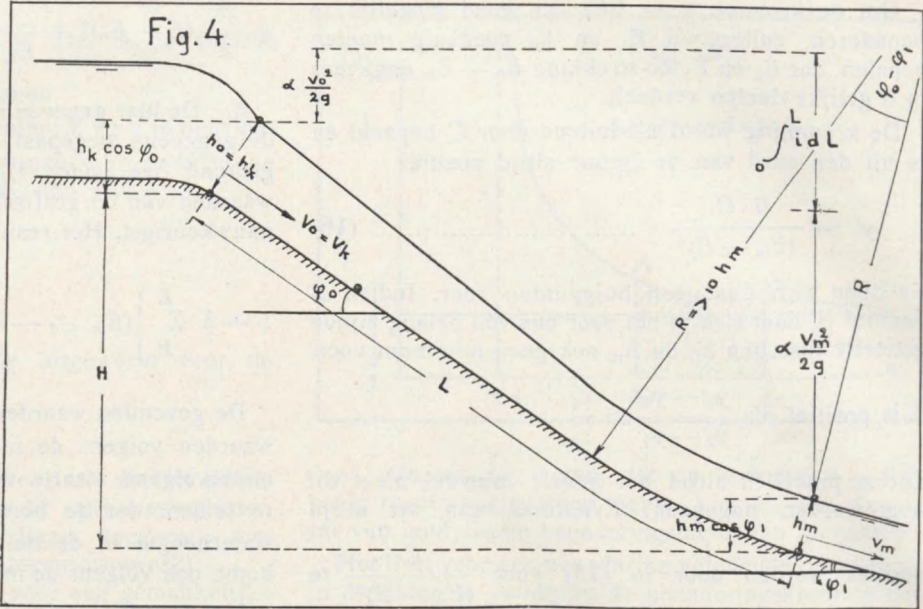
2) L_1 is bepaald tusschen $r = 0,832$ m en $r = 0,500$ m.
 L_2 „ „ „ „ $r = 0,832$ m en $r = 0,430$ m.
 $n = 0,72$.

3) $A = 8,295$; $B = 2,504$; $C = 11,093$.

7. Tenslotte volgen hier nog eenige wenken t.b.v. het praktische ontwerp van de hellende goot.

Het zal uit een oogpunt van ontwerp en van uitvoering het eenvoudigst zijn om het terreinverhang te volgen en daardoor een constant profiel te kiezen. Het voordeeligste profiel (halfcirkelvormig, rechthoekig $b = 2 \cdot h$), dat zoo glad mogelijk is uitgevoerd, is het goedkoopst. Men moet er echter voor zorgen, dat de bij het terreinverhang passende snelheid ontstaat kan.

Uit fig. 4 volgt:



$$H = \frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot (V_m^2 - V_k^2) + h_m \cdot \cos \varphi_1 - h_k \cdot \cos \varphi_0 + \int_0^L i \cdot dL \dots\dots\dots (18)$$

de helling φ_0 make men bg $\text{tg } \frac{2}{3}$ tot bg $\text{tg } 1$, liefst niet grooter dan het natuurlijk talud van den grond bij die hoogte om geen speciale voorzieningen te behoeven te treffen. De term $\int i \cdot dL$, waarvoor — vrij nauwkeurig — gesteld kan worden $\frac{L}{1,75} \cdot (0,75 \cdot i_0 + \sin \varphi_1)$ (zie ook onder 3), kan men voor den

meestal korten afstand verwaarloozen, waarbij de coëfficiënt $\alpha = 1,25$ als compensatie kan worden gesteld.

Een geleidelijke overgang van het steile naar het flauw hellende gedeelte is noodzakelijk. Men neme daartoe den overgangstraal grooter dan $10 \cdot h$.

Men kan het steile stuk aldus met formule (18) nauwkeurig benaderen, welke zich dan vereenvoudigen laat tot:

$$H = \frac{\alpha}{2 \cdot g} \cdot (V_1^2 - V_0^2) - (h_0 - h_1) \cdot \cos \varphi_0 \dots (18a)$$

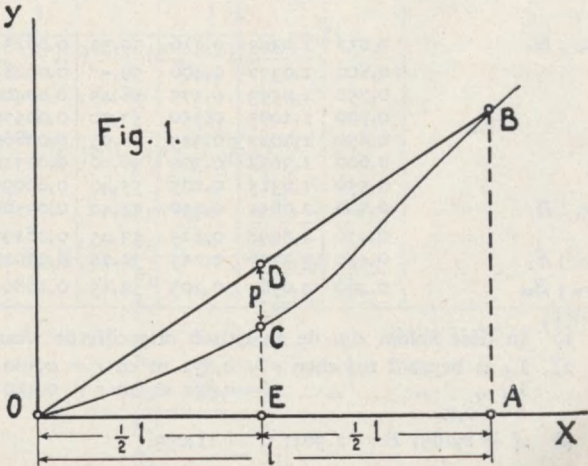
Het is veelal voldoende H voor 2 punten te bepalen tusschen h_0 en h_m .

De formule van Meesters voor de grootte van invloedsoppervlakken.

De formule van Meesters geldt ook voor invloedsoppervlakken van een moment of kracht c.q. reactie bij een willekeurig portaalsysteem, mits de stijfheidsfactor tegen buiging in ieder veld constant blijft.

In dit tijdschrift No. 12 — 1936, blz. I. 175 e.v. wordt door Meesters in een artikel getiteld: „Vereenvoudigingen bij het werken met uit tabellen verkregen invloedslijnen voor doorgaande liggers op meerdere steunpunten”, uitgaande van de invloedslijn voor het overgangsmoment bij een op drie steunpunten rustenden prismatischen ligger met even lange velden, bewezen, dat de invloedslijnen voor een kracht of moment ook bij doorgaande liggers op meer dan drie steunpunten, derde graadskrommen zijn. Verder werd door hem gewezen op een zeer eenvoudige formule om de grootte van de betrekkelijke invloedsoppervlakken te bepalen. Wanneer n.l. in fig. 1, OCBDO een segment der derde graadskromme is, dan is de oppervlakte daarvan:

$$F = 2/3 \cdot p \cdot l \dots\dots\dots (1)$$



wanneer l het abcissenverschil der hoekpunten van het segment is en p de hoogte van het segment, ter plaatse van het *midden der koorde* gemeten evenwijdig aan de Y -as.

Het is echter niet moeilijk om te bewijzen, dat ook de invloedslijnen voor een kracht of moment bij een willekeurig opgelegden of bevestigden doorgaanden ligger, alzoo een ligger, welke aan de uiteinden al dan niet is ingeklemd of ter plaatse van de steunpunten al dan niet vrij of elastisch draaibaar is ondersteund, steeds derde graadskrommen zijn, ook bij ongelijke veldlengten. Hiertoe bedenke men, dat iedere invloedslijn feitelijk niets anders is dan een elastische lijn, welke ontstaan is door de virtueele verschuiving of draaiing eener bepaalde fictieve verbinding, zooals uitvoerig is uiteengezet in No. 6 — 1934 van dit tijdschrift ¹⁾.

In verband met de bekende differentiaalbetrekking tusschen de verdeelde belasting q_x en de zakking y , n.l.:

$$q_x = E \cdot I \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} \dots\dots\dots (2)$$

althans wanneer $E \cdot I = \text{constant}$, heeft men met $q_x = 0$:

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

waarvan de oplossing blijkbaar is:

$$y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d \dots\dots\dots (4)$$

als a , b , c , en d constanten zijn.

Voorts kan nog worden gewezen op het feit, dat door de virtueele verplaatsing der fictieve verbinding, in den ligger steeds buigende momenten ontstaan, welke in ieder veld een *lineair verloop* hebben, zij het dan ook, dat bij elastisch draaibare ondersteuningen, ter plaatse van deze steunpunten (stijlen) als regel momentensprongen optreden ²⁾. In verband met

1) Vreedenburgh, „Bepaling van invloedslijnen met behulp van de methode der fictieve verbindingen”.

2) Vreedenburgh, „Bepaling van invloedsstangenveelhoeken bij portaalsystemen”, dit tijdschrift No. 10 — 1935.

de bekende differentiaalvergelijking der elastische lijn:

$$M_x = -E \cdot I_x \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} \dots\dots\dots (5)$$

is het dus evenzeer duidelijk, dat in ieder gedeelte waar $E \cdot I_x = \text{constant}$, de elastische lijn d.i. hier de invloedslijn, een derde graadskromme wordt, waarvan de algemeene vergelijking door (4) wordt gegeven.

Volledigheidshalve moge de juistheid van form. (1) nog even worden bewezen aan de hand van fig. 1. Blijkbaar kan zonder bezwaar de oorsprong van het assenstelsel in één der hoekpunten van het segment worden gekozen, waardoor de vergelijking der kromme met $d = 0$ wordt:

$$y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x \dots\dots\dots (6)$$

Men heeft dan:

$$\text{Opp. } OCBDO = \text{Opp. } \triangle OAB - \text{Opp. } OABCO = \\ = \frac{1}{2} \cdot l \cdot (a \cdot l^3 + b \cdot l^2 + c \cdot l) -$$

$$- \int_0^l (a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x) \cdot dx =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot a \cdot l^4 + \frac{1}{6} \cdot b \cdot l^3 \dots\dots\dots (7)$$

Verder is:

$$p = CD = \frac{1}{2} \cdot AB - y_x = \frac{1}{2} \cdot l =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot a \cdot l^3 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot l^2 + \frac{1}{2} \cdot c \cdot l - \\ - \left(\frac{1}{8} \cdot a \cdot l^3 + \frac{1}{4} \cdot b \cdot l^2 + \frac{1}{2} \cdot c \cdot l \right) = \\ = \frac{3}{8} \cdot a \cdot l^3 + \frac{1}{4} \cdot b \cdot l^2 \dots\dots\dots (8)$$

Uit (7) en (8) blijkt, dat inderdaad de oppervlakte van het segment gelijk is aan $2/3 \cdot p \cdot l$.

Tenslotte moge er vooral op worden gewezen, dat de formule van Meesters ook een belangrijke vereenvoudiging geeft, wanneer men werkt met *invloedsstangenveelhoeken*. Immers, voor de nauwkeurige bepaling der invloedsoppervlakken behoeft men thans slechts de nauwkeurige ordinaten der invloedslijnen *in de middens der velden* te bepalen, hetgeen zooals bekend is, op eenvoudige wijze grafisch kan geschieden.

Vr.

VARIA.

Planimeters voor snelheids- en watermetingen.

In *Engineering* 1936 Vol CXLI Nos. 3651 en 3653 komt een belangwekkend artikel voor over planimeters voor snelheids- en debietmetingen, waaraan het volgende moge worden ontleend.

Het gebruik van planimeters was voor vele jaren het mechanisch bepalen van integralen van den

vorm $\int y^n \cdot dx$ (waarbij n een positief getal voorstelt),

betrekking hebbende op een diagram in een recht-hoekig coördinatensysteem.

De index $n = 1$ correspondeert met de oppervlakte van de figuur, $n = 2$ met het statisch moment t.o.v.

de x -as, $n = 3$ met het traagheidsmoment en $n = 4$ met het moment van de 4de orde, zooals dit bij den scheepsbouw van beteekenis is.

De instrumenten zijn gebaseerd op de omstandigheid, dat $y^n = l^n \cdot \sin^n \alpha$ ($l = \text{lengte van den voerarm}$ en α de hoek, dien deze maakt met de x -as) kan worden ontleed in termen van sinussen of cosinussen van de hoeken α of machten daarvan 1, 2, 3, n , waardoor de bovengenoemde integraal, indien de index n positief is, mechanisch kan worden verkregen door middel van een samengestelden lineairen planimeter met diverse loopcirkels met tandradoverbrenging 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 n : 1. De bekendste is wel die van Amsler, welke als prototype heeft gediend voor andere.

Den laatsten tijd is echter meer en meer belangstelling ontstaan voor de mechanische bepaling van integralen met gebroken indices van den vorm $\int y^{1/2} \cdot dx$ en $\int y^{3/2} \cdot dx$, zooals deze b.v. voorkomen bij de uitstrooming van gassen, waarbij $v =$

$$= \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{\Delta p}{\gamma}}, \text{ of van vloeistoffen met } v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

(v is de stroomsnelheid, g de versnelling van de zwaartekracht, p het drukverschil aan beide kanten van de opening, γ het specifiek gewicht en h de druk in vloeistofhoogte). Waar de snelheid evenredig is aan den vierkantswortel van het drukverschil, zal het totale gedurende een zeker tijdsverloop doorgestroomde watervolume alzoo een functie zijn van de macht $\frac{1}{2}$ van het drukverlies c.q. de overstorthoogte. Het mechanisch sommeren van den

algemeenen vorm $\int (\Delta p)^{m/2} \cdot dt = \int y^{m/2} \cdot dx$ kan voor het meten van water, stoom, samengeperste lucht, bij venturimeters en meetschotten inderdaad groot gemak opleveren.

$m = 1$ heeft dan betrekking op een pijp of opening, $m = 3$ op een Cipoletti-meetschot en $m = 5$ op een Thomson-meetschot.

Ook hierbij is integratie te bereiken door $y = l \cdot (1 - \cos \alpha)$ te stellen, wanneer α de hoek is, dien de voerstraal van een lengte l met de y -as maakt.

$$y = l \cdot (1 - \cos \alpha) = 2 \cdot l \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}.$$

$$\int y^{m/2} \cdot dx = (2 \cdot l)^{m/2} \cdot \int \sin^m \frac{\alpha}{2} \cdot dx.$$

Hieruit blijkt, dat de laatste vorm kan worden verkregen met een lineairen planimeter, waarvan het integreerend rolletje een uitwijking uit den beginstand heeft van een macht m (1, 3, 5) van $\sin \alpha/2$. De systematische vervolmaking van het Amsler-principe van loopcirkel met tandoverbrenging heeft ter bepaling van de gebroken

indices $\left(\frac{m}{2}\right)$ een geheel nieuwe

serie planimeters, zoowel lineaire als polaire, ten gevolge gehad.

Bij den eenvoudigen vierkantswortel-planimeter, dus ter opmeting

van $\int \sqrt{y} \cdot dx$, is het instrument,

zooals uit figuur 1 blijkt, voorzien van een wagen, loopende in een ingegroefde rail evenwijdig aan de x -as. In begin- en eindstand is de voerarm loodrecht op de x -as en wel met de stift op deze as, terwijl de planimeterstang DE in het verlengde van den voerarm ligt. De ordinaten y worden zoodoende

verkregen in den vorm $y = l \cdot (1 - \cos \alpha)$, waardoor de gewenschte integraal wordt:

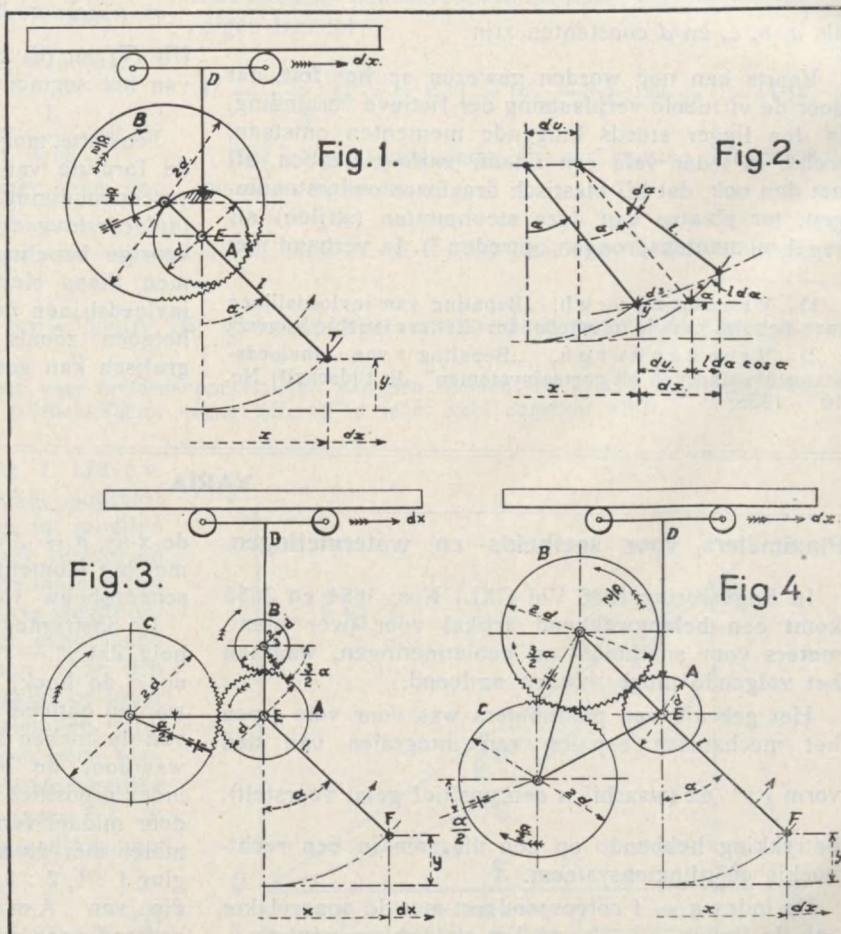
$$\begin{aligned} \int \sqrt{y} \cdot dx &= \int \sqrt{l \cdot (1 - \cos \alpha)} \cdot dx = \\ &= \sqrt{2 \cdot l} \cdot \int \sin \frac{\alpha}{2} \cdot dx \end{aligned}$$

De voerarm heeft op de verbindingsplaats met de stang DE een loopcirkel A van een diameter d en verder op de achterwaartsche verlenging een grooteren cirkel B met een diameter $2 \cdot \alpha$, met de eerste door tandraderen in verbinding, terwijl het eigenlijke integreerend rolletje op de laatste is aangebracht. In de beginpositie ($\alpha = 0$) is dan de as van het rolletje evenwijdig aan de x -as. Bij planimetreezen zal echter het rolletje door den voerarm t.o.v. de vertikale as over een hoek α worden meegenomen, maar aange-

zien tegelijkertijd B zich over een hoek $\frac{\alpha}{2}$ in tegengestelden zin beweegt, zal de absolute draaiing van

het rolletje $\alpha - \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$ t.o.v. de vertikale as bedragen, waardoor de integraal $\int \sin \frac{\alpha}{2} \cdot dx$ wordt verkre-

gen en hiermede op een numerieke constante na de gewenschte uitkomst van den vierkantswortel van



de ordinaten y is bepaald. Evenwel is de sommeer-
ring van de differentiaal $\sin \frac{\alpha}{2} \cdot dx$ niet direct, maar
bestaat dit uit 2 integralen, waarvan er één bij
bepaalde grenzen wegvalt.

Stelt ds in fig. 2 een elementje voor, doorloopen
door de stift van den voerarm bij verplaatsing van
een willekeurig punt (x, α) van het diagram naar een
naburig $(x + dx, \alpha + d\alpha)$, dan kan worden ontbonden
in de horizontale componenten du en $l \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha$
 $dx = du + l \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha$, zoodat

de gewenschte vorm $\int \sqrt{y} \cdot dx$ uiteenvalt in:

$$\begin{aligned} \int \sqrt{y} \cdot dx &= \int \sqrt{2 \cdot l} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot (du + l \cdot d\alpha \cdot \cos \alpha) = \\ &= \sqrt{2 \cdot l} \cdot \int \sin \frac{\alpha}{2} du + \sqrt{2 \cdot l} \cdot l \cdot \int \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha. \end{aligned}$$

De laatste integraal verdwijnt of verkrijgt een constan-
te waarde, indien de voerstraal in denzelfden

hoekstand terugkomt, al naar gelang $\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha_0} \right]$ of

$\left[\int_{\alpha_0}^{\alpha_0 + 2 \cdot \pi} \right]$, waarbij in het laatste geval de voerarm

een volledige rotatie heeft gemaakt. De eerste vorm
 $\int \sin \frac{\alpha}{2} \cdot du$ evenwel wordt door de omwenteling van
het integreerend rolletje exact aangegeven, zoodat
aflezing de correcte waarde aangeeft van den
gewenschten vierkantswortel van de ordinaten.

Bij opmeting wordt de stift van den planimeter op
de nullijn gefixeerd, terwijl voerarm en stang DE in
elkaars verlengde moeten komen. Om nu de vierkants-
wortel-integraal tusschen de begin- en eindordinaat
te verkrijgen, wordt de stift langs de beginordinaat
over de curve en terug langs de eindordinaat weer
naar de nullijn gebracht. Het terugkomen op het
aanvangspunt is niet noodig, aangezien het rolletje
daarbij toch in rust blijft.

Ter vervollediging wordt meestal nog aan den
voerarm een apart rolletje aangebracht ter opmeting
van het oppervlak $\int y \cdot dx$.

Een ander soort planimeter van technische betee-
kenis is die, welke wordt gebruikt voor de bepaling
van de hoeveelheid water, welke over een rechthoekig
meetschot of door een open rechthoekig kanaal
stroomt.

Het verloop van den waterspiegel, dus de water-
diepte boven de kruin van het meetschot dan wel
in het kanaal moet evenwel als functie van den tijd
in diagrammen zijn vastgelegd.

Aangezien, zooals bekend, het debiet per seconde
in evenbedoelde gevallen evenredig kan worden

gesteld met de waterdiepte tot de $3/2$ macht, wordt
in deze gevallen bij $y = l \cdot (1 - \cos \alpha)$

$\int y^{3/2} \cdot dx = \int l^{3/2} \cdot (1 - \cos \alpha)^{3/2} \cdot dx$, zoodat na:

$$(1 - \cos \alpha)^{1/2} = 2^{1/2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \text{ en}$$

$\sin^3 \beta = \frac{1}{4} \cdot \left[-\sin 3\beta + 3 \cdot \sin \beta \right]$ de formule wordt:

$$\begin{aligned} \int y^{3/2} \cdot dx &= l^{3/2} \cdot \frac{2^{3/2}}{4} \cdot \left[-\int \sin \frac{3\alpha}{2} \cdot dx + \right. \\ &\quad \left. + 3 \cdot \int \sin \frac{\alpha}{2} \cdot dx \right] \end{aligned}$$

Hieruit blijkt, dat de gewenschte sommeering kan
worden verkregen met een samengestelden lineairen
planimeter met twee integreerende rolletjes, waarvan
de eene bij verplaatsing van den voerarm over een

hoek α een verdraaiing ondergaat van $\frac{3}{2} \cdot \alpha$ en de

andere van $\frac{\alpha}{2}$, zoodat de aflezingen van beide de
uiteindelijke uitkomst geven.

De planimeter is aangegeven in fig. 3.

De eigenlijke loopcirkels C en B met een diameter
 $2 \cdot d$ en $2/3 \cdot d$, door middel van A met een diameter
 d in beweging gebracht, worden, indien de voerarm
t.o.v. de y -as een uitwijking α ondergaat, over de
hoeken $\frac{\alpha}{2}$ en $\frac{3}{2} \cdot \alpha$ verdraaid.

Een variant hierop geeft fig. 4, waarbij aan het
verlengde van den voerstraal een loopcirkel met een
diameter $2 \cdot d$ is bevestigd en welke in draaiing wordt
gebracht door A (diameter d), terwijl aan B door
middel van tandraden een derde loopcirkel C
(diameter $2 \cdot d$) is verbonden. Een uitwijking van den
voerarm over een hoek α zal C over een hoek $\frac{\alpha}{2}$ doen

wentelen, daarentegen B over $\frac{\alpha}{2}$ in tegengestelde
richting, zoodat de absolute hoekverdraaiing van het

integreerend rolletje B wordt $\alpha - \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$ en die

van C , $\alpha + \frac{\alpha}{2} = \frac{3}{2} \cdot \alpha$, hetgeen de noodzakelijke
waarden zijn voor de bedoelde sommeering.

De uitkomsten van B kunnen zodoende mede
worden gebruikt voor het bepalen van de vierkants-
wortel-integraal van de ordinaten, terwijl in de meeste
gevallen de planimeter alsnog vervolledigd is met een
rolletje voor het meten van de oppervlakte, waar-
mede een combinatie van $\int y^{3/2} \cdot dx$, $\int y^{1/2} \cdot dx$ en
 $\int y \cdot dx$ in een hand is verkregen.

Tenslotte kan worden aangeteekend, dat op dezelfde wijze als bovenbeschreven een instrument te construeeren is voor den index $m = 5/2$, zooals noodig is bij watermeting met een Thomson-meetschot.

Hierbij wordt dan

$$\int y^{5/2} \cdot dx = \int l^{5/2} \cdot (1 - \cos \alpha)^{5/2} \cdot dx, \text{ waarbij voor}$$

$$(1 - \cos \alpha)^{1/2} = 2^{1/2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \text{ en } \beta = \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin^5 \beta = \frac{1}{16} \cdot \left[\sin 5 \beta - 5 \cdot \sin 3 \beta + 10 \cdot \sin \beta \right]$$

de eindformule wordt

$$\int y^{5/2} \cdot dx = l^{5/2} \cdot \frac{2^{5/2}}{16} \cdot \left[\int \sin^5 \frac{\alpha}{2} \cdot dx - 5 \cdot \int \sin^3 \frac{\alpha}{2} \cdot dx + 10 \cdot \int \sin \frac{\alpha}{2} \cdot dx \right],$$

zoodat de planimeter bestaat uit 3 integreerende rollen.

Tenslotte moge worden vermeld, dat de bovenbeschreven planimeters worden vervaardigd door A. J. Amsler & Co. Schaffhausen, Zwitserland.

Gt.

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR”

INHOUD: Foraminifera from the Telisa- and the Lower Palembang-Beds of South Sumatra, door D. van Eek. — Examples of gravitational Tectonogenesis from Central Java, door dr. ir. R. W. van Bemmel en. — Economische Mededeelingen.

Foraminifera from the Telisa- and the Lower Palembang-Beds
of South Sumatra

by

D. VAN EEK, Utrecht.

With 6 figures in text, 13 tables and plate I.

Summary. The author gives a description of the *Lepidocyclines*, *Miogypsines*, and a *Cycloclypeus* from four occurrences in the Residency „Lampongsche Districten”, South Sumatra. A new species *Lepidocyclina* (*Nephro*) *besaiensis* nov. sp. found in both generations is proposed. The other species described are: *Lep.* (*Tryblion*) *martini* Schlumberger, *Lep. pilifera* Scheffen, *Lep.* sp. (B-form), *Cycloclypeus neglectus* Martin var. *transiens* Tan, *Miogypsina borneensis* Tan (A-and B-form), *Miog. indonesiensis* Tan (A-and B-form), and *Miog. musperi* Tan.

The material here described has been collected from the Telisa-beds (Tertiary: upper part of E₅, F₁, and F₂): point A on the Wai Besai, and point B on the Wai Papan; from the Lower Palembang-beds (Tertiary F₃): point C on the Wai Papan, and point D on the Wai Toeloeng Boejoet. Residency Lampongsche Districten, S Sumatra, E corner of the section Toelang Bawang¹⁾.

The collection contains the following fossils:

point A: many thousands *Lepidocyclina* (*Nephro*) *besaiensis* nov. spec. A-form

± 75 *Lepidocyclina* (*Nephro*) *besaiensis* nov. spec. B-form

± 100 *Miogypsina borneensis* Tan A-form

± 100 *Miogypsina borneensis* Tan B-form

5 *Elphidium craticulatum* (Fichtel et Moll)

4 *Gypsina globulus* Reuss

2 *Operculina* spec.

4 small *Gastropoda*

many *Echinoidea* spines

2 *Ostracoda*

20 shark teeth.

point B: ± 75 *Lepidocyclina* (*Tryblion*) *Martini* Schlumb. A-form

10 *Lepidocyclina* spec. B-form

25 *Miogypsina borneensis* Tan A-form

± 50 *Miogypsina indonesiensis* Tan A-form

3 *Miogypsina borneensis* Tan B-form

6 *Cycloclypeus neglectus* var. *transiens* Tan

25 *Operculina* spec.

point C: many *Echinoidea* spines

10 shark teeth

2 small *Gastropoda*

15 *Operculina* spec.

± 300 *Operculina granulosa* Leym. var. *Niasi* Verbeek

± 750 *Miogypsina indonesiensis* Tan A-form

± 75 *Miogypsina indonesiensis* Tan B-form

15 *Miogypsina musperi* Tan A-form

± 175 *Lepidocyclina pilifera* Scheffen A-form

± 300 *Lepidocyclina* spec. B-form

1) See sheet 9 „Gedongratoe” of the geologic map of Sumatra (in print). Point A lies 0,5 km NW from the village Gedongbatin: pt. B 0,8 km W, pt. C 0,8 km, and pt. D 5 km ENE from the crossing of the Wai Papan and the railway.

- point D: 6 *Elphidium crista* Linné
 40 *Miogypsina indonesiensis* Tan A-form
 15 *Miogypsina indonesiensis* B-form
 5 *Lepidocyclus* spec. A-form.

***Lepidocyclus* (Nephele) besaiensis nov. spec.
 (A-form).***

Syn. *Lepidocyclus Morgani* Scheffen (lit. 5, p. 97)
 non Lemoine & Douvillé (lit. 3, p. 17).
 (Tables 1-3; figs. 3-5; Plate I, figs. 1-8).

The material described has been collected by the late Dr. J. van Tuyn. It contains several thousands of individuals. Besides, I had the disposal of the preparations of Scheffen, which derives from the same locality.

The variation of the diameter of a hundred individuals is shown in table 1; the result is a true variation curve. So there is every probability that we have to do here with one species.

In amplification of Scheffen's description a few remarks must be made. Scheffen has not published a horizontal section through the microspherical form of this species. Such a section does not occur in any of his preparations either. He says, however, that he gives a vertical section (fig. 2) through the microspherical form. In reality this is an excentric vertical section through the megaspherical form which has not touched the nucleoconch. This is evident from the form and the place of the pillars which radiate from the centre and are seen in this section as light granuliform spots surrounded by lateral chambers. According to Scheffen the number of A- and B-forms should stand in the relation of 12:1. Fifty preparations I made, all showed a megaspherical nucleoconch. Microspherical specimens with same appearance as the A-form, do not exist in this material. There occurs, however, a larger microspherical form, which may belong to this species (see below *Lep. besaiensis* nov. spec. B-form).

From the material of van Tuyn it appears that the A-form has a collar. This collar is nearly always completely broken. Only about twenty individuals showed the collar in good condition. Also in some preparations of Scheffen there are still some remains of that collar.

Besides the existence of a collar, this *Lepidocyclus* differs from *Lep. Morgani* Lemoine et Douvillé by the number of granules. Lemoine et Douvillé describe (lit. 3, p. 18) that number as follows: „Elle (*Lep. Morgani*) présente cinq ou six grosses pustules dont une généralement centrale ce qui lui donne un aspect tout à fait caractéristique”. Their fig. 12 of plate II, however, shows one central pillar surrounded by 12 pillars, whereas their fig. 4 of the same plate presents no less than 17 pillars. This does not tally with the description.

H. Douvillé describes (lit. 2, p. 80) the number of pillars as follows: „les pustules sont moins nombreuses au nombre de 7 ou 8 disposées régulièrement autour d'une pustule centrale”. The individuals I examined have a number of pillars changing from

4-11 mostly 7 (see table 2). In most cases they are arranged in a circle surrounding one central pillar. So they differ from the figured individuals of *Lepidocyclus Morgani* Lemoine et Douvillé which must be regarded as the type of the species.

Lastly with *Lep. Morgani* Lemoine et Douvillé the median chambers are arranged in circles surrounding the nucleoconch (lit. 3, Pl. III fig. 2), whereas in the fossils I studied these chambers always have a more or less polygonal arrangement (Pl. I, fig. 6).

So it is clear that this form differs from *Lepidocyclus Morgani* Lemoine et Douvillé. Besides, it does not agree with any *Lepidocyclus* described hitherto.

The Nucleoconch. The horizontal section I made of the nucleoconch show a nephelepidine form with a transition to the trybliolepidine form; they have about the same form as Scheffen has figured in his 24 drawings. The variation in the form of the nucleoconch is relatively large.

Note: It is not undesirable to point to a circumstance by which the apparent degree of variation of the nucleoconch in horizontal-median sections must be increased. The plane of the median chambers does not always coincide with the horizontal symmetry-plane of the nucleoconch (fig. 1). Therefore, the obliqueness of the median plane must enlarge the seemingly variation-limit of the form of the nucleoconch in horizontal sections. The plane of the median chambers is not always „plane”, moreover $\angle \alpha$ and $\angle \beta$ consequently may be different; it may even occur that $\angle \alpha$ and $\angle \beta$ are situated at the same side of the symmetry-plane of the nucleoconch (fig. 2). From 37 vertical sections I got the following measurements:

$$\begin{array}{lcl} 32 \text{ times: } \frac{1}{2} (\alpha + \beta) & = & 0-10^\circ \\ 4 \text{ „: } \frac{1}{2} (\alpha + \beta) & = & 10-20^\circ \\ 1 \text{ „: } \frac{1}{2} (\alpha + \beta) & = & 30-40^\circ \end{array}$$

Van der Vlerk, for instance (lit. 9, p. 30), says that of the 253 median sections he made through *Lepidocyclus Rutteni* v. d. Vlerk, 9 sections showed an abnormal nucleoconch. I believe that these 9 median sections may have a median chamber plane, which makes a large angle with the horizontal symmetry-plane of the nucleoconch. His figs. 4f and 4g may be median sections of individuals with $\frac{1}{2} (\alpha + \beta) > 60^\circ$.

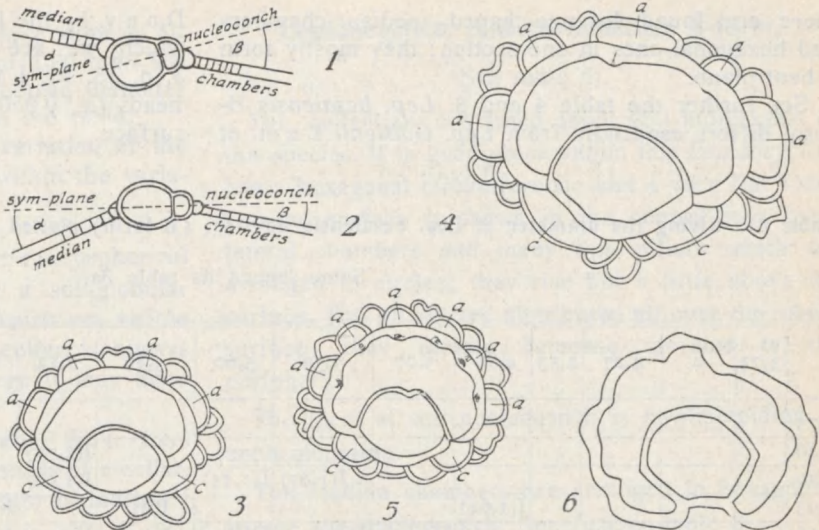
All the median sections of the nucleoconch (fig. 3-5) show 2 chief auxiliary chambers (lit. 7 p. 113) and never have accessorial auxiliary chambers. The number of adjacent auxiliary chambers varies from 4-6. 13 sections showed 8 with 4 (fig. 3), 5 with 5 (fig. 4), and 2 with 6 adjacent-auxiliary chambers (fig. 5).

Further Description. The collar of this *Lepidocyclus* has a polygonal appearance with 6-8 corners. In the direction of the corners the collar is much larger in thickness than between them (see Pl. I, fig. 2). Nearly always the collar is completely broken and we see a discus-shaped trunk with a more or less polygonal circumference. In the horizontal sections we find this polygonality in the arrangement of the median chambers.

Besides lozenge-shaped median chambers, hexagonal ones have been found only in one section. Already at a very young age the median chambers are in advance of growth to the lateral chambers; we see then a little thin collar. In fullgrown animals the innermost parts of the permanent collar are characterized by a sudden increase of the height of the median chambers (see Pl. I, fig. 7).

On the surface we see very distinctly the pillars (Pl. I, fig. 1, 3 and 5), and the walls of the lateral chambers. The pillars have a polygonal form and are surrounded by 6-7 lateral chambers. The pillars radiate from the centre. See further table 3a, 3b and 8.

Variation thickness: diameter. From table 3b we see that the diameter: thickness-variation of the nucleoconch (embryon. app.) chiefly falls within the diameter: thickness-variation of the collarless individuals.



Explanation.

Figs. 1-2: see p. 48.
Figs. 3-5: *Lep. besaiensis* nov. sp. About 58 X. Horizontal sections through the nucleoconch.
a = adjacent auxiliary chambers.
b = chief auxiliary chambers.
Fig. 6: *Lep. (Tryblia) Martrini* Schlumb. 60 X.

Table 1: Variation of the size of *Lep. besaiensis* nov. sp.

Diameter in mm	2,0	2,29	2,57	2,86	3,14	3,43	3,71
Number of specimens	3	15	19	34	19	9	1

Table 2: Variation of the number of pillars with *Lep. besaiensis* nov. sp.

Number of pillars	4	5	6	7	8	9	10	11
Number of specimens	1	7	19	101	30	7	10	1

Table 3a: Showing the diameter of *Lep. besaiensis* nov. sp. plotted against the thickness.

Measurements in mm. The classes of the diameter are represented on the first line, those of the thickness in the first column. Roman ciphers indicate the number of specimens without collar, bold ciphers the number of specimens with collar, and the ciphers in brackets the proportion diameter: thickness in each class.

	1,71	2	2,29	2,57	2,86	3,14	3,43	3,71	4	4,29	4,57	4,86	5,14	5,43
2,86									I(1,4)					
2,57							III(1,33)		I(1,56)					1(2,11)
2,29					I(1,25)	V(1,38)	VI(1,5)	II(1,63)	3(1,75)	2(1,88)	2(2)	5(2,13)		1(2,38)
2				II (1,29)	VII(1,43)	XIII(1,57)	VI(1,71)	I(1,86)		1(2,14)				
							1	1						
1,71			IV(1,33)	XI(1,5)	IX(1,67)	III(1,83)		1 (2,17)						
1,43	I(1,2)	I (1,4)	IX(1,6)	VII(1,8)	I(2)									
1,14	I(1,5)	V(1,75)	II (2)											

Table 3b: Giving the diameter (d) and thickness (t) the nucleoconch in 0,001 mm of *Lep. besaiensis* nov. sp. and the proportion d : t.

d	t	d : t	d	t	d : t	d	t	d : t	d	t	d : t	d	t	d : t
275,5	255	1,1	433,5	331,3	1,31	336,6	244,8	1,38	341,7	229,5	1,49	402,9	244,8	1,65
316,2	275,5	1,13	359	270,1	1,32	369,2	229,5	1,41	290,7	193,8	1,5	428,4	229,5	1,87
408	336,6	1,21	346,8	255	1,36	379,4	265,2	1,42	428,4	285,6	1,5	321,3	163,2	1,97
311,1	244,8	1,27	379,4	275,4	1,37	290,7	204	1,43	384,5	244,8	1,56	459	229,5	2

Lepidocyclina besaiensis nov. spec. B-form.
(Table 4; Pl. I, figs. 9-11).

The collection contained about 75 individuals of this species. These individuals have a very flat discus-form without collar.

On the surface between the lateral chambers about fifty pillars are to be seen. The circumference is more or less polygonal. Here too we find this polygonality in the arrangement of the median chambers around the nucleoconch. Also like the A-form

there are found lozenge-chaped median chambers and hexagonal ones in one section; they mostly form a bent plane.

See further the table 4 and 8. *Lep. besaiensis* B-form differs especially from *Lep. Gallienii* L e m. et D o u v. by the large pillars-heads (0, 300-0, 450 mm) which we see on the surface. *Lep. Gallienii* (lit. 3, p. 15, Pl. I fig. 8 Pl. II fig. 1) has small pillar-heads ($\pm$ 0,050 mm) which are badly visible at the surface.

Table 4: Giving the diameter of *Lep. besaiensis* nov. sp. (B-form) plotted against the thickness.

Same legend as table 3a.

	3,73	4	4,27	4,53	4,80	5,07	5,33	5,60	5,87	6,13	6,40	6,67	6,93	7,20	7,47	7,73	8
3,73																	
3,46										I(1,77)						I(2,23)	
3,20							I(1,67)	I(1,75)		I(1,92)		I(2,08)					
2,93					I(1,64)				I(2)		I(2,18)		I(2,36)			I(2,64)	
2,66			I(1,6)			II(1,9)	III(2)	IV(2,1)	I(2,2)	II(2,3)	I(2,4)						
2,40		I(1,67)				II(2,11)	III(2,22)		III(2,44)								
2,13		I(1,88)	III(2)		I(2,25)		II(2,5)	I(2,63)		I(2,88)	I(3)						
1,87	I(2)		I(2,29)				I(2,86)										
1,60		I(2,5)															

Lepidocyclina (Tryblio) Martini Schlumberger.

(Table 5; fig. 6; Pl. I, figs. 12a, b, and c).

Of the fifty individuals I had at my disposal, only a few ones show a star-form. The other are rolled down in such a manner that only a polygonal trunk (mostly hexagonal) is left. We refind the star-form in the arrangement of the median chambers around the nucleoconch in the horizontal sections. The median chambers are elongated in the direction of the star-points and mostly form 6 rays.

On the surface the large lateral chambers, lying in the central part are striking; to the periphery they rapidly decrease in size. This together with the occurrence of mostly 8 lateral chambers in one vertical row (34 vertical sections showed the following numbers of lateral chambers: 1 with 6, 5 with 7, 20 with 8, 6 with 9, 1 with 10, and 1 with 12 lateral chambers), the thin horizontal walls, and the rectangular lumina of the lateral chambers in vertical section, are the principal characteristics for identification. The median sections show the same polymorphism of the nucleoconch as Miss Caudri (lit. 1, p. 118) figured in her drawings. One of my forms (fig. 6 in text) is very remarkable for showing us a link between the tryblio- and eulepidine form.

The nucleoconch has two chief auxiliary chambers, and 4-5 adjacent auxiliary chambers, but never accessorial auxiliary chambers from the 14 median sections: 7 with 4, and 7 with 5 adjacent auxiliary chambers are present.

See further tables 5 and 8.

This *Lepidocyclina* differs especially from *Lep. Rutteni* forma *globosa* S c h e f f e n by the presence of 6-8 (mostly 6) star-points. *Lep. Rutteni* forma *globosa* has mostly 5 star-points (lit. 6, p. 40, T. X).

Table 5. Showing in the left part the diameter of *Lepidocyclina* (Tryblio) Martini Schlumberger plotted against the thickness, and in the right part the diameter of the nucleoconch.

Left part: Same legend as table 3a.
Right part: measurements in 0, 001 mm. d = diameter, t = thickness of the nucleoconch.

	1,33	1,60	1,87	2,13	2,40	2,67	2,94	3,20	3,33	d	t	d : t	d	t	d : t
1,60										240	160	1,5	375	205	1,83
1,33				I(1,6)						315	205	1,54	425	225	1,89
1,20								II(2,67)		315	205	1,54	255	125	2,04
1,07		V(1,5)	III(1,75)	IV(2)	II(2,25)				I(3,13)	275	175	1,57	360	160	2,25
0,80	XI(1,67)	VIII(2)	VIII(2,33)	II(2,67)						275	175	1,57	390	170	2,29
0,53	X(2,5)	III(3)								350	200	1,75	525	225	2,33
										225	125	1,8	425	175	2,43
										225	125	1,8	425	175	2,43
										225	125	1,8	485	165	2,94
										375	205	1,83	450	150	3

The specimens of Pl. I, figs. 12 b, c show a diameter of 3,20 mm and a thickness of 1,20 mm. We see that they are broken so that the true diameter must have been larger than given in the table.

It appears from table 5 that the variation of the ratio d : t of the nucleoconch falls within the variation of the same ratio of the test.

Together with *Lep. Martini* about ten microspherical individuals were found. They have a sub-globular central part with many little pillars which are visible between the lateral chambers. The collar is always broken, so we do not know how large it may have been.

This lepidocycline differs, especially, from *Lep. Gallienii* L e m. et D o u v. by the presence of a collar. See further table 8, in which the form is indicated with *Lep. sp. B-form* (loc. B).

Lepidocyclina pilifera Scheffen A-form.

(See table 6).

The collection contained about 250 individuals of this species. If in good preservation this *Lepidocyclina* has a hexagonal circumference and a very flat form. On the surface it shows in the central part large lateral chambers and many thin pillars which are arranged in circles; they rise but a little above the surface. The pillars are distributed all over the whole surface; they rapidly decrease in size to the periphery.

The form of the nucleoconch is trybliolepidine or nephrolepidine.

The median chambers are arranged in hexagonals around the nucleoconch. See further table 8.

Table 6. Representing the diameter of *Lepidocyclina pilifera* Scheffen plotted against the thickness, and in the lower corner the measurements of the nucleoconch.

Same legend as table 3a.

	1,33	1,60	1,87	2,13	2,40	2,66	2,93	3,20	3,46	3,73	4	4,27	4,53
1,76												I(2,42)	
1,71													
1,65											I(2,42)		
1,60									I(2,17)	II(2,33)	I(2,5)		I(2,83)
1,55									I(2,24)	I(2,41)			
1,49								I(2,14)	II(2,32)	I(2,5)		I(2,86)	
1,44							I(2,04)	IV(2,22)	I(2,41)	II(2,59)			
1,39								III(2,31)	III(2,5)				
1,33							II(2,2)	IV(2,4)	I(2,6)	I(2,8)			
1,28							I(2,29)		I(2,71)	I(2,92)			
1,23							I(2,39)	I(2,61)					
1,17					I(2,05)	II(2,27)	III(2,5)	II(2,73)					
1,12					I(2,14)	III(2,38)	III(2,62)						
1,07					II(2,25)	III(2,5)	I(2,75)	I(3)					
1,01				I(2,11)	I(2,37)	I(2,63)	I(2,89)						
0,96				I(2,22)	II(2,5)								
0,91			III(2,06)	I(2,35)									
0,85			I(2,19)		I(2,81)								
0,80			III(2,33)	II(2,67)	I(3)								
0,75		II(2,14)	II(2,5)	I(2,86)							nucleoconch		
0,69		III(2,31)	I(2,69)								d	t	d : t
0,64		II(2,5)	I(2,92)								200	145	1,38
0,59	I(2,27)	II(2,73)									280	155	1,81
											325	185	1,76

Lepidocyclina spec. B-form.

(Table 7).

Together with *Lep. pilifera* were found about 300 microspherical individuals. They have a polygonal

form. The central part has a discus-form which slowly passes into a collar. The pillars are distributed over the whole surface; they decrease in size to the periphery. The median chambers are arranged in polygons. See further table 8.

Table 7. Showing the diameter of *Lepidocyclus* sp. B-form (loc. C) plotted against the thickness.

Same legend as Table 3a.

a = 1 ex. without collar measured from a specimen with collar.

	2,13	2,40	2,66	2,93	3,20	3,46	3,73	4	4,27	4,53	4,80	5,07	5,33	5,60	5,87	6,13	6,40	6,93	7,47
3,46															I (1,69)				
3,20													I (1,67)		I (1,83)	I (1,92)	I (2)		
2,93								a (1,36)	a (1,45)				I (1,73)	I (1,82)	I (1,91)	I (2)	I (2,09)	I (2,18)	I (2,55)
2,66									I (1,6)		I (1,8)		I (2)	I (2,1)	I (2,2)			I (2,4)	I (2,8)
2,40					a (1,33)		I (1,56)		I (1,78)		I (2)		I (2,22)	I (2,33)	I (2,44)			I (2,89)	
2,13								I (1,88)	I (2)		I (2,25)	I (2,38)			I (2,75)				
1,87					I (1,71)	I (1,86)		I (2,14)	I (2,29)		I (2,57)	I (2,71)	I (2,86)						
1,60	a (1,33)		I (1,67)		I (2)	I (2,17)	I (2,33)	I (2,5)	I (2,66)	I (2,83)	I (3)	I (3,17)							
1,33	I (1,6)	I (1,8)	I (2)		I (2,4)	I (2,6)	I (2,8)	I (3)	I (3,2)										
1,07	I (2)		I (2,5)																

Tabel 8. Characteristics of the lepidocyclines of Sheet Gedongratoe.

Attributes arranged as in the determination-table of van der Vlerk (lit. 10)	<i>Lep. besaiensis</i> nov. spec. (Nephro-)	<i>Lep. besaiensis</i> nov. spec. (B-form)	<i>Lep. Martini</i> S c h l u m b. (Tryblio-)	Lep. sp. B-form (loc. B)	<i>Lep. pilifera</i> S c h e f f. (Tryblio- or Nephro-)	Lep. sp. B-form (loc. C)	Lep. sp. A-form (loc. D)
1. Horizontal diameter	1½–5½; 3 mm	4–7½ mm	1¼–3¼ mm	2,7–4½ mm	1,5–4,5 mm	2–7,5 mm	2–2,7 mm
2. Thickness	1–2½ mm	2–3¼ mm	½–1,2 mm	1½–3 mm	0,5–1,75 mm	1,25–3,25 mm	0,75–1 mm
3. Hor. diam.: thickness	1½–2,3	1,7–2,5	1½–3½	1,4–1,8	2–3 mm	1,7–3,2 mm	2–2,7 mm
4. Collar	present	absent	6–8 points	present	absent	present	absent
5. Diam. central part	max. 4 mm	—	max. 2,4 mm	2½–3¼ mm	—	max. 4,25 mm	—
6. Diam. collar	max. 1 mm	—	max. 1,3 mm	?	—	max. 2 mm	—
7. Circumference	polygonaal	polygonaal	star	?	hexagonal	polygonaal	polygonaal
8. Pillars; distribution	4–11, see pl. I, fig. 5	± 50; whole surface	whole surface	whole surface	whole surface	whole surface	whole surface
9. „ ; shape	polygonaal	polygonaal	polygonaal	polygonaal	polygonaal	polygonaal	polygonaal
10. „ ; thickness	200–400 μ	300–450 μ	50–150 μ	50–100 μ	125–150 μ	150–200 μ	175 μ
11. Diam. lat. chamb. surface	150–300 μ	± 150 μ	100–225 μ	50–75 μ	200–250 μ	150 μ	200 μ
12. Walls lat. chamb. (hor. sect.)	± 15 μ	15–20 μ	15–25 μ	15 μ	15 μ	20 μ	20 μ
13. Diam. initial chamb.	175–325 μ	—	125–275 μ	—	125–225 μ	—	180–200 μ
14. Diam. nucleoconch.	255–510 μ	—	150–640 μ	—	275–350 μ	—	300–325 μ
15. Wall nucleoconch.	20–40 μ	—	25–60 (30) μ	—	25–40 μ	—	30 μ
16. Arrangement med. chamb.	polygonaal	polygonaal	polygonaal	circular	polygonaal	polygonaal	polygonaal
17. Shape med. chamb.	lozenge & hexagonal	lozenge & hexagonal	lozenge & hexagonal	hexagonal	hex.	hex.	hex.
18. Radial } diam. med.	50 μ	65 μ	60 μ	45 μ	55–45 μ	45–40 μ	50–35 μ
Tangent } chamb.	40 μ	55 μ	50 μ	40 μ	—	—	—
19. Wall med. chamb.	10 μ	10 μ	5–15 μ	8 μ	7,5–10 μ	5–7,5 μ	7,5–10 μ
20. Wall. med.-lat. chamb	15 μ	25 μ	25 μ	30 μ	15–20 μ	15–20 μ	20 μ
21. Vert. thickness in centre periphery	45–60 μ	30 μ	20–50 μ	20 μ	30–35 μ	5–7 μ	35 μ
22. of med. ch. id.	without collar: ± 100 μ with collar: ± 350 μ	165 μ	125 μ	60 μ	60–110 μ	20 μ	50 μ
23. Thickness lat. chamb.	10–40 μ	30 μ	30–60 μ	20–25 μ	30–45 μ	25 μ	20–30 μ
24. Number lat. chamb in vert. row	max. 17	max. 34	5–12 (8)	max. 30	12	20	12
25. Wall lat. ch. in vert. section	20 μ	22 μ	7½–20(10) μ	15–25 μ	15–20 μ	15–20 μ	20 μ

Remarks: Most frequent shapes or sizes are put in italics or in bold type.

Miogypsina borneensis Tan A-form.

(Tables 9 and 10).

The pillars hardly rise above the surface which has a smooth appearance. Sometimes there are small finger-shaped processes on the anti-embryonical side.

Table 9. Size of the nucleoconch of *Miogypsina borneensis* Tan (A-form).

The measurements are in 0,001 mm, and given from specimens from loc. B. I + II means the size of the whole nucleoconch measured along its plane of symmetry,

i. e. across the two chambers of the nucleoconch. I means the breadth of the 1st and II the breadth of the 2nd embryonical chamber, measured vertically to the above plane of symmetry.

	I	II	I + II
Ex. 1	125	130	200
Ex. 2	150	175	225
Ex. 3	140	150	250
Ex. 4	175	215	275

Table 10. Representing the diameter of *Miogypsina borneensis* Tan (A-form) plotted against the thickness. Same legend as Table 3a.

	1,14	1,29	1,43	1,57	1,71	1,86	2	2,14	2,29	2,43	2,57	2,71
0,86							II (2,33)	I (2,5)			I (3)	
0,80						II (2,32)	III (2,5)					I (3,39)
0,74					I (2,31)	I (2,5)	I (2,69)					
0,69				III (2,29)	VI (2,5)	III (2,71)	I (2,92)		I (3,33)			
0,63			I (2,27)	IV (2,5)	III (2,73)	I (2,95)						
0,57		II (2,25)			I (3)							
0,52				I (3,06)	I (3,33)							
0,46	I (2,5)											

***Miogypsina borneensis* Tan B-form.**

(Table 11).

They show small pillars which rise but a little above the surface. Mostly they are folded.

Table 11. Representing the diameter of *Miogypsina borneensis* Tan (B-form) plotted against the thickness.

Same legend as table 3a. Measurements in mm.

	2,93	3,20	3,46	3,73	4	4,27	4,53	4,80	5,07	5,33	5,60	5,87	6,13	6,40
1,60										I (3,33)				
1,49														I (4,29)
1,28					I (3,13)									
1,23							I (3,70)							
1,17				II (3,18)										
1,12			I (3,10)	I (3,33)	I (3,57)	I (3,81)		I (4,29)						
1,07			II (3,25)	II (3,5)		II (4)								
1,01			I (3,42)											
0,96	I (3,06)		I (3,61)											
0,91		II (3,53)	II (3,82)											

***Miogypsina indonesiensis* Tan A-form and *Miog. musperi* Tan A-form.**

(Table 12; Pl. I, figs. 13-19).

It is a pity that the preparations I made, almost never show the stolons. The form of the nepionical (first formed median chambers around the nucleoconch, Tan lit. 8, p. 45) sometimes looks more like a *borneensis*-type (see fig. 13) but they have a more bilateratic symmetry and some of them have a real *indonesiensis*-type (figs. 17-19). The median chambers which are chiefly diamond-shaped, become more hexagonal to the anti-embryonical side.

Many little pillars rise above the surface; therefore this *Miogypsina* looks like a piece of sandpaper. The vertical section shows 5 lateral chambers layers on each side of the median chambers.

These *Miogypsinae* have the form of a triangle with one bent side on the anti-embryonical side. This bent side sometimes shows very minute protuberances which in a 15 cases became so large that they show the form of *Miog. musperi*. Some exemplars have a heart-form.

The size of the nucleoconch is : I : $\pm 0,15$ mm; II : $\pm 0,20$ mm; I + II : $\pm 0,25$ mm. (The meaning of I, II and I + II is given in the legend of table 9).

Table 12 Diameter of *Miogypsina indonesiensis* Tan and *Miog. musperi* Tan plotted against the thickness.

Measurements in mm. Roman ciphers indicate the number of *Miog. indonesiensis* Tan and bold ciphers the number of *Miog. musperi* Tan in the respective classes. The ratio of the diameter: thickness is given in brackets. For the meaning of the first line and first column see the legend of table 3a.

	I,20	I,33	I,47	I,60	I,73	I,87	2	2,13	2,27	2,40
I,07										
I,01							I (1,97)			
0,96								II, 1, (2,22)		
0,91							I, 1, (2,21)	II (2,35)		I (2,65)
0,85						I, 1, (2,19)	I (2,34)	I (2,5)		I (2,81)
0,80					I (2,17)	I, 1, (2,33)	II (2,5)	III, 1, (2,67)		I (3)
0,75					I, 1, (2,32)	V, 1, (2,5)	IV (2,68)	II (2,86)		
0,69				II (2,31)	VII (2,5)	IX (2,69)	III (2,88)	II (3,08)	I (3,27)	
0,64				V (2,5)	IX (2,71)	V (2,92)	II (3,13)	II (3,33)	I (3,54)	
0,59		I (2,27)		VII (2,73)	II (2,95)	I (3,18)				
0,53		I (2,5)	IV (2,75)	V (3)	II (3,25)	II (3,5)				
0,48		I (2,78)	III (3,06)	I (3,33)						
0,43		II (3,13)	II (3,44)							
0,37	I (3,21)	I (3,57)								

Miogypsina indonesiensis Tan B-form.

(Table 13).

They are never folded but sometimes show little

finger-shaped protuberances on the anti-embryonical side. The pillars are large ($\pm$ 0,425 mm) and rise above the surface. In vertical section they show 5 lateral chambers-layers.

Table 13. Diameter of *Miogypsina indonesiensis* Tan (B-form) plotted against the thickness.

Same legend as table 3a.

	2,40	2,66	2,93	3,20	3,46	3,73	4	4,27	4,53	4,80
I,60								I (2,66)	I (2,83)	
I,55										
I,49							I (2,68)			
I,44						I (2,59)		I (2,96)		I (3,33)
I,39						I (2,69)	I (2,88)			
I,33						I (2,8)	I (3)			
I,28										
I,23				I (2,61)	I (2,83)	I (3,04)	I (3,26)			
I,17			I (2,5)	I (2,73)	II (2,95)	I (3,18)				
I,12		I (2,38)	I (2,62)	II (2,86)	II (3,10)					
I,07			II (2,75)		I (3,25)	I (3,5)				
I,01		I (2,63)		I (3,16)						
0,96	I (2,5)	III (2,78)	I (3,06)	I (3,33)						
0,91										
0,86			I (3,44)							

Cyclocypeus neglectus Martin var. transiens Tan.

As the sections do not show all the heterosteginoid-rings, we only can say that there are at least 6 rings and it is very likely that there are more. The first three embryonic chambers are of the *neglectus*-type.

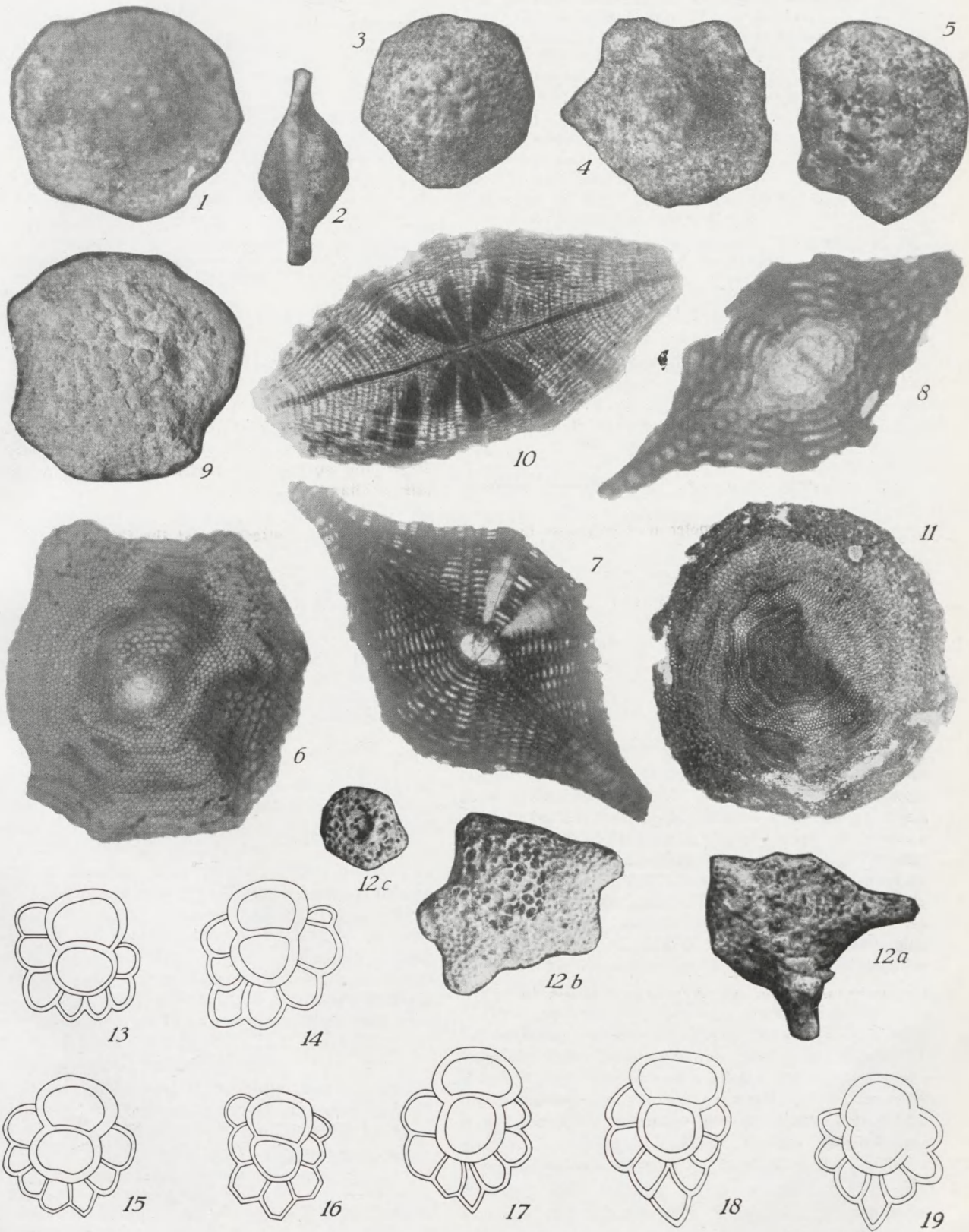
The individuals have a diameter of 3 mm., and have but one annulus.

One of the individuals I sectioned was microspherical.

Literature:

1. C. M. B. Caudri, Tertiary Deposits of Soemba. 1934.
2. H. Douvillé, Révision des Lépidocyclines. Mém. Soc. Géol. de France. Nouv. Série T. I, No. 2, 1924.

3. P. Lemoine & R. Douvillé, Sur le genre *Lepidocyclina* G ü m b e l. Mém. de la Soc. Géol. de France. Paléontologie T. 12 fasc. 2 mém. 32, 1904.
4. L. Rutten, Studien über Foraminiferen aus Ost-Asien. Samml. Geol. Reichsmuseum Leiden. 1st ser. vol. IX, pp. 201-217, pl. XII, 1914.
5. W. Scheffen, Zur Lepidocyclinen-Bestimmung. De Mijningenieur 1932, p. 97-99.
6. ———, Ostindische Lepidocyclinen I. Teil. Wet. Med. No. 21. 1932.
7. Tan Sin Hok, Die peri-embryonalen Äquatorialkammern bei einigen Orbitoiden. Ing. Ned. Indië, 2e Jrg. 1935.
8. ———, Zur Kenntnis der Miogypsiniden. Ing. in Ned. Indië, 3e Jrg. 1936.
9. J. H. F. Umbgrove, Neogene Foraminiferen van de Soengei Beboeloe, Pasir (Zuidoost-Borneo). Wet. Med. No. 5, 1926, pp. 28-41.



10. I. M. van der Vlerk, Foraminiferen uit het Tertiair van Java. Wet. Med. No. 1, pp. 16-35, 1934.
11. ———, Het Genus *Lepidocyclina* in het Indopacifische Gebied. Wet. Med. No. 8.
12. ———, Groote Foraminiferen van N. O. Borneo. Wet. Med. No. 9, pp. 4-44, 1929.

Explanation of Plate I ²⁾.

Figs. 1-8: *Lepidocyclina (Nephro) besaiensis* nov. spec. A-form.

Fig. 1: fullgrown individual with collar. 9 ×.

Fig. 2: vertical view of fig. 1, showing that the collar is larger in thickness in the corners of the polygon than between them. 8 ×.

Fig. 3: individual with broken collar. 7½ ×.

2) The material for this paper has been deposited in the Museum of the Geological Laboratory of the „Dienst van den Mijnbouw” Bandoeng, Java,

Fig. 4: showing a narrow very polygonal collar. 7½ ×.

Fig. 5: broken individual showing very well the pillars arranged in a circle surrounding one central pillar. 11 ×.

Fig. 6: horizontal section through a fullgrown individual with collar. 17 ×.

Fig. 7: vertical section through a fullgrown individual with collar. 20 ×.

Fig. 8: vertical section through a very young individual with collar. 50 ×.

Figs. 9-11: *Lepidocyclina besaiensis* nov. spec. B-form.

Fig. 9: showing very well the pillars. 5½ ×.

Fig. 10: vertical section. 16 ×.

Fig. 11: horizontal section. 10 ×.

Figs. 12a, b, c: *Lepidocyclina (Tryblia) Martini* Schlumberger. 11 ×.

Figs. 13-19: *Miogypsina indonesiensis* Tan from loc. C. Nucleoconchs and nepionical spirals. About 75 ×.

Examples of Gravitational Tectogenesis from Central Java

by

dr. ir. R. W. VAN BEMMELEN,

geologist of the Geological Survey of the Netherlands-Indies.

With 4 figures and 1 Table.

Contents:	§ 1 Introduction.
	§ 2 Stratigraphy.
	§ 3 Tectonic History.
	a) The Upper Miocene Tectogenesis.
	b) The post-Pliocene Tectogenesis.
	c) The Holocene Tectogenesis.
	§ 4 Conclusion.
	§ 5 Literature References.

§ 1. Introduction.

Gravitational tectogenesis means the forming of tectonic structures (folding, thrusting, overthrusting, and also faulting) by the omnipresent massforce of gravity. Gravitational tectogenesis is a reaction to vertical movements of the earth's crust (undations). These undations cause gravitational stress-gradients in the upper crustal material: uplifted regions have the tendency to spread, subsided regions to be compressed and on the slope of the undations sliding phenomena may occur. This is the bicausal interpretation of orogeny, primary and secondary tectogenesis in the sense of Haarmann, 1930 (see also van Bemmelen, 1931: „The bicausality of diastrophism, undation and gliding”).

In 1932, 1934a, and 1935a the present author applied this principle of bicausal interpretation of diastrophism to Southern Sumatra. In 1934b he gave an example of gravitational tectogenesis from Western Java (Bandoeng ¹⁾ region ²⁾ (see fig. 1 and

2). Its simplicity and clearness make the Bandoeng region a standard example of gravitational tectogenesis for Java. Further field work carried out in Java gave the author the opinion that the principle of gravitational tectogenesis was of general importance for the mountain-building of Java during Tertiary and Quarternary times. This will be demonstrated in this paper on the basis of the geology of a region in central Java (sheet 66, Karangobar, of the geological map 1 : 100 000 of Java) which was surveyed by the author in 1933-34 and published in 1937 (see fig. 1).

The „secondary” tectonic phenomena in this Karangobar region of central Java are far more complex than those of the Bandoeng region of Western Java, but they are all the more impressive, therefore, and prove that gravitational tectogenesis is not merely a more or less obvious, adventitious process in mountain-building. In the Karangobar region *all* the phenomena of folding, thrusting, overthrusting, and faulting which occurred during the Tertiary and Quarternary orogenetic phases and which represent the normal type of deformations in this part of the Soenda Mountain-system, are probably the result of gravitational tectogenesis.

1) Pronounce Netherlandish „oe” as English “oo” in food.

2) Sheet 36 (Bandoeng) of the geological map 1 : 100 000 of Java, surveyed by the author in 1932 and published in 1934.

The spreading of the material of uplifted regions need not cause „gaping fissures”, as critics might put forward on the basis of theoretical considerations; this effect can be attained by normal (tensional) faulting or semiplastic spreading (see e.g. Bain, 1931). This spreading however will promote the ascent of magma in the axial zone (see van Bemmelen, „On the character of the young tertiary ore veins in the volcanic inner arc of the Sunda-Mountain-system,” 1935 and „Notes on the cause and the mechanism of igneous intrusion, with some Scottish examples”, 1937).

Another frequently occurring misunderstanding of the ways of gravitational settling is the opinion that these movements should be the direct reaction to the *inclination* of the slopes of the undations. Such sliding, however, will only occur, when highly plastic sediments are lying on the steep slopes formed by more rigid crustal material (earth-slides), but these cases are exceptional results of gravitational settling. The stress-gradients caused by differences of level not only affect the superficial skin of the slopes, but they pass through the whole crust, so that also the lower strata and the core of the undulatory uplifts will undergo gravitational stresses.

It depends on the amount of the deviator (generated by the differences of surface-level) in connection with the mechanical properties of the stressed

materials, where (i.e. at what depth), how and at what rate they will yield. In lower crustal regions too the temperature and the physico-chemical agitation by magmatic or migmatitic processes are of great importance for the progress of the deformation.

We must first of all free ourselves from the preconceived opinion that considerable stresses are necessary to produce tectonical deformations and that these stresses must exceed high stress-limits. For the extremely slow progress of tectonic deformation much smaller forces are sufficient than those which have been determined by laboratory experiments, where the energy supply is much greater than during the tectogenesis and where the speed of the deformation has always an anthropomorphic magnitude. We must distinguish between plastic flow (*sensu stricto*) which has a distinct stress-limit and tough or „elastico-viscous” (Jeffreys, 1935) flow which has no real stress-limit or strength and depends only on the viscosity of the material. This tough flow may take place in amorphous as well as in crystalline material.

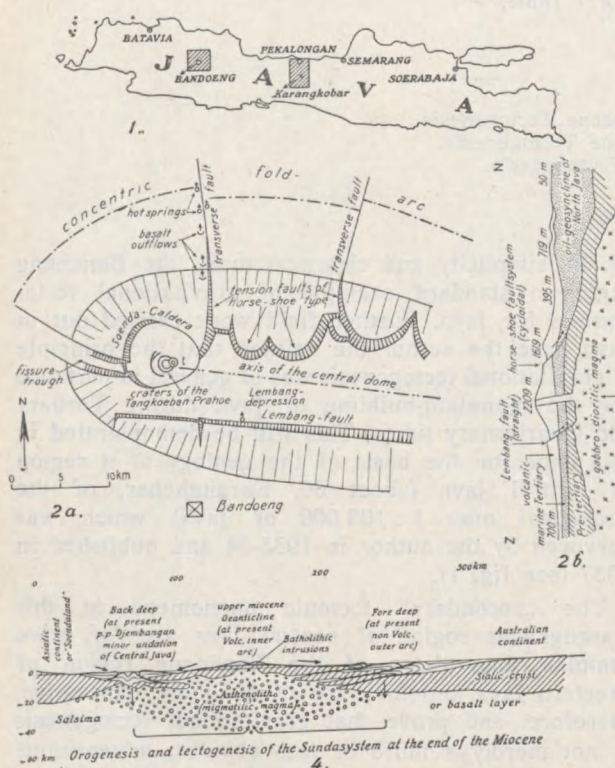
For the mathematical analysis of the mechanical side of the problem of tectogenesis we refer to the papers of Kienow (1933), van Bemmelen & Berlage (1934) and van Bemmelen (this Journal 1937). In this paper only the geological side of the problem will be demonstrated on the basis of exact examples from Central Java.

It will not do to be dogmatically biased and maintain that the stress-gradients produced by gravitation are generally too small to be able to produce tectonical deformations and to accept some hypothetical force as *Deus ex machina* to explain the observed facts. First of all we have to answer the question: „Did gravitational stress-gradients exist during the tectogenesis (tectonic structure-building) and did they have the same direction as the observed deformations?” If this was probably the case, why should we assume other forces?

Let us study the earth and trust its answer. The objections against gravitational tectogenesis often have the same character as those put forward against alpine overthrust sheets at the beginning of this century, when prominent geologists said that they did not understand *how* these overthrusts could originate, so they did not believe they really existed. The answer was: „Come to the Alps and convince yourself.”

In this case we are in a less favourable position, because our problem concerns the mechanics and kinetics of the process of deformation itself and not the structural final result. Only for active processes of tectogenesis may we hope to be able to give some exact data for the coexisting gravitational stress gradients and the rate of the movements.

Such active tectogenetic processes do, however, really exist in the Soenda Mountainsystem. So we may hope that this mountain system in the future will become the standard for the principle of gravitational tectogenesis such as the Alps are, nowadays, the classical example of overthrust sheets.



Explanation of figs. 1, 2, and 4.

1. Map of Java indicating the situation of the Bandoeng- and Karangkoobar region.

2a. Schematic map, 2b section of the Bandoeng region.

4. Schematic section across the Sunda-mountain-system in Miocene times.

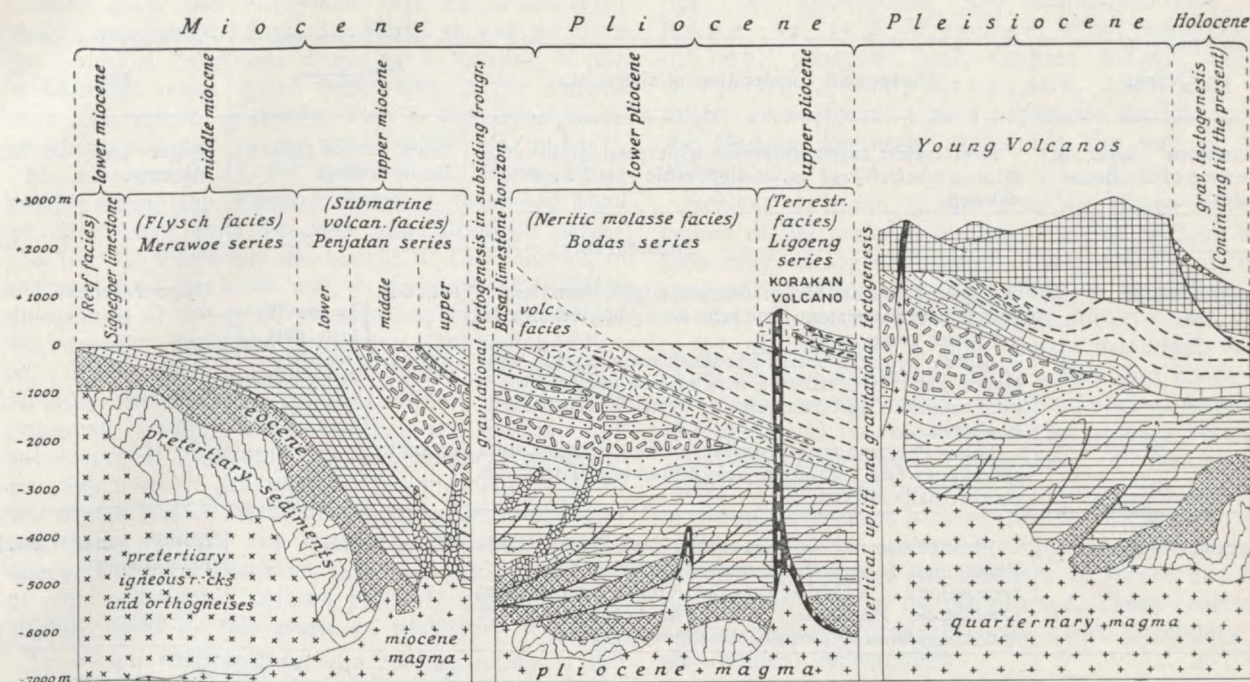


Fig. 3. Schematic representation of sedimentation, vulcanism, and tectogenesis of the Karangobar region.

§ 2. Stratigraphy.

Before analysing the mechanics of the structure description of the stratigraphical events. These have building in this region we must first give a short been summarised in table 1 and figure 3.

Table 1. Stratigraphy of the Karangobar Region (Central Java).

Name	Facies and composition of the strata.	Thickness	Age
Alluvial deposits.	Sands, clays and conglomerates of the plain of Northern Java; coarse conglomerates of the river delta(s) on the North foot of the Djembangan Mountainrange; coarse debris at the feet of the fault cliffs; marshes on the tilted blocks of the Djembangan Mountains.	Variable.	Holocene.
Young Volcanic formations	Volcanoes of the Djembangan Mountainrange and their mantles spreading to the Serajoe-depression and to the Northcoast of Java.	Variable. Up to more than 2000 m in the Djemb. Mts.	Pleistocene.
Unconformity			
Ligoeng series.	Terrestrial sediments with peaty browncoal lenses and augite-hornblende-andesitic breccias of the Korakan volcano.	Several hundred meters.	Upper Pliocene (and Lower Pleistocene?).
Bodas series.	(Younger) molasse facies; marine neritic marly clays, tuffisandstones (augite-hornblende-andesitic), polymixed conglomerates with components of the Miocene, Eocene and older series of the Lokoelah region in the South (Sheet 67, Bandjarnegara, of the Geol. Map 1:100 000, surveyed by Harloff). From the region in the Southwestern part of our map Oostingh determined 79 mollusc species of which 52% are still recent (typical is <i>Solariella amblygoniata</i> Cossman); from the region on the Eastern side of our map (Penocoeapan) Oostingh determined 14 mollusc species, among which <i>Lyria Edwardsi</i> (d'Archiac) which is typical for the Upper Miocene in British India.	Marine Bodas series in the Southwestern part of the map: 2500—3000 m.	Lower Pliocene and upper part of the Miocene.
	Volcanic facies: the marine molasse facies laterally changes into augite-hyperstene-andesitic breccias and lava layers belonging to the mantles of the Pliocene volcanoes.	Volcanic Bodas series: ca. 1000 m.	

Name	Facies and composition of the strata	Thickness	Age
Limestone layer at the base of the Bodas series.	Reef facies: marly limestone with quartzgrains containing <i>Cycloclypeus</i> sp. and sporadic small <i>Lepidocyclina</i> sp.	Some tens of meters. Partly failing.	Upper part of the Miocene.
Unconformity			
Penjatan series.	Upper Penjatan series: Marine augite-hornblende-andesitic tuffsandstones and tufaceous <i>globigerinamarls</i>; no quartz components. Middle Penjatan series: Predominantly basaltic lava-layers and sills alternating with marine tuffsandstones and tufaceous <i>globigerinamarls</i>; partly hydrothermally altered. Lower Penjatan series: Marine volcanic breccias, tuff-sandstones and tufaceous <i>globigerinamarls</i>. Partly hydrothermally altered.	800 m 2000 m 1200 m In the Western part of the map. Diminishing towards the East.	Upper Miocene.
Merawoe series.	Flysch facies: <i>Globigerinamarls</i> , shales, marly tuff-sandstones, foraminifera limestone layers and some intercalations of andesitic breccias. Guide foraminifera: <i>Cycloclypeus Annulatus</i> Martin, <i>Lepidocyclina</i> sp. and <i>Miogypsina</i> sp.; locally also <i>Spirocllypeus</i> sp.	Considerable.	Middle and Lower Miocene.
Sigoe-goer limestone.	Reef facies: base of the Merawoe series in the Sigoe-goer thrust-mass. Guide foraminifera: <i>Spirocllypeus</i> sp., <i>Miogypsinoidea</i> sp., <i>Eulepidina</i> sp.	Some hundreds of meters.	Lower Miocene.
Unconformity			
Eocene series.	(Older) molasse facies: polymixed coarse conglomerates, tufaceous marls, quartzsandstones, limestones. Guide foraminifera: <i>Cammerina</i> sp., <i>Discocyclina</i> sp., <i>Pelatispira</i> sp., <i>Flosculina</i> sp.	Base Unknown. At least several hundreds of meters.	Eocene.

§ 3 Tectonic History: (see fig. 3 and plate).

Between the Eocene and the Miocene lies a hiatus in the sedimental succession indicating the oldest perceptible phase of diastrophism in this region. About this oldest phase, however, little can be said for lack of exposures.

But there are three younger tectogenetic (=structure-building) phases in this region, the effects of which can be studied in the field:

- An Upper Miocene tectogenetic phase after the formation of the Merawoe-Penjatan series and before the sedimentation of the Bodas series.
- A post-Pliocene tectogenetic phase between the formation of the Bodas — Ligoeng series and the young volcanic deposits.
- A Holocene tectogenetic phase after the Pleistocene vulcanism continuing till the present.

The youngest, Holocene, phase of tectogenesis has a clear gravitational character. This can also be demonstrated on the basis of the local circumstances for the post-Pliocene phase. During the Upper Miocene tectogenesis more widespread ultra-regional stresses must have been active. For the folding and overthrusting movements of this phase some hypothetical tectonical force which affected the whole crust, has been generally accepted. But comparing the structural effects of this phase with those of the younger ones, it would be very inconsistent with the actualistic principle to assume a type of forces for the Miocene phase of folding and thrusting other than

for the post-Pliocene and Holocene phases of folding and thrusting.

In the following we shall describe these three phases of tectogenesis in the Karangobar region and their relations with the coëxisting paleo-orographic situations which caused the gravitational stress-gradients.

a) The Upper Miocene tectogenesis:

The Miocene deposits attain a total thickness of about 5000 m. At the end of this period of primary tectogenetic subsidence a secondary tectogenetic revolution took place: in the South-eastern part of the map wedges or sheets of Eocene series were thrust over strongly folded Merawoe Flysch from South to North (see block VI); in the blocks II, IV and V the wedges of Eocene series seem, however, to have been pushed from North to South.

Such convergency of thrustfaults is also a common structural feature of Southern California, e.g. on both sides of the Santa Clara —, the Santa Ynez — and the Guyama-valley, (see Reed & Hollister, 1936).

A similar phenomenon has been observed in Java farther Eastward, where the Kendeng Hills, South of the connecting line between Semarang and Soerabaja, are pushed from South to North and the Neogenic series North of this connecting line generally moved from North to South. This connecting line between Semarang and Soerabaja probably indicates the central axis of maximum subsidence of the oiltrough of Eastern Java.

This gives the impression that the thrusting of the Eocene wedges from the North as well as from the South is the result of sliding or settling of the sedimental series from both sides to the deepest part of a subsiding trough. This is the principle of „Volltroggleitung” in the sense of Haarmann³⁾. The subsidence of the rather small Karangobar trough during the Miocene caused a downward bend of the older strata (Eocene and Merawoe series, see fig. 3). Moreover, the weight of the columns in the centre of the basin and to the sides of it differ on account of the relatively small specific density of the freshly deposited sediments. The combination of these factors causes internal gravitational stresses and a rather labile situation, loaded with potential energy. Finally the primary evolution by subsidence is interrupted by a secondary tectogenetic revolution of gravitational settling. The sides of the trough collapse and wedges of sedimental series are thrust towards the centre of maximum subsidence. The rigid Penjatan basalt volcano on the top of the sedimental column probably has been only slightly tilted by this phase of secondary tectonics.

It is not sufficient for the reconstruction of the stress-gradient which caused this phase of gravitational tectogenesis to take into account only the local situation of a subsiding trough. The coëxisting stress-gradients are also influenced by the orographic situation of the surrounding regions. In this connection the following observations are of importance. During this Miocene phase of primary subsidence and secondary gravitational settling of the Karangobar region of Northern Java, the Southern part of Java was lifted up and intruded by plutonic rocks⁴⁾. The Southern part of Java formed during the Upper Miocene diastrophism a geanticlinal ridge with plutonic (batholithic) intrusions.

In connection with this orogenic phase, it is further of importance that it can also be traced in the outer arc of the Soenda Mountain system which showed overthrusting centrifugally away from this Upper Miocene geanticlinal ridge of the inner arc (See in this connection the papers of the author in the Geol. Rundschau 1935 and in this Journal 1937).

Viewing these observations on the effects of the Upper Miocene orogeny (intrusions and geanticlinal uplift in the central zone, folding and overthrusting on both sides of this central zone and verging away from it) in combination with the modern conceptions on the origin of the pacific magmas (by differentiation in grand style of parental olivine-basalt-magma or so-called salsima and its contamination

tion by assimilation and migmatitisation; see Kennedy, 1933; Wegman, 1935; van Bemmelen, Glasgow 1937, (written autumn 1935); Rittmann, 1936; Backlund, 1936; etc.) we might give figure 4 as a schematic section across the Soenda Mountain system at the end of the Miocene⁵⁾.

Special attention is drawn to the closed circular course of the material (as the result of primary and secondary tectogenetic mass displacements) in this conception: the hydrostatic welling up or arching up of the central zone by the asthenolith causes concourse of salsima to this zone in the depth. As a result of this subcrustal magma flow the zones on both sides of the central geanticline must subside. These vertical movements are the primary tectogenetic or epeirogenic movements of the earth's surface. The primary vertical movements and the resulting differences of level create a field of stress-gradients in the crust: the uplifted central geanticlinal regions have the tendency to spread and the subsided troughs to be compressed. These reactions to the primary tectogenesis are called secondary or gravitational tectogenesis.

The Upper Miocene diastrophism may be considered as the most important orogenic phase of the Soenda Mountain system; it had the most extensive field of stress-gradients. It has been necessary, therefore, to discuss some general geotectonic features of this mountain system, in order to demonstrate the connection existing in Upper Miocene times between the secondary tectogenesis in the Karangobar region with the paleo-orographic situation.

The thickening of the geosynclinal sedimental series by the Upper Miocene tectogenesis caused a very short period of regression of the sea; sedimentation set in again at the end of the Miocene (Bodas series). This Upper Miocene revolution was only an interruption of a continued process of (epeirogenic) geosynclinal subsidence.

This observation is quite in accordance with observations in Southern California, which region is in many respects geologically comparable with the Soenda Mountain system. E. g. Hollister & Reed write with regard to the folding in the mountains to the East and West of the Los Angeles basin (1936, p. 1590): „The Youngest folded beds in each case are „Topanga”; that is, at least as young as lower Middle Miocene and in all probability younger. The oldest beds above the discordant contact are in each case lower Upper Miocene. There is thus reason to suspect that the disturbance was very shortlived; in fact that it may have run its entire course in less time than that represented by an average foraminiferal zone. If the Miocene epoch is assumed to have lasted 15 million years or thereabout the post Topanga orogeny may have lasted only a few hundred thousand years, or perhaps less”.

3) Another possible but, in view of the aforesaid, exact examples of Eastern Java and Southern California, less probable explanation would be that the Sigoeoer- and Kalibongbong-wedges (see blocks II, IV and V) are the frontal parts of a large overthrust sheet (c.q. the Worowari Nappe, see block VI) coming from the South, with an overlap of at least 25 km.

4) Quartzdiorites of sheet No. 14, Bajah, surveyed by Koolhoven, and gabbrodiorites of sheet No. 67, Bandjarnegara, surveyed by Harloff, which lies directly South of the Karangobar region.

5) A petrological study by the author on the chemistry and differentiation of the igneous rocks of the Karangobar region will follow shortly in this Journal.

• b) The Lower Pleistocene tectogenesis:

In contrast with the former orogenic phase this Lower Pleistocene phase of structure building was more of local significance.

In the South-western part of the Karangobar region the Upper Miocene — Pliocene marine Molasse (Bodas series) attained a thickness of ca. 3000 m (see block No. I). The Pliocene volcanoes, represented by the volcanic facies of the Bodas series in the Sikoenang and Maoeng ridges, rose, however, above the Pliocene sea level. The end of the Pliocene cycle of sedimentation showed also a terrestrial facies (Ligoeng series) (See fig. 3).

Estimating the duration of this Miocene-Pliocene period of subsidence of the Karangobar trough at 5 — 15 million years and the total thickness of the sedimental strata at 5 or 8 thousand meters, the rate of subsidence must have had an average of ca. one millimeter per year (= 1000 m per one million years) or even less. This subsidence, therefore, had the character of a quiet epeirogenic evolution. These vertical movements of the earth's surface differ from those of more „stable” areas in this way only that the sense was the same during a prolonged time of many million years.

After this Miocene-Pliocene period of geosynclinal evolution, that part of the geosyncline which subsided to the greatest depth (as indicated for instance by the convergency of the Upper Miocene thrust masses), was then arched up together with its full load of many thousands of meters of freshly deposited, plastic sediments. This uplift took place between the Upper Pliocene or Plio-Pleistocene Ligoeng series and the forming of the Pleistocene volcanoes. We may estimate the amount of this uplift at many thousands of meters, taking into account the lowering of its height by the accompanying secondary spreading by gravitational tectogenesis described in the following pages.

The duration of this uplifting period cannot have taken up more than a few hundred thousand of years. The rate of uplift must, therefore, have been about 1 cm per year. This is quite in accordance with data obtained in other regions by repeated precise levelling (Alps, Fennoscandia, Japan).

This uplifting movement had already another order of speed than the geosynclinal subsidence: Stille and others however, still reckon them in the primary epeirogenic class of earth crust deformations („Spezial Undationen”). As we shall see later on this „Synorogenic” undation has been accompanied by secondary gravitational reactions which attained a speed of some tens of cm pro year, and they have, therefore, a clear revolutionary character.

This geanticlinal arch which arose from the gesynclinal trough of Northern Java, has a width of 20 — 25 km. We will call this arch the „Djembangan (minor) undation”. It is bordered by the Serajoe depression to the South and the coastal plain of Java to the North.

The rigid layer of volcanic Bodas-breccias which covers the Merawoe Flysch in the Eastern part of the arch (see block VI) burst open during this up-

doming, causing the typically tilted Bodas-blocks and normal faults in this Eastward pitching part of the Djembangan undation.

In the Western and Central part of the Djembangan undation very striking gravitational reactions to this vertical uplift occurred.

We will start with the description of block No. I. Here the rigid basalt volcano of the Middle Penjatan series which had been only slightly tilted during the Upper Miocene tectogenetic phase, now got an inclination of about 45° on the Southerly slope of the Djembangan undation. The plastic Upper Penjatan series and the Bodas Molasse slid down along this slope and along intercalated rigid breccia- and limestone-layers of the Bodas series. Just above these rigid layers typical dragfolds verging towards the Serajoe depression, can be observed in the more plastic sedimental layers.

In consequence of this Soutward sliding the Bodas and Ligoeng series have been compressed and folded about 5 km farther South, where the slope of the Djembangan undation is bordered by the Serajoe depression (see block No. I and section A — B of the map).

This folding of the Bodas and Ligoeng series in the South-western part of the map evidently has the character of gravitational tectogenesis: it disappeared from the top of the undation by the combined effect of erosion and spreading, slid down along the slope of the undation and was compressed at the foot of the versant, where this is limited by the Serajoe depression. This gravitational tectogenesis has the character of „Freigleitung” in the sense of Haarmann, or gravity collapse movements in the sense of Harrison & Falcon.

In accordance with this folding of the Pliocene series at the Southern foot of the undation the folds in the Bodas series at the Northern foot (see map and section A—B) are probably also of gravitational origin. Here, however, the Tertiary series are mostly covered by the younger volcanic formations, so that no closer data can be obtained.

Let us trace the effects of the uplifting of the Djembangan undation upon the tectonic structures of the Pliocene series farther Eastward along its Southern versant. Here the situation is less obscured by the younger volcanic formations. It appears that the fold in the Pliocene series (Block No. I) rapidly dies out in Block No. II and III in consequence of the presence of the solid andesitic neck of the Korakan volcano, which obstructed the sliding down of the sedimental masses. Moreover, the facies of the plastic marine Molasse series changes laterally in this direction into the more rigid volcanic facies of the Bodas series.

Instead of this folding of the Pliocene series, however, another very remarkable gravitational phenomena developed in the Merawoe Flysch which forms the core of the Djembangan undation: it can be observed in the North-western part of the map that this Flysch spread unobstructedly to the Northern coastal plain; on the Southern side of the Djembangan undation, however, this tendency of lateral spreading of the Merawoe core was hindered by the

Penjatan basalt volcano (in the blocks Nos. I, II and III) and by the rigid covering plate of volcanic Bodas breccias (Blocks Nos. IV, V and VI)⁶⁾.

The Penjatan basalt layers become Eastward less numerous and the resistance of this obstacle, therefore, diminishes in this direction. As indicated in Blocks II and III the Merawoe Flysch thrusts from the geanticlinal axis Southward against the Penjatan series which get more and more upturned and even overturned (Block No. III). Finally in Blocks IV and V of the tectonogram this obstacle is overridden by the Merawoe Flysch; moreover, the Merawoe Series not only overflows the Penjatan series but has also broken through the covering plate of the volcanic Bodas (and Ligoeng) series.

A „gletscherlike” tongue of Merawoe Flysch flowed through the 7 km wide gap in the up- and overturned covering plate of the volcanic Bodas breccias (between the Maoeng and the Sikoeng ridges) towards the Serajoe depression in the South. The distance of this typical relief-overthrust is at least 10 km. Its frontal part is hidden by the mantle of the younger Pleistocene volcanoes. The thickness of the overthrust sheet is also not directly observable, as erosion has not yet cut through it.

Thus the Merawoe Flysch underwent two distinct phases of thrusting: the first occurred during the Upper Miocene and was directed in the Southern part from South to North (Worowari Nappe). This Worowari Nappe is covered unconformably by the Bodas series. The second phase of overthrusting occurred in post-Pliocene times. These younger movements of Merawoe Flysch were directed from North to South and overthrust in their turn the Bodas and probably also the Ligoeng series.

The gravitational character of this Pleistocene tectogenesis is beyond dispute, although its effects have the aspect and the dimensions of „normal” tectonic features (folds, thrustwedges, overthrust sheets).

Just as was the Upper Miocene tectogenetic phase this post-Pliocene orogeny must have been of short duration. For shortly after this post-Pliocene arching up of the Djembangan undation the mantles of the Pleistocene volcanoes cover unconformably the tectonic structures of this post-Pliocene orogeny: it can be compared with the Pasadenian orogeny of Southern California (Stille, 1936; Reed & Hollister, 1936).

c) The Holocene tectogenesis.

During the post Pliocene tectogenetic phase the height of the Djembangan undation was considerably lessened by the combined effect of erosion and the secondary tectogenetic phenomena described above.

There was, however, another process which worked in the opposite direction: immediately after or perhaps already during the arching up of the Djembangan undation and its accompanying gravitational tectogenesis the magma gave rise to the very

intensive young vulcanism of Pleistocene age which built up in short time volcanoes of about two thousand meters above the erosion level of the Djembangan undation. Their mantles spread to the South (Serajoe depression) and to the North (coastal plain of Northern Java).

This volcanic activity is a very strong argument in favour of the conception of the undation theory that the upheaval of the Djembangan undation is the result of primary vertical uplift or doming by ascending pacific magma. If this doming was caused by (elastic) compression and subsequent folding of a „competent” crust (lying under the sedimental series) by one or other hypothetical tangential tectonical force, this ascent of magma would be less comprehensible. In the conception of the undation theory, however, this uprise of magma (to higher crustal levels, eventually accompanied by external vulcanism) is not merely a purely accidentally phenomena accompanying orogeny; according to this theory the ascent of magma is a causal link in the process of mountain building⁷⁾.

But let us return to the topic of this paper, the gravitational reactions to primary differences of level.

This extra load of volcanoes on the top of the Djembangan undation revived the process of gravitational tectogenesis. Part of the young volcanoes broke down and slid to the North as well as to the South, causing a „Horst-like” mountainrange on the top of the undation between two complicated normal fault systems. These Holocene normal faults and stepfault systems form nowadays impressive precipitous fault-scarps of several hundreds of meters height which cut even through the craters and calderas of the young volcanoes (Beser-, Sianggroeng- and Rogodjembangan-volcano; Watoebelah caldera).

The Northern fault-cliff reaches the imposing height of more than 600 m where it cuts through the core of the Beser- and the Sianggroeng volcano. This Northward sliding of parts of the young volcanoes caused a compression at the Northern foot of the Djembangan undation as the result of which the young volcanic mantle of andesitic breccias was folded, forming the Watoepajoeng-Toegel fold and the Kandang fold (see map). These folds of the volcanic mantle in the Northern lowland are of the same age, type, and gravitational origin as the Tambakan fold North of the Bandoeng volcanoes described by the present author in 1934.

The parts of the volcanoes which broke down and slid to the South form typical plateau-like blocks

7) Rittmann, comes for instance in his recent book „Vulkane und ihre Tätigkeit.”, 1936, to the following final conclusion (p. 178): „Obwohl die Undationstheorie noch in den Anfängen steckt und der Ergänzungen und Verbesserungen bedarf, muss man anerkennen, dass sie den Weg zu einer alle geologischen Spezialwissenschaften umfassenden Synthese weist. Und dieser Weg muss begangen werden. Es kann keine selbständige Theorie des Vulkanismus geben, ebensowenig eine solche der Gebirgsbildung, sondern nur eine gemeinseime geologische Theorie, ein Erklärungsversuch, der das ganze irdische Geschehen umfasst, von dem der Vulkanismus nur ein Teil ist, der sich aus dem organischen Zusammenhang mit anderen Teilen herausgerissen werden darf.”

6) One must bear in mind that the *present* relief does not entirely agree with the situation *during* this post-Pliocene tectogenesis. Presumably the Merawoe Flysch in the Upper part of the core reached somewhat higher levels than nowadays. This height has been reduced by the post-Pliocene tectogenesis and erosion.

(Kalibening-, Kasinoman- and Wanajasa-block). These blocks have been tilted by the sliding movements and as a result of this process their surfaces show an abnormal inclination *towards* the eruption centres. This ponded the drainage and caused marshes at the feet of the faultscarps (Kalibening-, Kasinoman- and Baloen-marshes).

This Southward movement has, even yet, not come to a standstill. At the request of the Geological Survey, the Military Topographical Survey of the Netherlands Indies, in 1931, measured by triangulation from fixed points (Kroengroengan and Poeloesari mountains of the Djaran range, Mendala grabbo-porphry neck, Maoeng ridge and an andesitic neck between the Merawoe and the Toelis river) the exact position of the Pawinihan volcano, the Telagalele volcano, the Kranglean block and some other, smaller blocks. In 1936, five years later, this triangulation was repeated. The astonishing result of this remeasurement was, that, in these 5 years, the Pawinihan volcano had moved 120 cm to the South (N. 186° E.), the Telagalele volcano 200 cm to the S.S.E. (N. 157° E.) and the Kranglean block 200 cm to the W.S.W. (N. 256° E.). These amounts of displacement are much greater than the fault of the measurement, so we must come to the conclusion that *these volcanoes and parts of volcanoes are still moving at rate of 24 — 40 cm a year.*

The Pawinihan volcano moves in the same direction as the Merawoe relief overthrust towards the Serajoe depression (1000 m difference of level over a distance of 8000 m): the Telagalele volcano moves in the direction of the deep valley of the Merawoe river S.S.E. of it (800 m difference of level over a distance of 4000 m). The direction of the displacement of the Kranglean block seems somewhat abnormal, for it shows no direct connection with the local relief. It may be the result of interaction with the movements of surrounding blocks or a flow of the underlying Merawoe Flysch towards the gap of the Bodas covering, where it forms the „Gletscher“-like overthrust described above.

In connection with this recent and active displacement of the Pawinihan volcano it is of interest that at its South-western foot, a small block of young volcanic breccias, together with Merawoe Flysch at its base, has been thrust towards the South-west over the same young breccias. This phenomena could be explained by the sliding of a small block from the Pawinihan volcano to the South-west, or by the displacement of the Pawinihan volcano as a whole together with underlying Merawoe Flysch, as has been demonstrated by the above mentioned repeated triangulation.

At any rate no force other than the mass force of gravitation can cause these movements of more or less superficial and isolated blocks. One might call it a „super creep”: it is also „Freigleitung” in the sense of Haarmann, or „gravitational tectogenesis” in the sense of this paper.

This Holocene gravitational tectogenesis of the Karangobar region may be compared with the post-Pasadenean movements of Southern California. There the Pasadenean orogeny took place between

the Lower and Upper San Pedro beds (Lower-Middle Pleistocene and Upper Pleistocene respectively), but the movements have continued till the present and the Upper San Pedro beds are also faulted and tilted and even arched into definite anticlines in some of the more active regions (see Reed & Hollister, 1936, pp. 1595 — 1596).

\$ 4 Conclusion.

The Karangobar region, described in the preceding pages, belongs to the alpinotype⁸⁾ Soenda Mountainsystem. It is situated in the so-called „back-troughdeep” of the volcanic inner arc of this system and forms part of the oil-troughs lying between this inner arc and the Asiatic Soenda-continent. This part of the back deep passed through a Miocene-Pliocene phase of geosynclinal subsidence accompanied by basic-intermediary vulcanism; this geosynclinal phase of subsidence was interrupted at the end of the Miocene by a phase of folding and thrusting of probably gravitational origin („Volltroggleitung” in the sense of Haarmann). After the Miocene-Pliocene subsidence an undatory uplift with accompanying and following intermediary-acid vulcanism took place. This post Pliocene uplift of the Djembangan undation caused gravitational reactions (folding, thrusting and overthrusting) on the slopes and the feet of the domed region and spreading on the top of it. („Freigleitung” in the sense of Haarmann). Moreover the Pleistocene volcanoes, formed on the top of the undation, broke down by normal fault- and stepfault-systems and parts of these volcanoes slid down, causing folding at the foot of the undation. These sliding movements are still active and their progress could be measured by repeated triangulation (24 — 40 cm year).

We found two types of gravitational reactions to the vertical movements of the earth's crust: One following or interrupting a phase of subsidence and one following on or accompanying an undatory uplift. These two types of gravitational tectogenesis are best described by the principles of „Volltroggleitung” and of „Freigleitung” in the sense of Haarmann (1930).

Southern California had a similar orogenic development as the Karangobar region. There Reed & Hollister (1936) also found two different sets of circumstances for the origin of thrust-faults. They write on p. 1691 of their study on the structural evolution of Southern California: „Some of the most interesting results of this study relate to the origin of thrustfaults. Most of them, as explained already, seem to have originated under one or another set of conditions. One set, including the Santa Ynez, Big Pine, and several other faults, developed along lines where a thick mass of sediments had been reduced by erosion to a thin edge. The cross-sections

8) The term „alpinotype” is here used in distinction to the term „germanotype” mountain-building in the sense of Stille. In alpinotype orogeny the structural effects of folding, thrusting and overthrusting are prevalent and they often overshadow the effects of the primary vertical (epeirogenic or undatory) movements of the earth's crust.

of the Santa Ynez illustrate the conditions. The other set, including most of those that border the great Tertiary embayments — particularly their apical parts — seems to have come into existence where basin development had caused a strong epeirogenic flexure in early Tertiary formations surrounding the basins. The conditions are illustrated strikingly in the cross-sections of the Ventura Basin. In some other cases the two sets of conditions seem to occur together. That is, the fault is found at the margin of a basin, and also at the thin edge of a thick series of strata that thin toward the basin".

It is quite possible that these two sets of conditions for the origin of thrustfaults in Southern California are the same as the two sets of conditions, distinguished in the Karangobar region and that they can be explained by the principles of „Freigleitung" (spreading of a thick mass of sediments, which has been epeirogenically lifted up) and „Volltroggleitung" (gravitational settling down of sedimental strata from the sides towards the centre of a subsiding trough).

The direction of the thrustfaults and folds is determined by the direction of the gravitational stress-gradients caused by the relief, existing *during* their origin and by local differences in the mechanical properties of the material (rigid, more or less plastic; law of least resistance; „Rahmenwirkung"). This study of the Karangobar region sufficiently illustrates the influence of these factors.

For Southern California, too, Reed & Hollister (1936, p. 1691) come to the conclusion that: „Although much has been written about the dominant direction of thrusting or of „release of pressure", the data now in hand serve to indicate pretty clearly that no direction is dominant for any great distance." Such irregularities are characteristic for gravitational tectogenesis in regions with complicated epeirogenic relief.

Another result of this study of the Karangobar region is, that the Upper Miocene tectogenetic revolution was only a short interruption of the long period of geosynclinal subsidence. The post-Pliocene and Holocene tectogenesis were also of short duration. This can be readily explained by the gravitational character of the tectogenesis: the epeirogenic vertical movements accumulate potential (static) energy in the material; finally, when certain limits of stress are exceeded, the tectogenetical revolution takes place, restoring the disturbed gravitational equilibrium in the crustal layers. The epeirogenic (or primary tectogenetic) movements have a rate of 0,1 — 1 cm/year; the gravitational reactions to these primary differences of level (secondary or gravitational tectogenesis) have a speed of some tens of cm/year. (See p. 60 and 62 of this paper).

Reed & Hollister, in their study of the structural evolution of Southern California, come to similar conclusions (1936, p. 1597): „Perhaps the most surprising suggestion brought out by this study is the one concerning the short-lived character of some disturbances. As noted earlier, the „Temblor" fauna ranges above and below the sharp unconformity marking the post-Lower Miocene disturbance;

the beds above and below the post-Middle Miocene unconformity have been thrown together as „Monterey" or „Modelo"; and the time represented by the last great orogeny, that of the Middle Pleistocene, was too short to permit any specific change in such rapidly changing animals as horses and elephants. If the apparent meaning of this fact is grasped, it will be evident that even if we should find twice as many orogenies in the Tertiary as we now suspect, we shall not be justified from this fact alone in believing that orogeny is a continuous phenomenon. If the Miocene was 15 million years long, and if it included three orogenic disturbances lasting altogether a half million years, then the times of epeirogenic calm would have amounted to 30 times the length of the disturbed periods".

It is quite improbable that these spasmodic structural revolutions are caused by the displacement of sialic crustal blocks as a whole at a rate of some tens of cm/year, as has been assumed by those geologists who consider hypothetical, tangential forces in the whole earth's crust as the cause of orogeny (for instance the compression theories for the explanation of mountain building and gravitational anomalies in the Netherlands East Indies, see this Journal, 1937, pp. 9 — 29). They can, however, be readily explained by the accumulation of static energy by the much slower epeirogenic evolution, in the sense of the undation theory.

These gravitational reactions influence only the upper layers of the earth's crust. Studies in more deeply eroded mountain systems have demonstrated that the superficial thrustfaults and elongated folds die out to the depth and are replaced by flowing (Wegmann, 1935; Cloos, 1936; Seng, 1936; Backlund, 1936). F. Kaizin also comes to this conclusion in his recent work „Le problème tectonique de l'Ardenne" (1936, p. 319): „Le „drame orogénique" qui a marqué sa trace dans la structure de l'Ardenne s'est déroulé dans une zone très superficielle de la carapace terrestre, au dessus d'une zone beaucoup plus tranquille d'allures, qui s'est comportée passivement au cours de la déformation de détail. La tectonique de l'Ardenne n'a rien de commun avec la déformation de l'écorce terrestre si ce n'est, peut-être, son point de départ qui est nécessairement de la formation de grand plis de fond logeant, dans leur creux, les bassins de sédimentation. C'est le remaniement du contenu de ces derniers qui s'est inscrit dans les déformation que nous observons et l'on devrait bien, à mon sens, modifier la définition de la tectonique de plein air, qui n'est pas l'étude des déformations de l'écorce terrestre, sur lesquelles l'observation directe ne nous dit à peu près rien, mais l'étude de la déformation mécanique des formations géologiques.

En écrivant ceci, on ne fait que se ranger, une fois de plus, à l'opinion de Marcel Bertrand qui, en 1889, pensait qu'il était permis „de conclure avec une grande probabilité que la zone affectée par les plissements est relativement très mince."

Thus we are led to the inevitable conclusion that during tectogenic revolutions the superficial crustal layers move more quickly than their basement. These

deformations, therefore, cannot be the direct mechanical result of displacements of these basements at the same rate. There first must have been an accumulation of static energy and this can be attained only by a mass-force, *cq.* the omnipresent gravity. So Jeffreys (1935) states on p. 156: „It does appear, however, that the idea of primary elevation with successive stages of outflow due to gravity is in general agreement with the geological structure of mountains.”

It is fundamentally wrong to apply our observations concerning the superficial crustal structures on the deeper zones, as has been done by many alpine geologists. Jeffreys (1935, p. 150 — 151), who still adheres to the contraction theory, writes on this subject: „Geologists have obtained independent estimates of the contraction from study of the displacements within the mountains themselves. These are on the whole much more than the geophysical estimates; values of about 300 km have been obtained for the Alps and the Appalachian mountains. These are found by mapping the folded strata and finding how much they would have to be spread out to become flat again, and by estimating the displacements in thrusts, where one mass of rock has been pushed bodily over another. But is dangerous to identify the movement measured in this way with the shortening of the crust. A pack of cards can be made to slide over one another to any extent without distorting the table We cannot, therefore, assume without evidence that the movement shown by folds and thrusts is anything but a superficial one; the displacements below the visible surface may be very much less.”

We must follow the ontological method by comparing the different stages of denudation of mountainsystems (Huronian, Caledonian, Hercynian, Alpine) on the basis of the actualistic principle. (See Backlund, 1936). We then have to deal with physico-chemical problems (magmatic differentiation, migmatitisation) which are of leading importance for crustal evolution and get the insight that the purely mechanical theories on the basis of unknown or incompetent tangential tectonic forces are quite inadequate to explain the observations.

In the „Geologische Rundschau” (1934) the present author came (on p. 192) to the conclusion that, if the exactness of his analysis of the quaternary tectonic events in the Bandoeng region is admitted, the conclusion is inevitable that such gravitational processes must also have occurred in older geological periods and to a greater extent than was the case in this standard Bandoeng-example.

In this paper it has been demonstrated that gravitational movements can really be traced in the older „orogenic” phases of Java and even that not only part of the deformations but probably all of them can be explained by the principle of gravitational tectogenesis.

For older alpinotype mountain regions the reconstruction of the paleo-orographic situation, causing the gravitational stress-gradients, is often difficult and imperfect because the stratigraphical parallelisations are too rough to enable us to reconstruct

the exact relief, existing *during* the relatively short-lived phases of secondary or gravitational tectogenesis.

The described region has the advantage that the orogenic movements are rather young (Upper Miocene, post-Pliocene, Holocene), so that the orographic relief which caused and still causes the secondary sliding movements, can easily be reconstructed.

The scope of this paper is to demonstrate that the bicausal interpretation of orogenesis (primary vertical movements and secondary gravitational reactions) gives a clear scheme for the observed tectogenic events in a part of Central Java. It is not necessary to assume hypothetical worldwide tectonic forces acting on a competent crust of several tens of kilometers thickness, to explain the orogenic revolutions of this region.

This dogmatic opinion on the cause of orogeny must, most probably, be abandoned, at any rate for this Karangobar region of Central Java.

How far must we go in acknowledging gravitation to be the leading force in alpine tectogenesis?

Conservative minds will, perhaps, be convinced of the general and dominant importance of this ubiquitous mass-force (with exclusion of completely hypothetical or incompetent tectonic forces such as undercurrents, drifting away from the poles, West-drift, etc.) only when it has been possible to analyse in detail from this point of view the orogeny of folded and faulted areas they personally know. The process of crustal evolutions has, however, most probably not left everywhere enough data in its records of stone to enable geologists to accomplish such a task.

We must start at least by giving examples. This has been done in recent times *e.g.* Stiny (1929); Haarmann, 1930; Eaton (Great Basin District, Southwestern Un. St., 1932); Ampferer (Glarner Alps, 1934); de Terra (1931); Bain (1931); Longwell (1931); de Wijkerslooth (Appennines, 1934); Harrison & Falcon (Iran, 1934, 1935); Morgeanu (Karpathen, 1934); the present author (South Sumatra, 1932, 1934a and 1935a; alpine system in Europe, 1933a; alpine system South-eastern Asia, 1933b; South-western Pacific and Australia, 1933c; Malayan Archipelago, 1932, 1933d, 1935b, 1937b; Bandoeng region, 1934; Scottish and African domes, 1937a).

This modern insight into the mechanics of tectonic structure building is also of importance for the construction of sections in oil-, coal-, salt- and ore-districts and may, therefore, prove to be of practical value for the exploration and exploitation of these mineral resources.

We would, therefore, urge geologists in other parts of the world to consider, whether the principle of gravitational tectogenesis also applies to the regions they know by personal study in the field.

§ 5. Literature References.

- Ampferer, O., 1934: „Über die Gleitformung der Glarner Alpen”. Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math. Naturw. Kl., Abt. I, 143, 3/4, pp. 109-121.
Backlund, H. G., 1936: „Der „Magmaaufstieg” in Faltengebirgen”. Extr. C. R. Soc. Géol. Finlande, 9, pp. 293-347.

MAP AND TECTONOGRAM OF THE KARANG-KOBAR REGION. SCALE 1 : 200 000.

R. W. van Bemmelen: „Examples of gravitational tectogenesis from Central Java”.

De Ingenieur in Ned.-Indië, 1937, 4, section IV, Geologie en Mijnbouw. „De Mijningenieur”, IV, No. 4, April 1937, pg. 55—65.

Legend for map and tectonogram:

- 1) Alluvial deposits and marshes.
- 2) Riverdelta of coarse andesitic conglomerates.
- 3) Coarse andesitic debris at the feet of the fault scarps.
- 4) Younger volcanic formations.
- 5) Idem: hydrothermally altered.
- 6) Ligoeng series (terrestrial sediments).
- 7) Volcanic breccias of Korakan-volcano in the Ligoengseries.
- 8) Bodas series (Marine molasse sediments).
- 9) Bodas series (andesitic breccias and lava layers).
- 10a) Andesitic volcan'c necks.
- 10b) Volcanic chimneys filled with andesitic breccias.
- 11) Basal limestone layer of the Bodas series.
- 12) Penjatan series (marine tufaceous sediments).
- 13) Penjatan series (submarine basalts and sills).
- 14) Hypabyssal gabbroidic and gabbro-dioritic intrusions.
- 15) Merawoe series (Flysch facies).
- 16) Sigoegeer limestone (base of Merawoe series).
- 17) Eocene series.
- 18) Anticlinel axis.
- 19) Synclinal axis.
- 20) Fault.
- 21) Fault-scarp and caldera border.
- 22) Thrust fault.
- 23) Crater rims.
- 24) Height in meters.
- 25) Main watershed.
- 26) Direction of recent displacements.

HOLOGENE

PLEISTOCENE

PLIOCENE

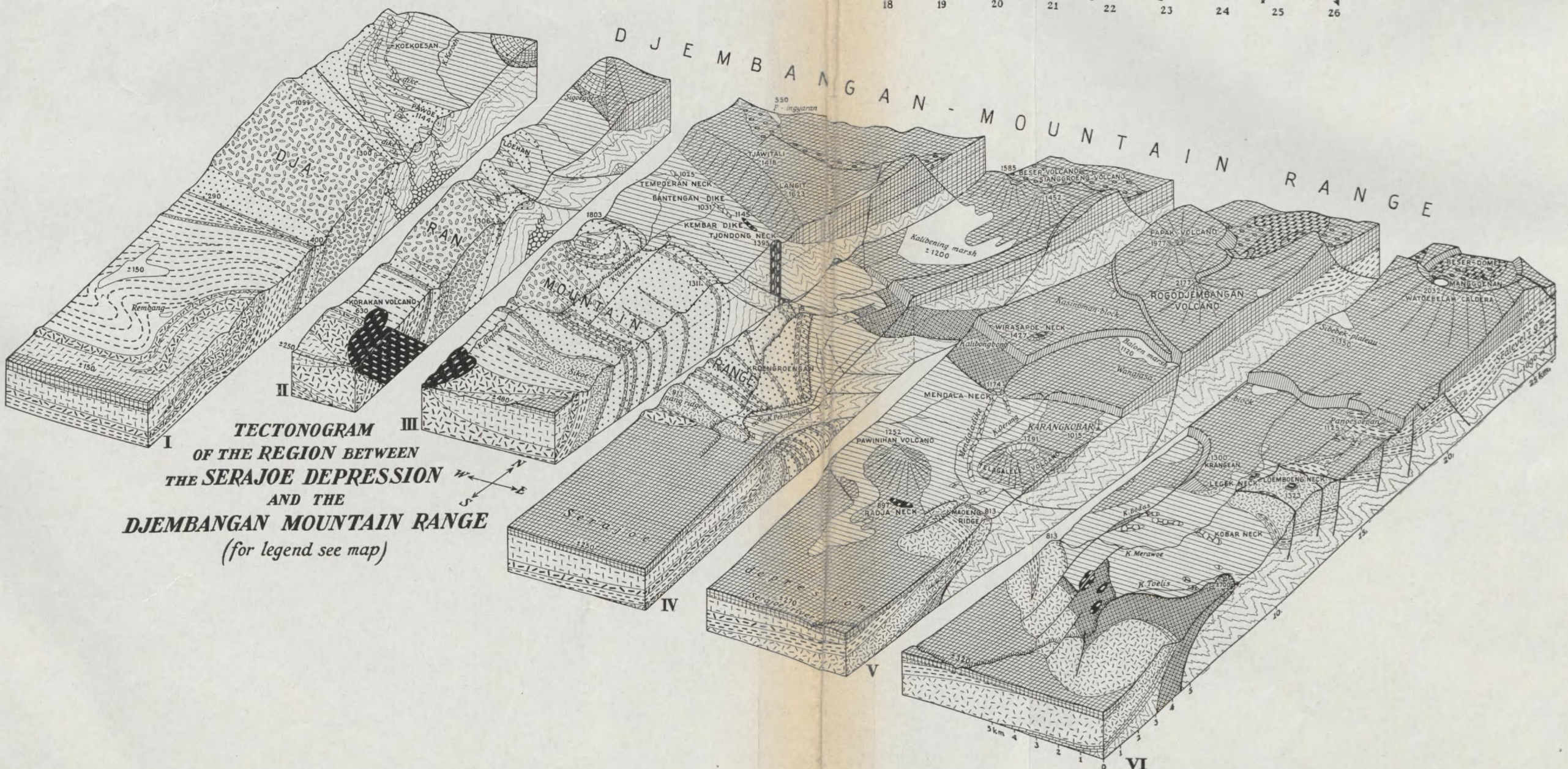
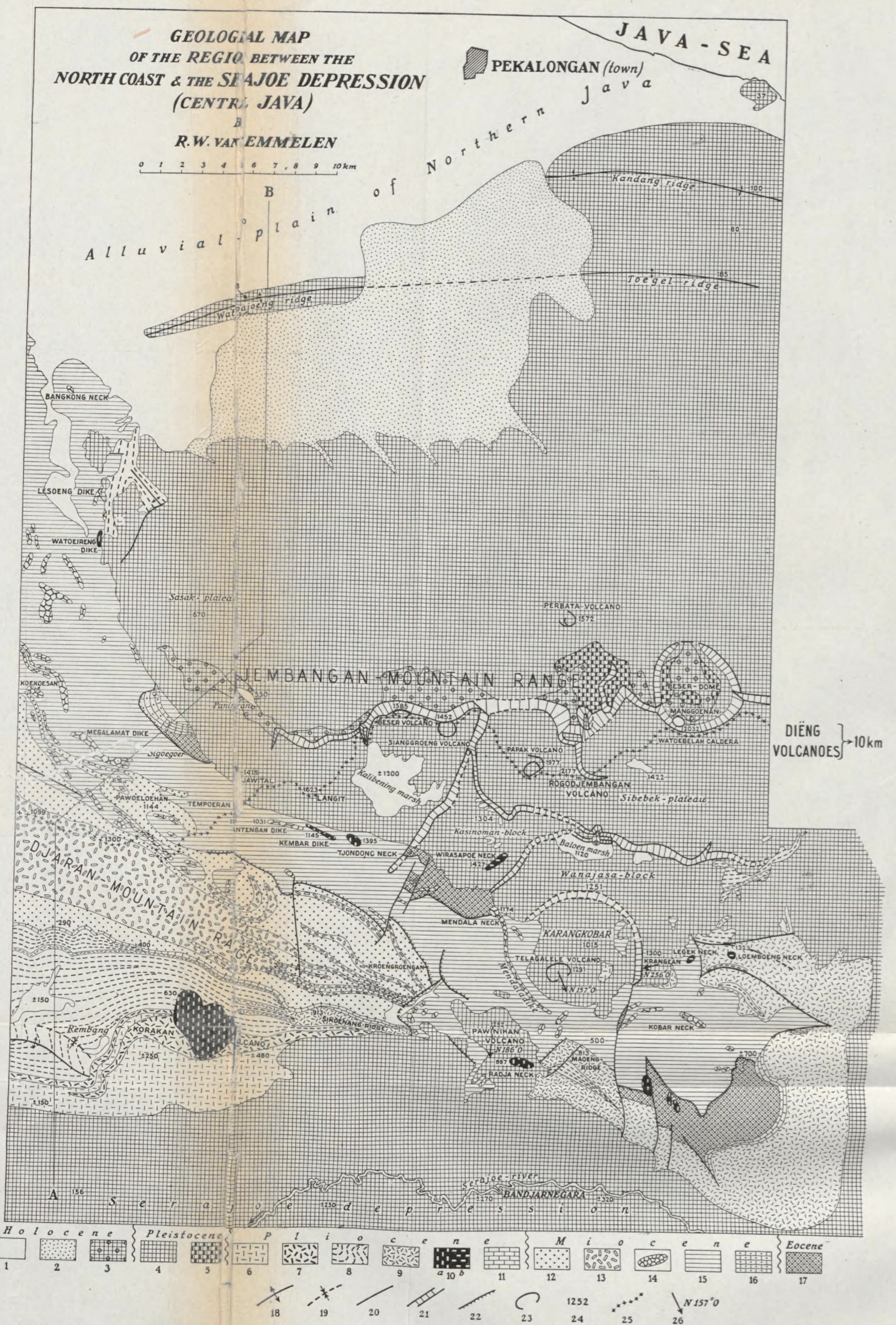
MIOCENE

EOCENE

GEOLOGICAL MAP
OF THE REGION BETWEEN THE
NORTH COAST & THE SERAJOE DEPRESSION
(CENTRAL JAVA)

R.W. VAN BEMMELEN

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km



Bain, G. W., 1931: „Flowage Folding”. Amer. J. of Sci., 22, pp. 503-530.

Bemmelen, R. W. van, 1931: „The bicausality of diastrophism (Undation and gliding)”. Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië, 91, 3, pp. 363-412.

—, 1932: „The Undation-theory (its deduction and its application to the western end of the Sunda arc)”. Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië, 92, 1, pp. 89-242.

—, 1933a: „Das kräfteproblem in der Tektonik”. Proc. Kon. Ak. Wetensch. Amsterdam, 36, No. 2, pp. 197-202.

—, 1933 b: „On the geophysical Foundations of the Undation-theory”. Ibidem, 36, No. 3, pp. 337-343.

—, 1933 c: „Die Anwendung der Undationstheorie auf das alpine System in Europa”. Ibidem, 36, 6, pp. 686-694.

—, 1933 d: „Versuch einer geotektonischen Analyse Südostasiens nach der Undationstheorie. Ibidem, 36, 7, pp. 730-739.

—, 1933 e: „Versuch einer geotektonischen Analyse Australiens und des Südwestpazifik nach der Undationstheorie.” Ibidem, 36, 7, pp. 740-749.

—, 1933 f: „Die neogene Struktur des Malayischen Archipels nach der Undationstheorie.” Ibidem, 36, 10, pp. 888-897.

—, 1934 a: „The tectonical structure of South-Sumatra.” Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië, 94, 1, pp. 7-14.

—, 1934 b: „Ein Beispiel für Sekundärtektonese auf Java.” Geol. Rundschau, 25, 3, pp. 175-194.

—, 1935 a: „On the character of the young tertiary ore veins in the volcanic inner arc of the Sunda-mountainsystem.” Geol. & Mijnb. Juli 1935.

—, 1935 b: „Über die Deutung der Schwerkraftanomalien in Niederländisch-Indien. Geol. Rundschau, 26, 3, pp. 199-266.

—, 1935 c: „The Undation theory on the development of the earth's crust.” Rep. XVI Intern. Geol. Congress, Washington, 1933, 2, pp. 965-982.

—, 1937 a: „On the cause and the mechanism of igneous intrusion (with some Scottish examples)”. Trans. Geol. Soc. Glasgow, 1937, 19, part 3, (Written autumn 1935, in print).

—, 1937 b: „The isostatic anomalies in the Malayan Archipelago.” This Journal, 1937, No. 2, section IV, pp. 9-29.

Bemmelen, R. W. van, & Berlage, H. P., 1934: „Versuch einer mathematischen Behandlung geotektonischer Bewegungen unter besonderer Berücksichtigung der Undationstheorie.” Gerlands Beitr. z. Geoph., 43, pp. 19-55.

Cloos, H., 1936: „Einführung in die Geologie”. Bornträger, Berlin.

Eaton, J. E., 1932: „Decline of Great Basin, South-western United States.” Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 16, 1, Jan. 1932, pp. 1-49.

Haarmann, E. 1930: „Die Oszillationstheorie.” F. Enke, Stuttgart.

Harrison, J. V. & Falcon, N. L., 1934: „Collapse Structures.” Geol. Mag., 71, 846, pp. 529-539.

—, 1935: „Gravity collapse structures and mountainranges, as exemplified in south-western Iran.” Quart. J. Geol. Soc. London, 92, 1, No. 356, pp. 91-102.

Jeffreys, H., 1935: „Earthquakes and Mountains.” Methuen & Co., London.

Kaisin, F., 1936: „Le problème tectonique de l'Ardenne.” Mém. Inst. géol. Univ. Louvain, 11, 1936, pp. 368.

Kennedy, W. Q., 1933: „Trends of differentiation in basaltic magmas.” Amer. J. Sci., 25, March, 1933, pp. 239-256.

Kienow, S., 1933: „Der Zusammenhang zwischen Spannung und Verformung bei tektonischen Vorgängen.” Zeitschr. f. Geoph., 9, pp. 204-229.

Longwell, Ch. R., 1931: „Bemerkungen zur Oszillationstheorie über Diastrophismus.” Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 1931, pp. 332-335.

Murgeanu, G., 1934: „La nappe interne du Flysch dans les environs de Comarnic et de Tesila.” Anuarul Inst. Geol. Romaniei, 16, Vol. Jubil., pp. 281-326.

Reed, R. D. & Hollister, J. S., 1936: „Structural evolution of Southern California.” Amer. Assoc. of Petrol. Geol., 20, 12, pp. 1529-1704.

Rittmann, A., 1936: „Vulkane und ihre Tätigkeit.” F. Enke, Stuttgart.

Seng, H., 1936: „Die Migmatitfrage und der Mechanismus parakristalliner Prägung.” Geol. Rundsch., 27, 6, pp. 471-492.

Stille, H., 1936: „Present Tectonic State of the Earth.” Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 20, 7, pp. 849-880.

Stiny, J., 1929: „Faltungen und Überschiebungen durch Gleitung (Rutschung grössten Massstabes).” Centralbl. Min. etc., 1929, Abt. B., 4, pp. 116-125.

Terra, H. de, 1931: „Structural features in gliding strata.” Amer. J. Sci., 21, pp. 204-213.

Wegmann, C. E., 1935: „Zur Deutung der Migmatite.” Geol. Rundsch., 26, 5, pp. 305-350.

Wijkerslooth, P. de, 1934: „Bau und Entwicklung des Appennins.” Univ. Amsterdam.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1937		1936	
	Febr.	t/m Febr.	Febr.	t/m Febr.
Java en Ma-				
doera.....	52 153,4	113 132,5	33 104,9	65 843,4
Noord-Suma-				
tra.....	63 387,6	106 303,-	53 144,9	108 141,3
Palembang....	213 641,4	453 333,5	212 592,3	441 132,7
Djambi.....	69 794,4	139 933,5	43 776,8	90 472,4
Oost-Borneo..	77 824,5	168 642,6	79 024,5	161 171,4
Tarakan.....	56 521,4	119 429,2	61 228,4	128 101,2
Boenjoe.....	102,3	215,5	370,2	899,4
Ceram.....	*) 5 000,-	10 679,-	3 570,-	7 450,-
Nederlandsch-				
Indië	538 425,-	1 111 668,8	486 812,-	1 003 211,8

*) Geschat; werkelijke productie Januari 1937 5 679 kgt.

Productie-cijfers van steenkolen in kgtonnen.

	1937		1936	
	Febr.	t/m Febr.	Febr.	t/m Febr.
Gouverne- mentsbedrijven	63 606	127 052	61 493	127 333
Steenkolen Mij „Parapattan”	20 350	43 630	23 180	48 370
Oost Borneo Maatschappij a)	6 000	12 149	6 460	12 082
Loa-Boekit kolenmijnen.. b)	1 830	5 028	3 114,75	5 814
Loa-Teboe kolenmijnen..	1 650	4 050	1 051,4	3 011

a) Geschat; werkelijke productie Januari 1937 6 149 kgt.

b) Werkelijke productie Januari 1937 3 198 kgt.

Mijnbouw Maatschappij Moeara Sipongi.

Gedurende de maand Februari werden:

2 104 tons erts vermalen van { 8,9 g goud per ton.
gemiddeld { 6,— g zilver „ „

Geëxtraheerd werden ca. 13 394 g goud en ca. 5 814 g zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm$ f 26 000,—.

De bedrijfskosten over Febr. bedroegen f 25 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven $\pm$ f 2 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand Februari werden:

6 966 tons vermalen van { 9,4 dwts.¹⁾ goud per ton.
gemiddeld { 113,— „ zilver „ „

2 580 „ sands,

4 056 „ slimes en

264 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 015 ozs. goud en ca. 37 052 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm$ f 211 000,—.

De bedrijfskosten over Febr. bedroegen $\pm$ f 103 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven $\pm$ f 4 000,— en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen $\pm$ f 2 000,—.

1) 1 dwt. = 1,555 g

IN NEDERLANDSCH-INDIË

VI. TECHNISCHE HYGIËNE EN ASSAINEERING.

INHOUD: Luchtbehandeling in de tropen, door prof. dr. ir. C. P. Mom.

Luchtbehandeling in de tropen

door

prof. dr. ir. C. P. MOM.

Gedeeltelijk voorgedragen voor de leden van de groep Ned.-Indië van het Kon. Inst. van Ingenieurs. De hierin vermelde gegevens van eigen onderzoek zijn verkregen in samenwerking met ir. J. A. Wiesebron.

Het groot aantal omzettingen, waaruit onze stofwisseling bestaat en de spierarbeid, die in ons lichaam verricht wordt, leveren een niet onaanzienlijke hoeveelheid warmte op, die terwille van den constanten warmtetoestand van ons lichaam voortdurend moet worden afgevoerd in dezelfde mate als waarin ze geproduceerd wordt.

Deze warmteproductie is niet gelijkmatig, ze varieert met de intensiteit en de veelvuldigheid der stoffelijke omzettingen; ze is bijvoorbeeld tijdens de spijsvertering grooter dan in nuchteren toestand. Ook varieert ze uiteraard met den spierarbeid; hoe meer uitwendige arbeid door het lichaam gepresteerd wordt, des te meer omzettingen hebben er in het lichaam plaats en des te meer arbeid wordt er, tengevolge van de inwendige wrijving in de weefsels, in warmte omgezet. De minimum warmteproductie vindt plaats in den toestand van basaal metabolisme, waarbij het lichaam tevens in rust verkeert. Alsdan is de stofwisselingswarmte minimaal, terwijl wrijvingswarmte alleen geleverd wordt door de inwendige organen zooals het hart. Deze minimum warmteproductie is vrijwel constant en bedraagt ca. 100 cal/h. Ze is practisch onafhankelijk van de uitwendige omstandigheden, waaronder het lichaam verkeert.

De afgifte der lichaamswarmte wordt geregeld door een elastisch stelsel lichaamsapparaten, welke gedeeltelijk afhankelijk, gedeeltelijk onafhankelijk van onzen wil werken en die aanzienlijke fluctuaties in den warmtestroom kunnen opvangen.

Dit is noodig, omdat de optimum voorwaarden voor de physiologische functies van den normalen mensch aan zeer enge grenzen — die ten hoogste 1° C kunnen uiteen liggen — gebonden zijn. Overschrijding der normale maximum- en minimumtemperaturen naar boven of naar beneden met enkele tienden van een graad Celsius, beteekent het intreden van een ziekte-toestand en veel kleinere afwijkingen van deze normen maken zich onmiddellijk kenbaar als een gevoel van onbehaaglijkheid.

Zoowel op ziekte als op onbehaaglijkheid rea-

geert een krachtig lichaam met een poging tot herstel en wanneer het onbehaaglijkheidsgevoel veroorzaakt wordt door een onregelde warmteafgifte, zal het lichaam deze naar gelang der omstandigheden trachten te vermeerderen of te verminderen. Naarmate de warmteafgifte meer geforceerd resp. belemmerd moet worden, zal ons lichaam na eenigen tijd de daarmede gepaard gaande inspanning en arbeid in dezelfde verhouding als vermoeidheid gaan gevoelen en het spreekt dus wel vanzelf, dat een ongewone zware belasting der warmteregelfuncties den toestand van behaaglijkheid wel hoogstens tijdelijk zal kunnen doen weerkeeren, doch deze niet zal kunnen bestendigen.

Zoowel te groote warmte als te groote koude der omgeving voert dan ook op den duur tot uitputting en in extreme gevallen tot den dood.

Aangezien de physiologie van de meest uiteenlopende menschenrassen voor allen in beginsel gelijk is en de acclimatisatie, die het menschelijk organisme ondergaat bij verandering van klimaat, beperkt is, is het feit, dat elk menschelijk individu op deze aarde een matige luchttemperatuur tusschen rondom 20° C prefereert, niet onbegrijpelijk.

Als sprekend voorbeeld daarvan halen M o y e r en F i t t z ¹⁾ in dit verband aan, dat een verblijf van duizenden jaren in de tropische hitte de negers van Midden-Afrika evenmin gewend heeft aan de extreme warmte van hun landklimaat als de Eskimo's der poolstreken aan de aldaar heerschende extreme koude, in dien zin, dat zij zich in die extreme warmte of koude prettig voelen.

De uiterste tropische hittetoestanden als hier bedoeld, kunnen ten hoogste nog juist verdragen worden met een inspanning van het organisme, die geen ruimte laat voor een gevoel van behaaglijkheid en die geen anderen arbeid veroorlooft dan die, welke door de inwendige lichaamsorganen gepresteerd moet worden om in leven te blijven, want alle arbeid gaat gepaard met warmteproductie.

De betrekkelijk zachte tropische omstandigheden, waaronder wij hier leven, vragen niet met die klem

1) Air-Conditioning, New York 1933, 53.

om verlichting als waarop zooveel gedoeld werd, maar niettemin stellen ook onze tropen gedurende een groot gedeelte van het etmaal zulke eischen aan onze warmteregeling, dat onze overige functies in die periode merkbaar belemmerd worden.

Algemeen bestaat onder huisartsen en clinici de opinie, dat het met het menselijk organisme in de tropen in physiologisch opzicht anders en wel slechter gesteld is dan in een gematigd klimaat ²⁾.

Physiologisch laboratoriumonderzoek heeft voorts aangetoond, dat er verschillen bestaan tusschen de stofwisseling, de lichaamstemperatuur en de samenstelling van de lucht in de longen, in de tropen en in Europa. Het zijn nu juist *deze* factoren, die in de eerste plaats samenhangen met de warmtetransmissie van ons lichaam naar de omgeving en hoewel de gevonden onderlinge afwijkingen niet groot zijn en de beteekenis daarvan bovendien verschillend beoordeeld wordt, dringt zich hier toch een zeker verband van die waarnemingen met het dagelijks ervaringsfeit, dat de tropische hitte in Indië onze vitaliteit bekort en ons welzijn drukt, wel zeer duidelijk naar voren.

Met deze algemeene uitdrukking voor ons lichamenlijk gevoelen bij overmatige warmte is de toestand van onbehaaglijkheid gekenmerkt; het tegendeel daarvan is de behaaglijkheidstoestand.

Van de laboratoriumonderzoekingen omtrent de factoren, die den behaaglijken, c.q. den onbehaaglijken toestand beheerschen, zijn onder de eerste en belangrijkste te noemen die van de Amerikaansche onderzoekers Mc Connell, Houghten en Yaglou c.s. ³⁾. Het onderwerp dezer onderzoekingen was het verloop der warmteafgifte van het menselijk lichaam aan de atmosfeer. Bij de bespreking daarvan wordt in het volgende alleen de warmteafgifte bij hoogere luchttemperatuur in beschouwing genomen.

Als deze warmteovergang vlot, „vanzelf” geschiedt, dan voelt men zich vrij en behaaglijk; kan echter de ons omringende lucht onze lichaamswarmte niet gemakkelijk opnemen, dan treedt warmtestuwing in het lichaam op, die ons het gevoel van „zich niet te voelen” ontnemt. Eerst ontstaat een drang van het bloed naar de peripherie van het lichaam, in het bijzonder naar het hoofd: congestie. Hartkloppingen gaan daarmee gepaard, er treden zwellingen op in bepaalde slijmvliezen, de lichaamstemperatuur stijgt boven normaal, storingen doen zich voor in de stofwisseling en een algemeen gevoel van onbehaaglijkheid tot benauwdheid maakt ons de desorganisatie van het bestel onzer lichaamsfuncties kenbaar. Het behoeft geen betoog, dat veelvuldig optredende storingen van dezen aard onze gezondheid op den duur ruïneren.

Wordt de warmtestuwing opgeheven, dan herstelt zich een gezond organisme weer spoedig tot den normalen toestand.

2) Rad s ma, Diëse Geneeskundige Hoogeschool, Batavia 1932.

3) Journal Am. Soc. of Heating & Ventilating Engineers, 1923 en volgende jaren.

Het al of niet optreden van warmtestuwing hangt dus af van de warmte-ontvankelijkheid van de ons omringende lucht en deze wordt bepaald door de temperatuur en de vochtigheid.

Bij de sneiheid van de warmteopname speelt ook de beweging van de lucht een rol en deze drie factoren nu: temperatuur, vochtigheid en beweging beheerschen in de eerste plaats en in hoofdzaak onze behaaglijkheid.

Hierbij moet ook nog vermeld worden de lucht-electrische toestand als behaaglijkheidsfactor. Tal van aanwijzingen zijn verkregen, dat het gehalte aan ionen, inzonderheid kleine negatieve ionen, de behaaglijkheid beïnvloeden.

De beteekenis der lucht-electriciteit is veel geringer dan de drie vorengenoemde factoren, althans voor wat de gematigde luchtstreken betreft. Daar echter nerveuze en overspannen personen in deze een bijzondere gevoeligheid schijnen te bezitten ⁴⁾, is het niet onmogelijk, dat in de tropen met deze factoren meer rekening zal moeten worden gehouden ⁵⁾.

Bij het experimenteel onderzoek omtrent de oorzaken en verschijnselen der warmtestuwing werden proefpersonen in een kamer gebracht, waarin de lucht op bepaalde temperatuur en vochtigheid kon worden gebracht en van deze personen bepaald de rectaal-, mond- en huidtemperatuur, de polsslag, de bloeddruk, de ademhaling, de zweetafscheiding en het basaal metabolisme. Van de vermelde onderzoekingen gaven vooral die betreffende de lichaams-temperatuur, den polsslag en de mate der zweetafscheiding een duidelijk inzicht omtrent oorzaak en gevolg van de warmtestuwing en deze bepalingen werden daarom in latere onderzoekingen steeds het meest verricht.

Voor deze experimenten werd gebruik gemaakt van een kabinet, waarin alle mogelijke luchtcondities konden worden teweeggebracht. Een dergelijk kabinet is ook bij onze proefnemingen te Bandoeng en te Batavia in gebruik en dit is ingericht als in *fig. 1* is aangegeven.

Het kabinet bestaat uit een houten geraamte, de wanden zijn in de onderste helft gevormd uit dubbele eterniet platen en in de bovenste helft uit dubbele glasplaten. Alle houtwerk en eternietplaten werden eenige malen bestreken met een paraffine-emulsie ⁶⁾ om deze materialen voor vocht ondoorlatend te maken en daarna geveerd.

In het kabinet wordt versche buitenlucht aangevoerd door den koker *A*; deze lucht passeert een luchtkoeler, waarin Freon (CFI_2Cl_2) verdampt, en daarna in den koker een electriche verwarmings-spiraal, die de lucht verwarmt. De temperatuur van den luchtkoeler is te varieeren, zoomede de sneiheid van den luchttoevoer; hiermede heeft men het laagste koelpunt en daarmee het absolute vochtgehalte van de gekoelde lucht in de hand. Met behulp

4) Yaglou c.s., *Trans. Am. Soc. Heat. & Vent. Eng.* 39, 1933, 357.

5) Zie ook: de Langen, *Hand. Nat.* 8 Gen. Congres N.I. 1931.

6) Deze emulsie was een preparaat van de Bat. Petroleum Mij., die het ons voor het doel der proefnemingen welwillend ter beschikking stelde.

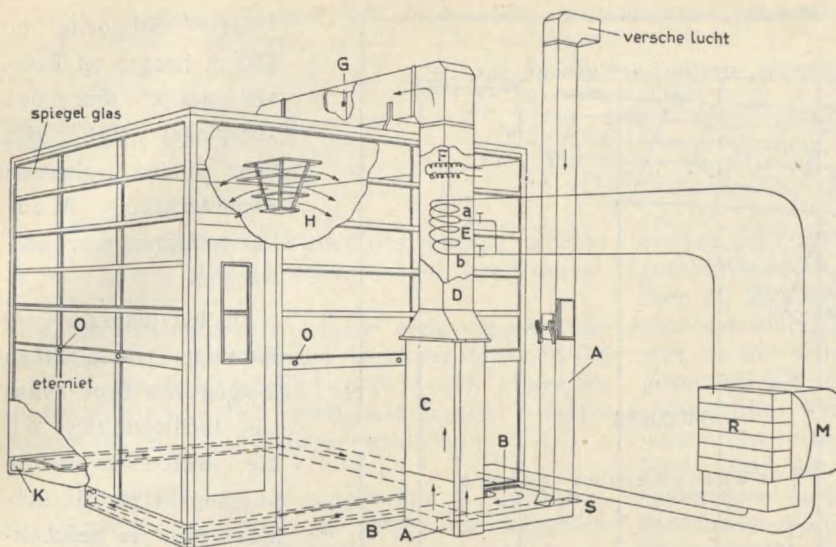


Fig. 1. Proefinstallatie voor luchtconditioneering.

- A. Kanaal voor verse luchttoevoer naar koeler.
- B. Kanaal voor circulerende lucht naar koeler.
- C. Koeler.
- D. Kanaal voor luchttoevoer naar kabinet.
- E. Koperen spiraalbuis voor luchtverwarming.
- F. Elektrisch verwarmingselement voor id.
- G. Thermometer, tevens thermometerreguleerder.
- H. Luchtverdelers.
- K. Afvoerkanal uit kabinet.
- O. Opnemingen voor uitlaat overdruk.
- M. Motor compressor.
- R. Radiator.

van de elektrische verwarmingsspiraal kan daarna de lucht op de gewenste temperatuur gebracht worden. In den toevoerkoker is achter de verwarmingsspiraal een thermoreguleerder aangebracht, die den stroom in de verwarmingsspiraal bij een bepaalde temperatuur uit- en inschakelt.

De toestand van de lucht in het kabinet kon dus naar believen gevarieerd worden naar temperatuur en vochtigheid en in die verschillende toestanden werd de behaaglijkheid van een aantal proefpersonen genoteerd in een *I-x*-diagram van Mollier⁷⁾, dat wij voor onze proefnemingen uit de verschillende gebruikelijke diagrammen voor vochtige lucht, als het meest geschikt voor het onderhavige luchtonderzoek hebben gekozen.

In dit diagram is elke luchttoestand op te tekenen aan de hand van een droge en een natte bolthermometer-aflezing. Uitgaande van het aldus verkregen punt, is dan uit het diagram af te lezen de temperatuur, de absolute vochtigheid, de relatieve vochtigheid, de warmteinhoud (warmtefunctie, enthalpie), het dauwpunt en de koelgrens.

De proefnemingen inzake het vaststellen van het behaaglijkheidsgebied werden verricht te Bandoeng en daarna te Batavia.

De proefpersonen waren gekleed in normaal tropisch tenue. Van het aanvankelijk voornemen om de proeven te doen met een groot aantal willekeurige proefpersonen, werd in den loop van het onderzoek om verschillende redenen, doch hoofdzakelijk om de

volgende afgezien. Het bleek namelijk, dat de geschiktheid om als proefpersoon te dienen individueel sterk verschild. Sommige lieden reageerden zeer slecht op belangrijke verschillen in de luchtcondities, terwijl anderen zeer gevoelige waarnemingsfuncties bleken te bezitten. In overeenstemming met de waarnemingen van Houghten c.s.⁸⁾ bleken de goede intelligente waarnemers een gevoeligheid te hebben van ca. $0,5^{\circ}\text{C}$. t.a.v. de temperatuur en van ca. 5% t.a.v. de relatieve vochtigheid. Deze proefpersonen noteerden veelal goed overeenstemmende bevindingen, zoodat de bepaling van het aldus vastgestelde behaaglijkheidsgebied met ongeveer dezelfde nauwkeurigheid als de gevoeligheid der proefpersonen kon geschieden. Deze werkwijze bevonden wij practisch en eenvoudig.

Werkend volgens dit systeem werden behaaglijkheidsgebieden verkregen, waarvan de breedten ongeveer overeenkwamen met die der „average comfort-zone” van de Amerikaansche onderzoekers.

Deze average comfort-zone omvat de condities, waarbij zich meer dan 50% der (willekeurige) proefpersonen behaaglijk gevoelen. Voor practisch gebruik heeft uiteraard alleen een zoodanig bepaald behaaglijkheidsgebied waarde, dat alle punten daarin behaaglijke toestanden voorstellen voor normale, middelmatig gevoelige personen.

De aandacht wordt er hierbij op gevestigd, dat voor het bepalen van de behaaglijkheid slechts subjectieve gevoelens als maatstaf kunnen dienen, evenals b.v. bij het bepalen van aangename reuk of smaken.

De straksgenoemde objectieve maatstaven als polsslag e.d. kunnen eerst aangelegd worden als de proefpersonen aan warmtestuwing beginnen te lijden, in welken toestand zij zich reeds ver buiten het behaaglijkheidsgebied bevinden.

Aan de proefnemingen werd deelgenomen door 16 personen van verschillende landaard (Europeanen, Inlanders, Chinezen). Alle waren practisch gelijk gekleed in lichte tropische kleding. De behaaglijkheidsgrenzen der voor de proefnemingen geschikte waarnemers bleken onder dezelfde omstandigheden en bij gelijke kleding der proefpersonen zeer weinig te verschillen.

De behaaglijkheidsgebieden voor Bandoeng en Batavia verkregen langs den beschreven weg, vertoonden de volgende gedaanten (fig. 2 en 3).

7) *Z. V. D. Ing.* 67, 1923, 869.

8) *Journal Am. Soc. H. & V. Eng.* 29, 1923, 165.

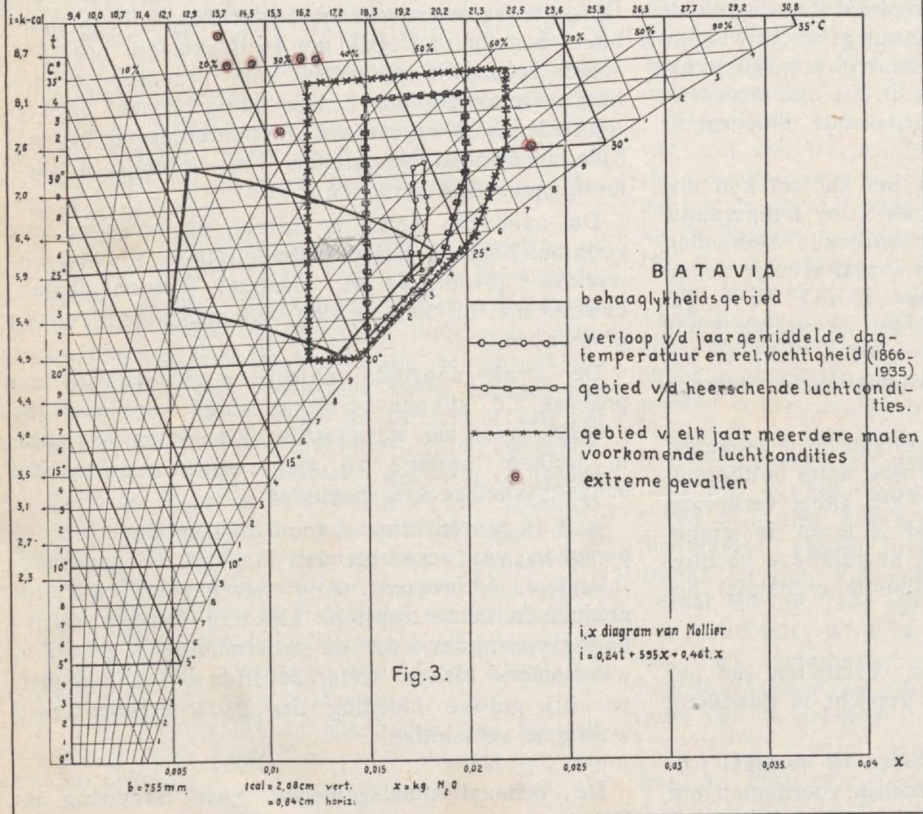
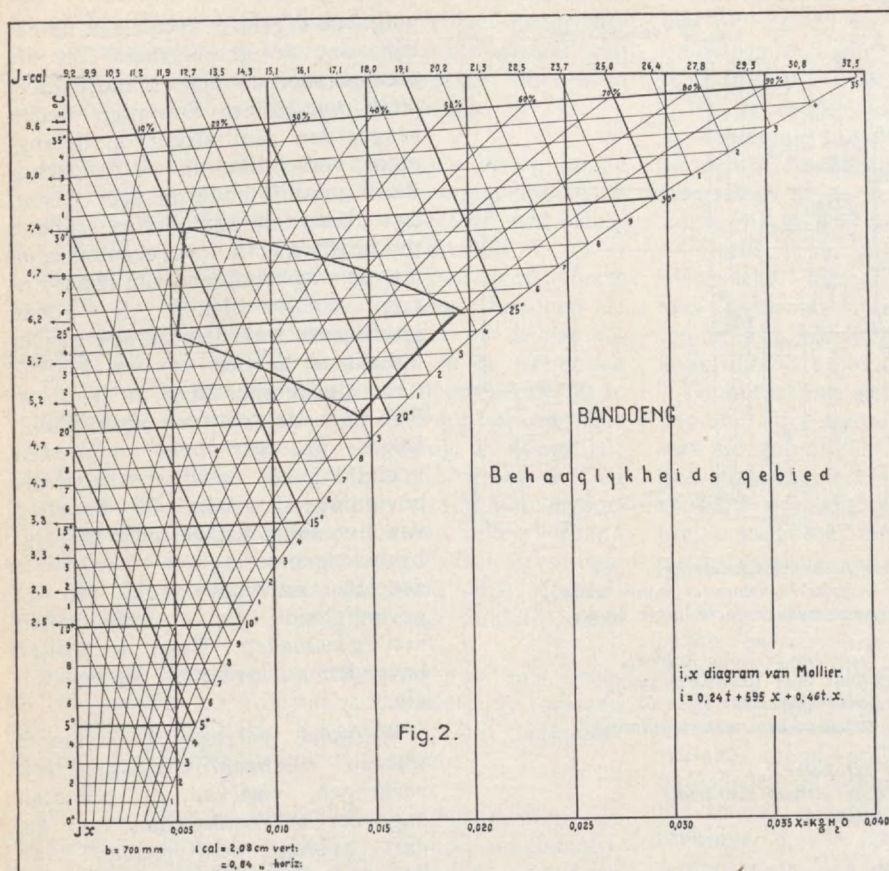


Fig. 2. Mollier-diagram voor Bandoeng.

Fig. 3. Idem voor Batavia.

Daar Bandoeng op 750 m hoogte en Batavia gelijk met den zeespiegel ligt, zijn voor beide plaatsen afzonderlijke Mollier-diagrammen ontworpen.

Op het diagram voor Batavia zijn tevens aangegeven twee zones van luchtcondities, n.l. die, welke veelvuldig voorkomen en als normaal zijn te beschouwen en die, welke telkens voorkomen doch als min of meer bijzondere toestanden kunnen worden beschouwd. Buiten deze laatste zone zijn nog enkele punten opgeteekend, die extreme gevallen voorstellen⁹⁾.

Binnen in het normale veld is het verloop van de temperatuur en de relatieve vochtigheid geteekend over een geheel etmaal. De 12 punten dezer lijn stellen voor de gemiddelde temperaturen en vochtigheden op de in de hier volgende tabel aangegeven tijdstippen, berekend over het tijdvak van 1866 — 1935 door het Kon. Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia.

9) Bewerkt naar gegevens ontleend aan het Kon. Magn. en Met. Observatorium te Batavia.

Verloop v/d gemiddelde temperaturen en vochtigheden gedurende een etmaal te Batavia.

Tabel I.

uur.....	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
temp. °C.....	24,1	23,7	23,4	25,0	27,9	29,3	29,5	28,7	27,3	26,0	25,2	24,6
relatieve vochtigh. %	91,7	92,5	93,1	87,0	74,0	68,1	68,8	72,0	78,9	85,2	88,4	90,4

Deze gemiddelde luchtcondities blijken slechts voor een gering deel te vallen binnen het behaaglijkheidsgebied.

De temperatuurgrenzen dezer zone liggen voor Bandoeng en Batavia beiden ongeveer tusschen 30 — 25° C aan de bovenzijde en 24 — 20° C aan de benedenzijde en de vochtigheidsgrenzen liggen tusschen 90 en 30% relatieve vochtigheid.

De behaaglijkheidszone wordt door 4 „luchtstreken” begrensd, n.l. door een gebied van hooger warmteinhoud, een gebied van lager warmteinhoud, een gebied van lage vochtigheid en een gebied van hoge vochtigheid.

Buiten het behaaglijkheidsgebied ondergaat men allerlei onbehaaglijke sensaties, die als volgt in fig. 4 kunnen worden gepraeciseerd.

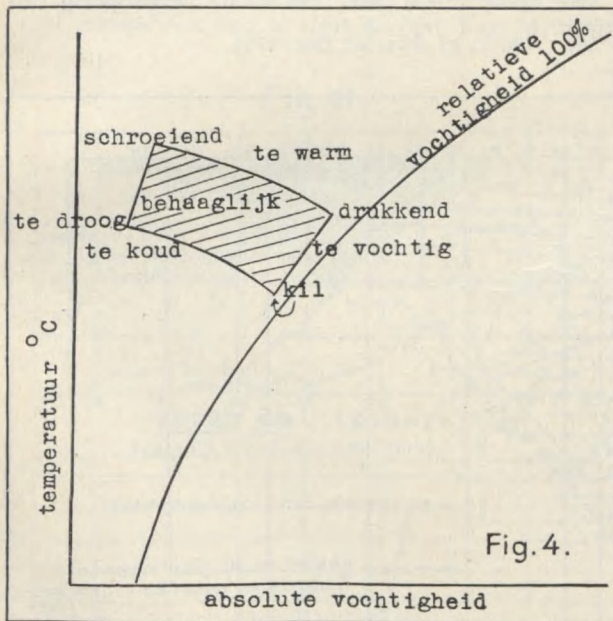


Fig. 4. Onbehaaglijksgevoelens rondom het behaaglijkheidsgebied.

De gemiddelde ochtendtemperaturen te Batavia liggen in het Mollier-diagram even buiten het behaaglijkheidsgebied van onze figuur en wel in de vochtige zone, die eenerzijds naar kil, anderzijds naar drukkend neigt. De meeste menschen vinden deze ochtendtemperaturen op het tijdstip, waarop ze voorkomen, aangenaam, mede onder den invloed van physiologische en psychologische factoren, zooals het gevoel van goed uitgerust te zijn na de nachtrust, de aangename prikkeling der frissche ochtendlucht e.d., zoodat de bewuste condities feitelijk zeer wel als behaaglijkheidspunten aangemerkt kunnen worden. Niet ten onrechte merkt Linge¹⁰⁾ dan

ook op, dat zeer groote vochtigheid alleen onaangenaam aandoet bij hooge en bij lage temperaturen, doch bij gemiddelde temperaturen de behaaglijkheid niet vermindert. Er zou derhalve iets voor te zeggen zijn om het behaaglijkheidsgebied een uitstulping te geven bij 23° C tot aan de 100% relatieve vochtigheidslijn. Wij hebben echter de geheele zone, waarin een relatieve vochtigheid heerscht grooter dan 90%, van het behaaglijkheidsgebied afgesneden, omdat deze hooge vochtigheid op den duur niet als aangenaam wordt ondervonden, vooral wanneer arbeid verricht wordt tengevolge waarvan men gaat transpireeren.

In de Amerikaansche diagrammen heeft men om die reden zelfs de geheele strook boven 70% relatieve vochtigheid uit het behaaglijkheidsgebied geschrapt. Het lijkt niet noodig hier in Indië zoover te gaan, omdat men hier zooveel meer gewoon is zich van niet strikt noodzakelijken spierarbeid te onthouden.

Bij vergelijking der diagrammen blijkt, dat de behaaglijkheidsgebieden voor Batavia en Bandoeng in ligging en afmetingen zeer weinig verschillen. Dit resultaat van ons onderzoek schijnt geheel overeen te stemmen met de uitkomsten der experimenten van dezelfde aard in Europa en Amerika.

Aldaar heeft men de behaaglijkheidsgebieden voor den zomer en voor den winter bepaald en bevonden, dat de assen der zomer- en winterbehaaglijkheidsgebieden — dat zijn de verzamellijnen der punten, die door 97 à 98% der proefpersoon als behaaglijk worden aangegeven — een vrij belangrijke spreiding vertoonen. Yaglou¹¹⁾ geeft daarvoor op 3,2° C, terwijl uit een grafiek van Linge¹²⁾ een verschil van 3,9 C af te lezen is.

Door Yaglou werd echter geconstateerd, dat deze verschillen vrijwel geheel te wijten waren aan den invloed van zomer- en winterkleeding en zeer weinig of niet aan den invloed van het zomer- en winterseizoen. Bij proeven n.l. met personen, die tijdens het onderzoek het bovenlijf geheel ontbloot hadden, vond hij practisch geen verschil tusschen de ligging der zomer- en winterbehaaglijkheidsgebieden. Deze uitkomsten hebben later, bij verder onderzoek door Houghton¹³⁾ en bij tal van physiologische onderzoekingen in de zgn. „klimaatkamers” in Europa bevestiging gevonden en men kan daarom op goeden grond aannemen, dat het behaaglijkheidsgevoel in de eerste plaats beheerscht wordt door de luchtcondities in de grenslaag op de huid, die in den behaaglijken toestand voor elk klimaat weinig of niets in absolute waarde verschillen.

De opvatting van Yaglou c.s. vindt goeden

11) *Journal Am. Soc. H. and V. Eng.* 33, 1927, 285.

12) *Ges. Ing. I.c.*

13) *Journal Am. Soc. H. and V. Eng.* 8, 1936, 681.

10) *Ges. Ing.* 56, 1933, 163.

steun in de ligging van het Bataviasch behaaglijkeidsgebied t.o.v. „de average summer comfortzone (Moyer & Fitz, 1933 l.c.)” en de „comfortzone for men stripped to the waist (Yaglou, 1927, l.c.)”. In fig. 5 is dit in beeld gebracht.

De tropische behaaglijkeidszone blijkt juist tusschen deze beide in Amerika bepaalde zones in te liggen en dit stemt geheel overeen met het verschil in kleding. De tropische kleding van onze proefpersonen hield n.l. vrijwel het midden tusschen de kleding der beide groepen Amerikaansche proefpersonen, zijnde in het eene geval lichte zomeroverkleding met „athletic underwear” en in het andere geval nihil (boven het middel).

Intusschen wordt door andere onderzoekers, waarvan te noemen is Vernon¹⁴⁾, inzake de zomer- en winterbehaaglijkheid wel beteekenis toegekend aan de physiologische reactie van het lichaam op het klimaat. Ook werden door Vernon en Warner¹⁵⁾ bij proefnemingen aangaande polsversnelling, temperatuursverhoging en vermoeidheid, welke eveneens met ongekleede proefpersonen verricht werden, afwijkingen tusschen de zomer- en winteruitkomsten geconstateerd, doch gezien de relatief kleine verschillen komt hun betoog niet overtuigend voor; bovendien houden deze waarnemingen slechts zijdelings verband met het eigenlijk gezegde behaaglijkeidsgevoel.

Het vorenstaande leidt tot het inzicht, dat het verschil in ligging van de verschillende behaaglijkeidsgebieden in de eerste plaats is toe te schrijven aan verschillen in kleding, en dat de acclimatisatie van het lichaam daarbij slechts een ondergeschikte rol speelt. Wij kunnen dit ook zoo uitdrukken, dat klimaatsfactoren zeer weinig of geen verandering brengen in de eischen, die terwille van onze behaaglijkheid „van binnen uit” gesteld worden aan de luchtcondities in de grenslaag op de huid en daaruit volgt, dat wij een gezonde behaaglijkheid niet zullen kunnen verkrijgen enkel en alleen door acclimatisatie of door „wennen” aan een ongunstig klimaat, maar door warme kleding eenerzijds en door koele lucht anderzijds.

Dat ons organisme een speciale voorkeur blijkt te hebben voor zeer bepaalde temperaturen en vochtigheden onmiddellijk boven de huidoppervlakte, is ook wel begrijpelijk als wij bedenken, dat ons organisme den toestand onder de huid ook gaarne op een onveranderd warmtepeil houdt.

In een omgeving, die voor ons gevoel een te lage warmteinhoud heeft, verbeteren wij de luchtcondities in de grenslaag op de huid door ons zoodanig te kleden, dat onder onze kleeren de gewenschte atmosfeer vanzelf ontstaat; is het klimaat, waarin wij ons bevinden, ongunstig in tegenovergestelden zin, dan kleden wij ons zoo licht mogelijk, terwijl ons lichaam verdere correctie tracht aan te brengen door middel van zweetafscheiding, waardoor de temperatuur in de grenslaag op de huid verlaagd wordt.

Bij verblijf in bed met het lichaam geheel door dekens bedekt, neemt volgens Benedict¹⁶⁾ de huid overal een gelijkmatige temperatuur aan van 33 — 34° C; onder de gewone dagelijksche omstandigheden hebben verschillende plaatsen van de huid verschillende temperaturen, die meerdere graden uiteen kunnen lopen, zooals op een huidkaart van denzelfden schrijver te zien is.

Een opmerkelijk punt, dat bij de vergelijking van

16) *Am. J. of Physiol.* Oct. 1928.

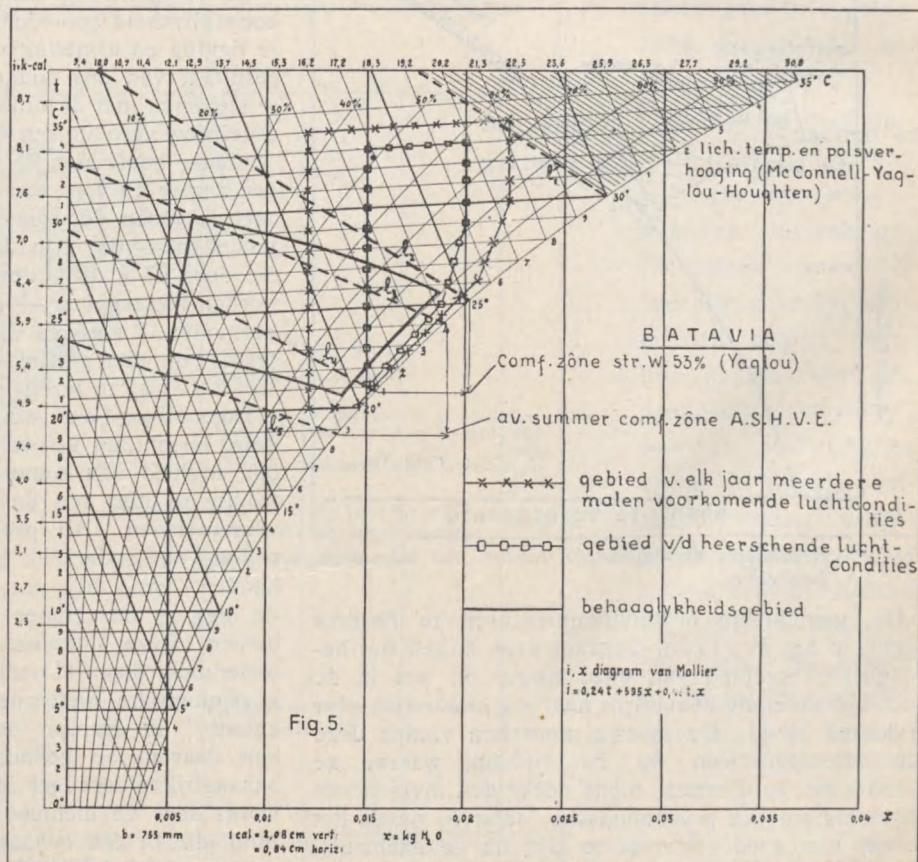


Fig. 5. Mollier-diagram voor Batavia met behaaglijkeidszones voor Batavia en N. Amerika en de zone der warmtestuwing. De grenslijnen der zones l_1 , l_2 , l_3 , l_4 en l_5 zijn effectieve temperatuurlijnen; l_1 , l_3 en l_5 zijn ontleend aan de psychometrische kaart der A.S.H.V.E. voor normaal gekleede personen in stilstaande lucht, l_2 en l_4 zijn afgeleid uit de thermometrische kaart van Yaglou voor tot het middel ontkleede personen.

14) *Journal Ind. Hyg.* 8, 1926, 392 en 14, 1932, 328.

15) *Journal of Hyg.* 32, 1932, 431.

de behaaglijkheidsgebieden van Bandoeng en Batavia opvalt, is, dat de uiterste linkeronderhoek zich in het diagram van Batavia verder in de richting der lagere temperaturen uitsteekt dan dezelfde hoek in het diagram van Bandoeng.

De verklaring hiervan kan liggen in het tijdens het onderzoek opgemerkte feit, dat bij eenzelfde luchttemperatuur in het proefkabinet resp. te Bandoeng en te Batavia, de binnenwandtemperatuur van het kabinet te Batavia hooger was dan die te Bandoeng, tengevolge van de hogere buitenluchttemperatuur te Batavia. Vermoedelijk werd door de meerdere afstraling der wanden te Batavia een lagere luchttemperatuur gelijk gevoeld als een hogere te Bandoeng. Hierop zal t.a.p. nader worden ingegaan.

Ter beantwoording van de vraag, wat deze onbehaaglijke toestanden in physiologischen zin beteekenen, hoe zij zich kenbaar maken en in hoeverre zij de lichamelijke en geestelijke functies van den mensch beïnvloeden, kan het volgende dienen.

De in fig. 6 afgebeelde, aan Mc. Connell en Houghten ¹⁷⁾ ontleende grafiek betreft de toename van polsslag en lichaamstemperatuur met stijgende temperatuur en vochtigheid der atmosfeer. Daaruit blijkt, dat boven een temperatuur van 30° C

17) *Journal Am. Soc. of Heat. & Vent. Eng.* 29, 1923, 131.

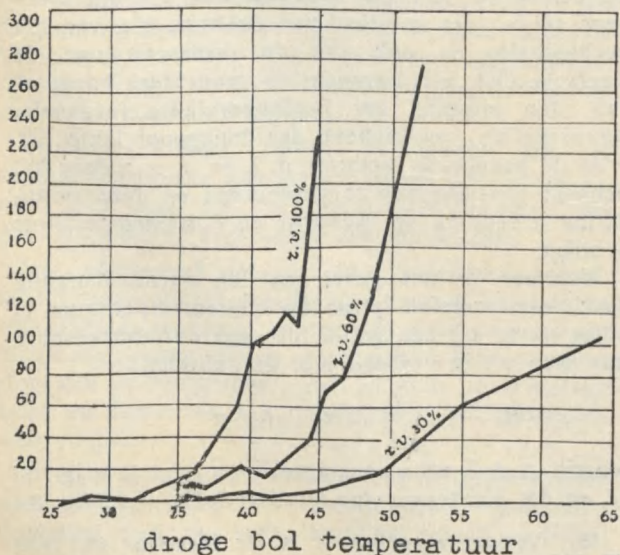
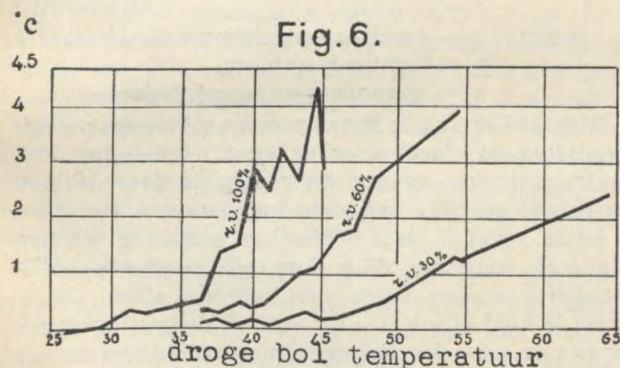


Fig. 6. Boven: Verticale as: Stijging van de lichaamstemperatuur per uur.
Beneden: Idem: Versnelling van den polsslag per uur.

en een vochtigheidstoestand, die de 100% nadert, de polsslag en de lichaamstemperatuur gaan toenemen en ieder uur vermeederen.

Deze zone, waarin dus physiologische afwijkingen optreden, is ook afgeteekend in fig. 5 en men ziet, dat ze juist raakt aan het gebied van te Batavia meerdere malen per jaar voorkomende luchtcondities.

De geteekende lijnen in fig. 6 gelden voor rustende personen; voor werkende personen verschuiven de lijnen naar links, hetgeen wil zeggen, dat de aangeduide verschijnselen dan reeds bij lagere temperaturen optreden. In fig. 5 verschuift de gevaarlijke zone dan naar links en naar beneden.

Houden de hoge temperaturen en vochtigheden uit deze zone aan, dan bezwijkt het lichaam onder dien druk, en de zwakke lichamen natuurlijk eerder dan de sterke. Gevallen van overlijden van zwakke personen in volkomen rusttoestand, tengevolge van gedurende enkele dagen lang aanhoudende temperatuur en vochtigheid van de genoemde grootte-orde, zijn aan boord van zeeschepen in de Roode Zee volstrekt geen hoge uitzondering.

Voor hartpatiënten, die zich in een gematigd tropisch klimaat in Ned.-Indië nog zeer wel kunnen bevinden, is de Roode Zee in de warme maanden dan ook absoluut verboden terrein.

Dalen de temperatuur en vochtigheid beneden de gevaarlijke grenzen, dan krijgt het lichaam weer gelegenheid zich te herstellen in zijn normalen toestand.

In niet ernstige gevallen b.v. na een warmtestuwing van 0,5 à 1° C keert voor een gezond organisme de normale toestand spoedig terug, zonder sporen achter te laten en gedurende een beperkten tijd kan men zeer wel zonder schade onder extreme warmtetoestanden leven. Een gezond mensch kan zonder schade voor zijn gezondheid zeer wel gedurende eenigen tijd een verhoogde pols en licht verhoogde temperatuur verdragen als gevolg van zeer inspannenden arbeid, mits er na dien arbeid een voldoende rustperiode volgt.

Hier treedt nu het belang van de luchtbehandeling in de tropen voor onze gezondheid op den voorgrond.

Want beschouwen wij de grafiek fig. 5, dan zien wij, dat we juist leven tegen de gevaarlijke zone, waarin ons organisme bepaaldelijk ontregeld wordt, aan, en dat wij dus inderdaad verkeerren aan den rand van onze bestaansmogelijkheid; gelukkig is dit hier te lande slechts voor enkele uren van den dag het geval.

Nu kunnen wij natuurlijk niets aan het tropisch buitenklimaat veranderen en wij zullen daar altijd doorheen moeten zolang wij in de tropen verblijven. Wij kunnen ons daar ook maar zeer weinig tegen beschermen door kunstmatige middelen, die wij met ons mede kunnen voeren, zooals kleeren. Bescherming tegen de warmte moet geschieden met behulp van physiologische krachten in ons lichaam, met name door die, welke de bloedcirculatie en de zweetafscheiding bewerken.

Deze krachten kunnen niet altijd op geforceerd effect werken, na een zekeren tijd van inspanning verlangen al onze organen betrekkelijke rust en

voor wat betreft onze warmteregelingsfuncties kan de verlangde rust uiteraard alleen verkregen worden in een behaaglijk klimaat. Eenige uren van volkomen behaaglijkheid per etmaal is voor ons algemeen welzijn van de grootste beteekenis, al zou deze toestand maar alleen in den slaap genoten kunnen worden. Doch ook tijdens onzen arbeid kan het behaaglijke klimaat ons welbevinden en dientengevolge onze arbeidsprestaties zeer ten goede komen.

In Europa en Amerika is reeds veelvuldig onderzocht in welke mate de arbeidsprestaties in fabrieken beïnvloed worden door de temperatuur en vochtigheid van de lucht en men is daarbij algemeen tot de conclusie gekomen, dat optimale arbeidscondities aanwezig zijn bij een temperatuur van omstreeks 21° C en 50% relatieve vochtigheid.

Een belangrijk verband blijkt ook te bestaan tusschen de frequentie van ongelukken in fabrieken en de temperatuur (fig. 7), waaruit men kan afleiden, onder welke condities het waarnemingsvermogen en de aandacht bij het werk het grootst is.

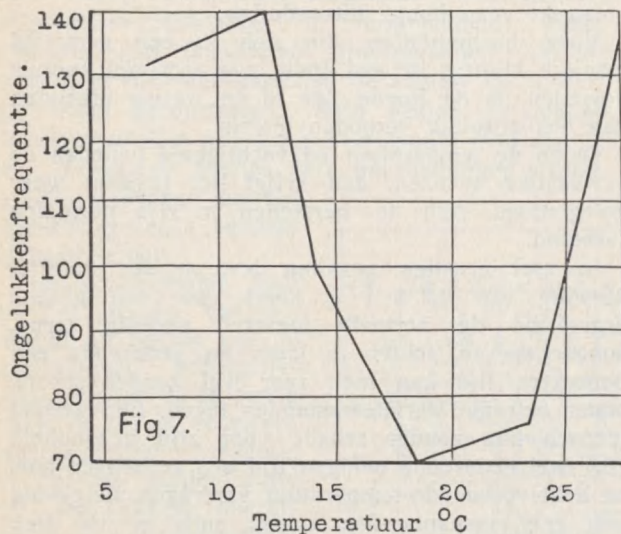


Fig. 7. Ongelukkenfrequentie in verband met de temperatuur (Moyer & Fittz, l.c. 49).

Het nuttig effect der luchtbehandeling moge hiermede eenigermate in het licht gesteld zijn en om nu de hier geschetste voordeelen van de behaaglijkheid in de tropen te verkrijgen, moeten wij de ons omringende lucht gemakkelijk ontvankelijk maken voor onze overtollige lichaamswarmte, zoodat wij die niet met fortie behoeven af te stooten.

De afgifte van onze lichaamswarmte geschiedt voor 10 tot 15% door de longen en voor de rest door de huid.

De huid is dus verreweg ons voornaamste warmteregelings-organisme.

De warmteafgifte van de oppervlakte der huid nu geschiedt door straling, conductie, convectie en verdamping.

Het warmtetransport door de huid geschiedt volgens dezelfde thermische beginselen als de warmtegeleiding door een plaat van eenig warmtegeleidend materiaal, b.v. metaal.

Ferguson geeft hiervan in zijn door de Technische Hoogeschool te Bandoeng bekroond antwoord op een prijsvraag aangaande de koeling der lucht in

de tropen ¹⁸⁾ een duidelijke uiteenzetting, waarop hier als volgt is voortgebouwd.

Voor het warmtetransport door een plaat geldt de betrekking:

$$q = (t_1 - t_2) \cdot \frac{\lambda}{d} \quad \dots \dots \dots (1)$$

waarin q = warmtehoeveelheid, die in de tijdseenheid passeert door de oppervlakte-eenheid;

t_1 = binnentemperatuur;

t_2 = buitentemperatuur;

λ = warmtegeleidingscoëfficiënt;

d = dikte van de plaat.

Deze formule geldt ook voor onze huid.

q is daarin constant, wanneer wij ons in den toestand van basaal metabolisme bevinden, waarin $q \times \text{lichaamsopp.} = \text{ca. } 100 \text{ cal/h.}$

Voor onze huid is:

t_1 = bloedtemperatuur 37° C en t_2 = huidtemperatuur (variabel).

Na het passeeren van de huid, moet de warmte worden afgegeven aan de lucht en bij dien overgang treedt, bij regelmatige strooming van de lucht langs het grensvlak, een temperatuursverval op in de grenslaag van de lucht tegen de huid, $t_2 - t_3$.

Voor dezen overgang geldt de betrekking:

$$q = (t_2 - t_3) \cdot \alpha \quad (2);$$

waarin q = dezelfde warmtehoeveelheid uit (1);

t_3 = luchttemperatuur;

α = warmteovergangscoefficiënt.

Wanneer er in het lichaam evenveel warmte wordt geproduceerd als er door de huid wordt afgevoerd, verloopt het proces der warmteafgifte door de huid op geheel dezelfde wijze als door een metalen plaat.

In de metalen plaat hebben we echter te rekenen met een constante dikte d en met constante coëfficiënten λ en α en dit is in de huid niet alzo.

In de huid zijn d , λ en α veranderlijk; d hangt n.l. af van de mate van doorbloeding van de huid en van de contractie van de huidweefsels; λ hangt eveneens af van den toestand van de huid, b.v. van het vochtgehalte en ook van de contractie van de weefsels. Ook α is veranderlijk, want deze hangt af van den toestand der huidoppervlakte (expansie, schrompeling, vochtigheid der huidoppervlakte ¹⁹⁾.

Al de genoemde factoren, d , λ en α , zijn door het lichaam physiologisch te veranderen en deze verandering treedt nu op, wanneer de buitentemperatuur t_3 stijgt.

Wanneer in het geval van den warmtedoorgang door een metalen plaat de buitentemperatuur t_3 stijgt tot t_3' bij een gelijk blijvend warmtetransport, dan zien we in verband met de gelijkheid:

$$q = (t_1 - t_2) \cdot \frac{\lambda}{d} = (t_2 - t_3) \cdot \alpha$$

waarin q , d , λ en α constant blijven, dat t_2 stijgt tot t_2' en dat dientengevolge t_1 stijgt tot t_1' (zie fig. 8).

18) Verkort gepubliceerd in *De Ingenieur* 48, 1933, W. 165.

19) Büttner, *Die Wärmeübertragung in Bioklimatologie und Meteorologie*, Berlin 1934 en Pfeleiderer und Büttner, *Hautthermometrie*, Leipzig 1935.

toestand van behaaglijkheid brengen. Integendeel, overmatig zweeten beduidt, dat het lichaam niet weet waar het aan toe is. Het kan zijn warmte niet kwijt door een te gering temperatuursverval in de huid, daarom wordt vocht naar de huid gedreven om de oppervlaktetemperatuur te verlagen. Als dit nu blijkt niet te helpen, dan sturen de zweetklieren nog meer vocht naar de huid „in de gedachte”, dat de huid niet voldoende bevochtigd wordt en de oppervlaktetemperatuur van de huid dáárom niet voldoende daalt.

Maar in de grenslaag van de huid tegen de lucht is slechts zooveel zweet nodig als voor de verdamping gevegd wordt en als de verdamping belemmerd wordt, is toevoer van overmaat zweet uiteraard nuttelooze arbeid.

In den toestand van overmatig transpireeren ondervindt men een gevoel van inspanning, en daar bekend is, dat de werking van de zweetklieren van de hersenen uit gedirigeerd wordt, is het duidelijk, dat vermeerdering van de zweetafscheiding meerdere herseninspanning vergt. Dat hierdoor minder hersenarbeid voor andere doeleinden kan worden verricht, is uit proefnemingen inderdaad gebleken. Y a s K u n o liet enkele proefpersonen bij stijgende temperatuur rekenkundige opgaven oplossen en toonde daarbij aan, dat bij een bepaalde temperatuur overbelasting van de hersenen kon optreden zoowel door geforceerd transpireeren alleen, als door rekenwerk alleen, als door de combinatie van beiden.

In fig. 10 is een en ander in beeld gebracht. Overbelasting van de hersenen deed in alle gevallen de functie der temperatuursregeling uitvallen en naarmate de warmtetoestand van de atmosfeer ongunstiger was, trad overbelasting der hersenen des te spoediger op.

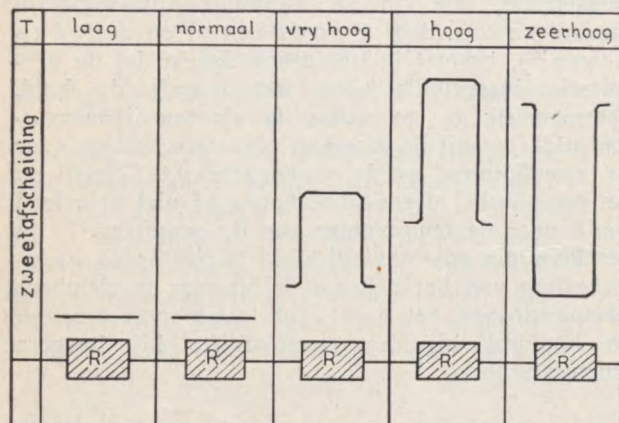


Fig. 10. Involloed van temperatuur en hersenarbeid op het transpireeren. R stelt voor de periode, waarin rekenwerk werd verricht (Y a s K u n o, l.c. 158)

Daar de uitdrukking „inspanning” geen duidelijk physiologisch of physisch begrip voorstelt, is het wel de moeite waard om hier te vermelden, welke zuivere arbeid met het zichtbare transpireeren gemoeid is.

Y a s K u n o heeft dienaangaande een onderzoek ingesteld en daartoe nagegaan, hoeveel meer warmte in het lichaam van een proefpersoon geproduceerd werd tijdens het zweeten dan onmiddellijk daarvoor.

Daartoe werden proefpersonen „opgewarmd” tot ze juist aan de grens van het zichtbaar zweeten waren gekomen.

Vervolgens werd de huid der proefpersonen op een bepaalde plaats sterk verwarmd, zoodat een duidelijke zweetafscheiding optrad. Voor en na dit punt werd het zuurstofverbruik van de proefpersonen bepaald, hetwelk een maat is voor de warmteproductie in het lichaam. Het bleek daarbij, dat het zuurstofverbruik in het lichaam toenam met gemiddeld 10 cc O₂ voor elke cc afgescheiden zweet. Nu bedraagt het zuurstofverbruik van een normaal persoon van 70 kg lichaamsgewicht en in rustenden toestand ca. 18 liter per uur, zoodat, wanneer iemand 500 cc zweet per uur afscheidt — hetgeen in de tropen bij inspannenden arbeid zeer wel het geval kan zijn — zijn metabolisme met ca. 25 tot 30% toeneemt en deze toename is in meerdere opzichten als „schadelijke energie” aan te merken.

In het voorgaande is aangetoond, dat wij in den toestand van sterk zweeten de grenzen van ons praestatievermogen naderen en dit is natuurlijk vooral van beteekenis ten aanzien van geestelijken arbeid.

Want wanneer het alleen gaat om lichamelijken arbeid, dan kunnen wij bij verminderd praestatievermogen nog wel hetzelfde effect verkrijgen door het aantal arbeidskrachten te vermeerderen, doch dit middel zal geen uitkomst geven, wanneer geestelijken arbeid verricht moet worden.

Naarmate de luchttemperatuur hooger is, zal de lucht in de grenslaag sterker moeten afkoelen en moet daarin dus meer water adiabatisch verdampen. Daar dit water geleverd moet worden door het lichaam in den vorm van zweet, neemt de waterdampproductie door het lichaam met de temperatuur toe, hetgeen in de volgende grafiek van fig. 11 in beeld is gebracht.

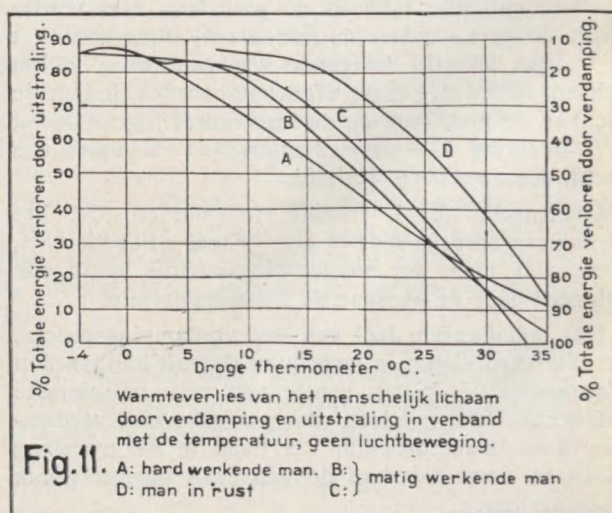


Fig. 11. Warmteverlies van het menselijk lichaam door verdamping en uitstraling (Moyer & Fittz, l.c. 28).

Hierin is verschil gemaakt tusschen voelbare warmte, die uitgestraald wordt en die zich doet kennen aan temperatuursverhoging van de lucht, en latente warmte in den vorm van verdampingswarmte.

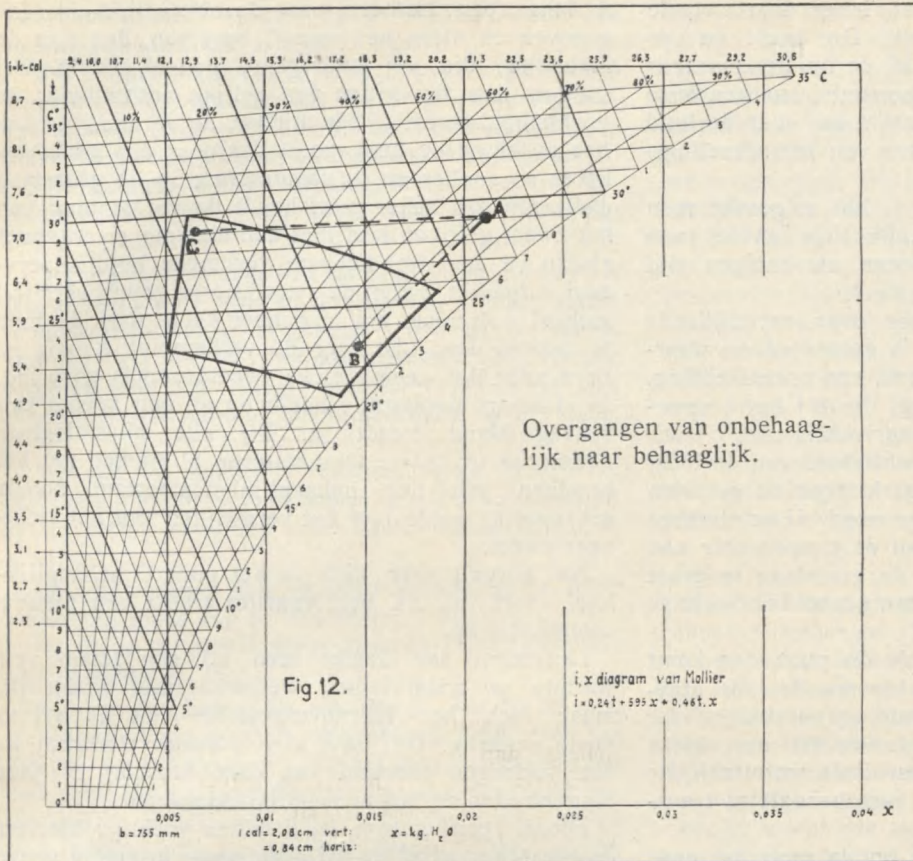


Fig. 12. Overgangen van onbehaaglijk naar behaaglijk.

Wij zien nu dat wij bij een temperatuur van omstreeks 30°C ongeveer 70% van onze warmte afgeven door middel van vochtverdamping en slechts 30% door directe uitstraling of contact.

Ook hieruit blijkt weer, dat de physiologie van het zweeten van fundamentele betekenis is voor de technologie der luchtbehandeling in de tropen.

Het volgend voorbeeld, hetwelk betreft de overgang van een onbehaaglijkheidspunt naar een behaaglijkheidspunt in het diagram van Mollier en omgekeerd, stelt dit in het licht.

In dit diagram (fig. 12) stelt het punt A een te Batavia regelmatig voorkomenden luchttoestand voor. Om van hieruit in het behaaglijksgebied te komen, kunnen wij ons langs zeer verschillende wegen bewegen.

De vraag dient zich nu aan: welke weg is de beste, en als we nu de 2 extreme mogelijkheden beschouwen, dan gaat de keus tusschen A B en A C.

Wanneer wij in een geconditioneerde ruimte werken, dan zal het gedurende ons dagelijksch werk een voortdurende wisseling van klimaatsomstandigheden zijn, waarbij wij er voor moeten zorgen, dat de overgang van het eene klimaat in het andere niet onaangenaam en in geen geval schadelijk voor onze gezondheid is.

In de koude luchtstreken nemen wij ons daarvoor ook in acht.

Bij den overgang van de koude buitenlucht naar een verwarmd vertrek ontdoen wij ons van zekere overkleding en bij den omgekeerden overgang trek-

ken wij het een en ander aan. Ieder kan deze noodzakelijke zorg voor zijn gezondheid in het koude klimaat naar individueele behoefte betrachten, doch in het warme klimaat kan men dat niet. Bij den overgang van een koel vertrek naar de warme buitenlucht kan men toch bezwaarlijk zijn tropische kleding verminderen.

Wij moeten dus rekening houden met het feit, dat wij in de tropen weinig of niets aan onze kleding zullen hebben om het verschil tusschen de behaaglijke en onbehaaglijke atmosfeer af te stompen bij het punt van overgang. Als het eenigszins kan, zullen wij dus tusschen het uiterste binnen- en buitenklimaat „schutsluizen” moeten aanbrengen en daarbij de verschillende overgangen zoodanig maken, dat ze ons zoo weinig mogelijk aandoen. De voorwaarde daartoe is, dat de

physiologische werkingen, waaruit het proces van onze temperatuursregeling bestaat, niet plotseling geremd worden en rustende organen niet plotseling aan het werk gezet worden. Dit alles moeten wij in de koude luchtstreken ook niet doen, maar in de tropen klemt deze eisch nog sterker, omdat hier onze huid onder de dunne tropische kleding veel meer geëxposeerd is dan onder het Europeesche tenue en wij daarenboven nog de schutsluizen, gevormd door overkleding, missen.

Daar komt dan nog bij, dat de wijze, waarop ons lichaam in de koude luchtstreken zijn temperatuur regelt in den toestand te koud en in den toestand behaaglijk, niet functioneel verschillend is.

Wij maken toch de binnentemperatuur nooit zoo hoog, dat het noodig wordt om door sterk zweeten en vochtverdampen onze huidtemperatuur te verlagen, m.a.w. de doorbloeding der huid wordt nooit tot zijn uiterste maximum, waarbij $\lambda = \text{maximum}$ en $d = \text{minimum}$, opgevoerd. Dat nu is in de tropen, wanneer wij transpireeren, wel het geval; dat is voor ons, overdag, zoowel binnen als buiten, de normale toestand. Onze warmteafgifte is derhalve in de tropen in den toestand te warm (transpireerend, punt A, fig. 12) en in den toestand behaaglijk (niet-transpireerend, punt B, fig. 12) functioneel verschillend.

Wanneer wij ons nu uit ons punt van uitgang A begeven naar het punt B, gelegen in de behaaglijkszone volgens een lijn van constante relatieve

vochtigheid, dan zien we dat langs dien weg de temperatuur aanzienlijk daalt. De lucht in de grenslaag op onze huid koelt af, de huidtemperatuur wordt lager en op een zeker moment bemerken onze zweetklieren, dat zij geen vocht meer naar de huid behoeven te stuwen ten behoeve van het afkoelings-effect.

Hetgeen men nu ervaart, is het volgende: men ondervindt eerst een oogenblikkelijk gevoel van verkoeling en verlichting, maar na eenigen tijd krijgt men een gevoel van kilheid.

De verklaring, die hiervoor door verschillende onderzoekers gegeven wordt, is gebaseerd op waarnemingen omtrent de vochtigheid van onze kleding.

Onze huid en onze kleding, die bij het binnentreden in de behaaglijkheidszone vochtig zijn, blijven vochtig, omdat de relatieve vochtigheid van de lucht hoog gebleven is. De vochtige kleeren nu geleiden de warmte sterk af, hetgeen, gevoegd bij de sterkere warmteafgifte aan de lucht van de temperatuur van *B*, de temperatuursdaling in de grenslaag te groot maakt, zoodat het resultaat is een gevoel van vochtige koude, d.i. onbehaaglijk kil.

Blijven wij nu langen tijd in dit punt, dan komt men, wanneer de huid en de kleeren door de afgestraalde lichaamswarmte lucht droog en dus minder geleidend zijn geworden, na ca. een half uur wel in een behaaglijken toestand, waarbij de warmteafgifte geregeld is en het lichaam niet behoeft te transpireeren.

Gaan wij alsdan weer naar buiten naar het punt *A*, dan wordt plotseling de huidtemperatuur verhoogd. De doorbloeding van de huid moet plotseling worden opgevoerd, d en λ moeten op hun minimum resp. maximum worden gebracht, het afkoelings-mechanisme, dat in rust was gesfeld, moet plotseling in actie komen en dit blijkt niet wel verdragen te kunnen worden.

In de literatuur van den laatsten tijd betreffende de „summer airconditioning”, hetgeen met de luchtbehandeling in de tropen overeenkomt, wordt telkens melding gemaakt van menschen, die uit een te sterk gekoelde ruimte naar buiten traden in een atmosfeer, die 5 — 7° C warmer was en dan door de warmte bevangen worden. Weliswaar betreffen deze gevallen altijd den overgang uit de zone vochtig-koel in het behaaglijkheidsgebied naar een zone vochtig-warm buiten het behaaglijkheidsgebied, doch zeer terecht wordt in dit verband door Lloyd Arnold²⁴⁾ opgemerkt, dat „the comfort-zone is not always a health-zone”, waarmede bedoeld wordt, dat niet alle punten in de algemeene behaaglijkheidszone, die voor een bepaald klimaat geldt, ook als gezondheidspunten in algemeen zinnig mogen worden aangemerkt.

Ook hier in Indië is de ervaring opgedaan, dat de overgang van vochtig-behaaglijk naar vochtig-warm als zeer hinderlijk wordt ondervonden.

Het blijkt dus, dat de weg van *A* naar *B* en vice-versa niet het goede pad is in de luchtbehandeling en wij zullen dus terwille van een dragelijken overgang van behaaglijk naar onbehaaglijk een anderen weg moeten zoeken.

Wanneer wij ons nu uit het punt van overgang

A langs een isotherm naar de behaaglijkheidszone begeven en aldus het punt *C* bereiken, dan zijn de invloeden, die wij ondergaan, geheel anders. Wij snijden dan de lijnen van gelijke vochtigheid; de vochtigheid wordt steeds minder, de verdamping van het zweet op de huid wordt daardoor dus gemakkelijker en sneller en de temperatuur in de grenslaag daalt. Op een zeker punt houdt de verdamping van het zweet gelijken tred met den aanvoer en wanneer alsdan de door het lichaam verlangde huidtemperatuur is bereikt, zullen de zweetklieren geen (warmte-) prikkel ontvangen om nog meer vocht naar de huid te zenden dan juist voor de verdamping noodig is. Er worden dus geen nieuwe zweetdruppels gevormd, de zichtbare perspiratie houdt op en een gevoel van behaaglijkheid treedt in. Bij alle physiologisch onderzoek bij hoge temperaturen blijkt het, dat het bereiken van den behaaglijkheidstoestand steeds gekenmerkt wordt door het verdwijnen van het zichtbaar zweet.

Nu gevoelt men zich in het punt *C* behaaglijk-koel, doch na ca. een kwartier treedt een nieuwe complicatie op.

Langzaam aan begint men n.l. een gevoel van warmte te ondervinden, weliswaar niet hinderlijk, maar toch het tegenovergestelde van de eerste koele sensatie. Dit vindt zijn oorzaak wederom in den vochtigen toestand van onze kleding bij het binnentreden in het behaaglijkheidsgebied.

Zooals reeds gezegd is, geleiden vochtige kleeren de warmte goed af en bij deze goede afleiding voegt zich nu een sterke verdamping van het zweet op de huid en in de kleding, hetgeen alles tezamen ons het gevoel van koelte bezorgt.

Na eenigen tijd is de kleding droog geworden, en in dien toestand is ze een slechte warmtegeleider. De warmteafgifte wordt dus nu weer eenigszins belemmerd, hetgeen door het lichaam als warmte wordt ondervonden en geredresseerd moet worden door sterker transpireeren, alvorens men zich weer geheel behaaglijk kan voelen. Dien toestand bereikt men dan wederom na ca. nog een kwartier à een half uur.

Gaan wij nu uit het punt *C* weer naar het punt *A* terug, dan is de overgang geleidelijk. Hoewel de temperatuur van de lucht in de omgeving dezelfde blijft, wordt de huidtemperatuur hooger, omdat de temperatuur van de lucht in de grenslaag stijgt. Dit laatste is een gevolg van de hogere relatieve vochtigheid, die het verdampen van het zweet belemmert.

Nu begint zich dus weer zweet op de huid te vormen, tegelijk gaan de zweetklieren weer tot verhoogde actie over om nog meer zweet naar de huid te voeren en de onbehaaglijke toestand treedt weer in.

Rekening houdende met de beschreven overgangsprocessen, zullen wij in de practijk een doelmatige middenweg kiezen tusschen *AB* en *AC*.

Dit alles betreft den overgang van het eene klimaat in het andere.

Bevindt men zich in de behaaglijkheidszone, dan kan men zich daarin betrekkelijk vrij bewegen zonder sterke aandoeningen te ondervinden. Toch functioneeren onze warmteregelsorganen niet overal in de behaaglijkheidszone op dezelfde wijze. In den

24) Heating, Piping and Air-Conditioning, Oct. 1935.

linker-bovenhoek werken de zweetklieren, in den rechter-benedenhoek zijn ze in rust.

Wij kunnen nu een keus doen uit deze beide secties van de behaaglijkheidszone, die het meest bevorderlijk is voor onze gezondheid, met betrekking tot de omstandigheden, waarin wij momenteel verkeerden.

Het geheele behaaglijkheidsgebied is overal behaaglijk, maar het is niet overal voor alle omstandigheden gezond.

Gezond is de sectie van de lage vochtigheden als wij aan het werk zijn en telkens van klimaat zullen moeten verwisselen, en gezond is de vochtige sectie, wanneer wij ons in volkomen rust bevinden en alle organen van ons lichaam zooveel mogelijk in rust moeten gesteld worden, dus bijvoorbeeld in den slaap.

Met het voorgaande is een beeld gegeven van het probleem om het microklimaat, dat de huid omhult in de rechte condities voor onze behaaglijkheid te brengen.

De toepassingen van de luchtbehandeling in Indië verkeerden thans nog in hun begin.

De meest beknopte vorm daarvan is het gekoelde bed volgens fig. 13.

Rondom het bed is tot een hoogte van 60 cm een stevig katoenen gordijn aangebracht, dat met het bed een soort kuip vormt. Bij het voeteneinde van het bed staat op den grond een compressiekoelmachine, die een koelmedium in den verdamper, welke in het bed hangt, tot verdamping brengt. Door dezen verdamper zakt koude lucht naar beneden tot op de matras en verdringt vandaar de in het bed aanwezige warmere lucht, waardoor de geheele kuip langzamerhand met afgekoelde lucht gevuld wordt.

Het vocht, dat in den luchtkoeler wordt afgescheiden, wordt opgevangen in een zich daaronder bevindend reservoir.

In den koeler wordt kamerlucht afgekoeld tot aan een zekere temperatuur, die men door middel van de expansieklep van den verdamper eenigszins kan regelen.

De uit den koeler tredende lucht, die een relatieve vochtigheid van ca. 100% heeft, wordt door instraling

van warmte uit de omgeving van het bed en door de warmte van den slaper verwarmd en daardoor op lagere relatieve vochtigheid gebracht.

Bij enkele proefnemingen met dit bed werd bij een temperatuur van 27 à 28° C en een relatieve vochtigheid van 80% in de kamer, in het bed de lucht op een temperatuur van ca. 21° C en een relatieve vochtigheid van ca. 80% gebracht. Door gebruik te maken van een deken werd zonder moeite de voor de nachtrust algemeen meest begeerde situatie van een aangenaam koele ligging van het hoofd en een iets warmere, behaaglijke conditie voor het lichaam verkregen.

Bij het belangrijk temperatuursverschil met de omgeving — ca. 7° C — dat men aldus kan aanbrengen (naar verkiezing is dit ook geringer te maken), is het wenschelijk om den overgang uit het bed naar de slaapkameratmosfeer geleidelijk te doen geschieden, hetgeen mogelijk is door het koelapparaat een kwartier vóór het opstaan buiten werking te stellen.

Daar de motor-compressor met bijbehorende luchtgekoelde condensor vlak bij het bed is geplaatst, is het van essentieel belang, dat het bed opgesteld is in een ruime kamer met ruime natuurlijke ventilatie.

Hoewel de appreciatie van deze installatie uiteraard verschillend zal zijn — zooals overigens met lucht- en klimaatscondities in het algemeen zeer sterk het geval is — komt het toch voor, dat deze stoutmoedige werkwijze om langs den meest directen weg het microklimaat op de huid te conditioneeren, bij een oordeelkundige toepassing, in de tropen vele goede doeleinden zal kunnen dienen. Behalve voor het doel van een aangename nachtrust, is het bed stellig ook de aandacht waard voor geneeskundige behandelingen.

Een overgang naar de centrale koeling vormt het kamerkoelapparaat (fig. 14).

Dit apparaat wordt opgesteld in een gesloten kamer. De noodzakelijke verse luchttoetrede vindt plaats door geschikte ventilatieopeningen in een der buitenwanden van het vertrek of door aanzuiging van buitenlucht door het apparaat.

Voor voldoende luchtverschijning en luchtbeweging ter plaatse waar zich de aanwezige personen ophouden, moet op deskundige wijze gezorgd worden.

Het toestel leent zich in het bijzonder voor luchtbehandeling in slaapkamers.

Uiteraard omvangrijker dan de hiervoren beschreven apparaten, doch veel meer mogelijkheden biedend, is de centrale luchtbehandeling, waarbij de in een stationaire installatie behandelde lucht van buiten het vertrek door

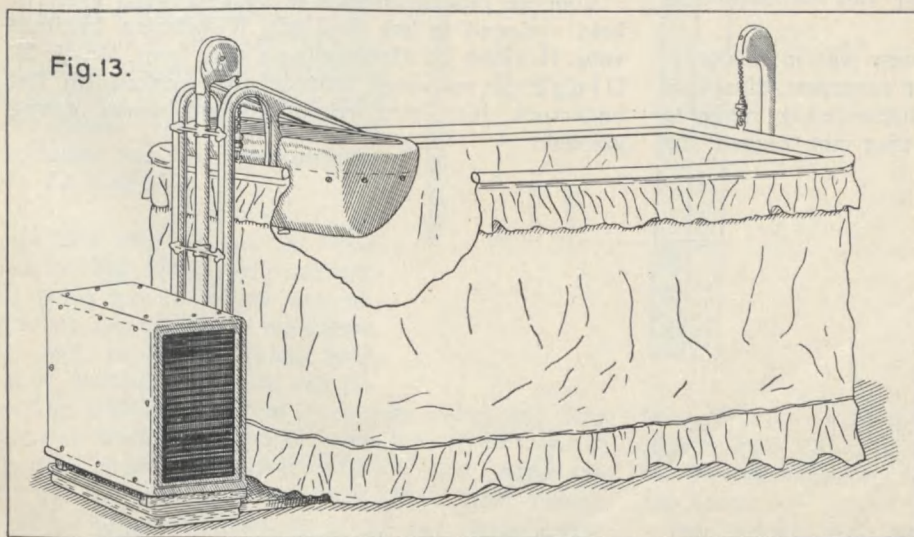


Fig. 13. Gekoeld bed.

kanalen daaraan wordt toegevoerd.

Vastgesteld moge worden, dat de techniek der centrale luchtbehandeling, hetzij daarbij gebruik gemaakt wordt van ijs, compressie-koelmachines, hygroscopische stoffen of anderszins reeds thans op een peil staat, dat aan alle eischen der hygiëne met betrekking tot de lucht, kan worden voldaan. Behalve dat men bij een goed uitgerust bedrijf de samenstelling der behandelde lucht geheel in de hand kan houden, biedt de centrale luchtbehandeling het haar eigen, specifiek voordeel van de daarmede te verkrijgen *gelijkmatige lucht-beweging* onmiddellijk rondom de in de vertrekken aanwezige personen.

Deze luchtbeweging is in het dagelijksche leven in de tropen tijdens het verrichten van arbeid van zeer principieele beteekenis. Uit de grafiek *fig. 11* zien wij immers, dat het belangrijkste element in het proces der afgifte van onze lichaamswarmte in de tropen, is de *diffusie* en de *convectie* van de uit het zweet gevormde waterdamp. Voor een goed verloop van de laatstgenoemde processen, waardoor ook de verdamping van het zweet bevorderd wordt, is noodig een goede afstrooming van de lucht uit de grenslaag op de huid en hiervoor is een regelmatige luchtbeweging met de juiste snelheid (van 20—40 cm/sec) een eerste vereischte.

De kern van de centrale koeling van gebouwen in de tropen is de juiste luchtbeweging in de vertrekken en deze luchtbeweging stelt tal van eischen aan de binnen- en buitenarchitectuur van het betrokken gebouw.

In het ontwerp van een gebouw waarin moderne, hygiënische ventilatie zal worden toegepast, dient dan ook de technologie der luchtbehandeling innig te worden verwerkt, ja met recht mag men zeggen, dat

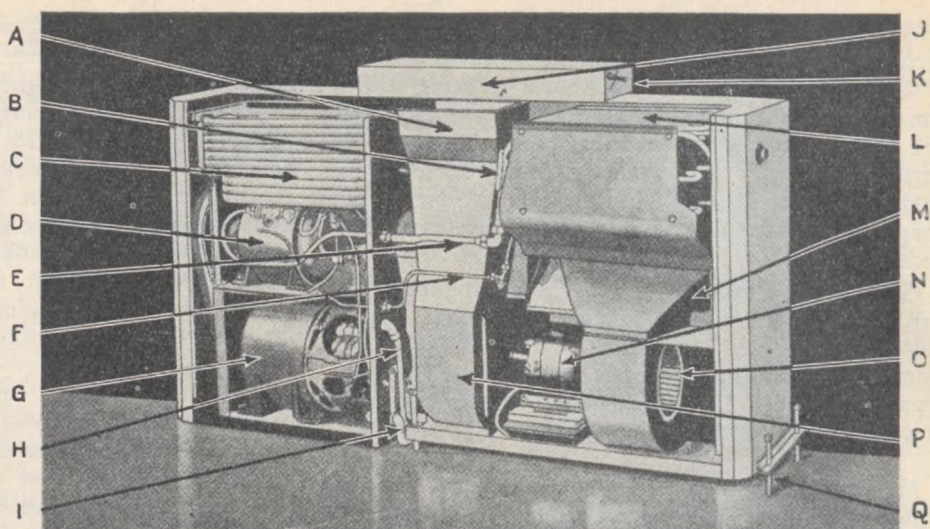


Fig. 14. Kamerkoelapparaat.

A = Luchtuitlaat met geluiddemper.
B = Expansieklep.
C = Condensor.
D = Compressor.
E = Zuigleiding-koelmedium.
F = Drukleiding- idem
G = Motor voor compressor.
H en I = Koelwaterleidingen.

J = Luchtinlaat.
K = Regelklep.
L = Verdamp(er) (luchtkoeler).
M = Condenswaterreservoir.
N = Motor voor ventilatoren.
O = Ventilator voor recirculatie.
P = Ventilator voor behandelde lucht.
Q = Stelschroeven.

centrale luchtbehandeling in eerste instantie een zaak is van bouwkunde.

Bij de bovenbeschreven onderzoeken is voor de proefinstallatie te Bandoeng gebruik gemaakt van een Frigidaire luchtkoeler en te Batavia van een General Electric luchtkoeler, die welwillend ter beschikking werden gesteld resp. door de Algemeene Ned. Ind. Electriciteits Mij te Soerabaia en door de International General Electric Coy. te Batavia.

Aan deze beide corporaties wordt hierbij dank betuigd voor hunne medewerking, evenals aan de Electriciteits Mij. Gebeo te Bandoeng en aan de Ned. Indische Gas Mij te Batavia voor hunne stroomleveranties resp. te Bandoeng en te Batavia.

Voor de proefnemingen te Batavia werd gastvrijheid verleend in het Koningin Wilhelmina Instituut voor Hygiëne en Bacteriologie door prof. dr. J. E. Dinger, van wiens waardevolle wenken bij het onderzoek hier met erkentelijkheid wordt gewag gemaakt.